

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**"DIGESTIBILIDAD APARENTE, ENERGÍA DIGESTIBLE Y
METABOLIZABLE DE CASCARILLA DE CACAO, POLVILLO DE ARROZ Y
HARINA DE PITUCA (*Colocasia esculenta*) EN CUYES (*Cavia porcellus*)"**

Tesis

Para optar el título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

ELAR FARRO GUEVARA

PROMOCIÓN 2010 – II

Tingo María – Perú

2012



L02

F23

Farro Guevara, Elar

Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (*Colocasia esculenta*) en cuyes (*Cavia porcellus*) – Tingo María, 2012

65 páginas; 09 cuadros; 01 fgrs.; 48 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

1. DIGESTIBILIDAD

2. CASCARILLA

3. POLVILLO

4. METABOLIZABLE

5. HARINA

6. PROTEÍNA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

"Año de la Consolidación Económica y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de tesis, reunidos con fecha 03 de agosto del 2012, a horas 6:00 p.m. para calificar la tesis titulada.

DIGESTIBILIDAD APARENTE, ENERGIA DIGESTIBLE Y METABOLIZABLE DE CASCARILLA DE CACAO, POLVILLO DE ARROZ Y HARINA DE PITUCA (*Colocasia esculenta*) EN CUYES (*Cavia porcellus*).

Presentada por el bachiller **Elar FARRO GUEVARA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **"BUENO"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 03 de agosto del 2012.

.....
M.Sc. JUAN LAO GONZALES
Presidente

.....
M.Sc. RAFAEL ROBLES RODRÍGUEZ
Miembro

.....
ING. WAGNER VILLACORTA LÓPEZ.
Miembro

.....
ING. WALTER PAREDES ORELLANA
Miembro - Asesor

.....
M.Sc. MEDARDO DÍAZ CÉSPEDES.
Miembro - Co-Asesor

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis en primer lugar a Dios, ya que gracias a él podemos lograr nuestras metas, nos concede la vida y la salud.

También dedico la presente a los seres que más amo en este mundo: a mi familia por su amor, cariño y comprensión. A quienes tengo presente en todo momento en especial a Yaneth y Tatiana, mi padre Sr. German Farro Santacruz, mis hermanos Leví, Nery, Richard y mis sobrinos Emerson y Piero por la alegría que brindan a mi familia.

Además dedico a mis tíos, primos y amigos. Y a todas aquellas personas que me apoyan incondicionalmente, que siempre están en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores de tesis Ing. Walter Paredes Orellana y al Ing. M.sc. Medardo Díaz Céspedes por su valiosa contribución para la ejecución de la presente tesis y mi formación profesional.

Doy infinitas gracias a mi padre Sr. German Farro Santacruz y a mi tío José Ramiro Farro Santacruz por el apoyo incondicional para la culminación de mi carrera y ejecución de la tesis.

Un agradecimiento especial a las familias Ramos Roncal y Mas Caro quienes me apoyaron en todo momento durante mi formación profesional.

De igual manera un eterno agradecimiento a mis amigos Nixon Mas, Ernesto Rafael, Himer Quito, Gabriel Huamancayo, Leiter Muñoz, Pascual Guevara, Wilfredo Tsamash, Diana Arévalo, Jacson Cartagena, Neil Ramírez y Gilman Pulgar, por su amistad brindada.

No puedo dejar de mencionar a los docentes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial de la Facultad de Zootecnia, aquellos que participaron en mi formación profesional.

- Ing. Marco Rojas Paredes
- Ing. Wagner Villacorta López
- Med. Vet. Teodoro Valencia Chamba
- Med. Vet. Jorge Turpo Calcina
- Med. Vet. Lisandro Tafur Zevallos
- Ing. M.sc. Tulita Alegría Guevara
- Ing. Juan Choque Ticacala
- Ing. Tulio Jurado Baquerizo
- Ing. M.sc. Rafael Robles Rodríguez
- Ing. M.sc. Juan Lao Gonzales
- Ing. Jorge Juárez Moreno
- Ing. M.sc. Ever Cárdenas Rivera
- Ing. Nila Rivera Y Ibárcena
- Ing. Wilfredo Da Cruz Del Águila
- Ing. Miguel Pérez Olano
- Dr. Milthon Muñoz Berrocal
- Dr. Jorge Ríos Alvarado
- Dr. Carlos Arévalo Arévalo
- Ing. Hugo Saavedra Rodríguez
- Ing. Edward Hernández Guevara
- Blog. Carlos Alvares Janampa
- Dr. Rizar Robles Huaynate
- Dr. Daniel Paredes López

ÍNDICE GENERAL

Página

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1.	El cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	3
2.2.	Nutrición y alimentación de los cuyes.....	4
2.2.1.	Necesidades nutritivas.....	5
2.3.	Energía de los alimentos.....	7
2.3.1.	Energía Digestible (ED).....	8
2.3.2.	Energía Metabolizable (EM).....	9
2.4.	Método de colección total.....	10
2.5.	Factores que afectan la determinación de energía.....	10
2.5.1.	Composición de la dieta.....	10
2.5.2.	Nivel de inclusión del insumo.....	11
2.5.3.	Nivel de consumo de alimento.....	11
2.5.4.	Raza y estirpe.....	12
2.5.5.	Ambiente.....	12
2.5.6.	Estrés térmico.....	13
2.6.	La cascarilla de cacao.....	13

2.7.	El polvillo de arroz.....	16
2.8.	La Pituca (<i>Colocasia esculenta</i>).....	18
III.	MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1.	Lugar y fecha de la investigación.....	22
3.2.	Animales.....	22
3.3.	Instalaciones.....	23
3.4.	Alimentación.....	23
3.5.	Sanidad.....	25
3.6.	Metodología del trabajo de investigación.....	26
3.6.1.	Obtención de la cascarilla de cacao polvillo de arroz y harina de pituca (<i>Colocasia esculenta</i>).....	26
3.6.2.	Fase de adaptación.....	26
3.6.3.	Fase de colección.....	27
3.6.4.	Colección de excretas (heces y orina).....	27
3.6.5.	Análisis de laboratorio.....	28
3.6.6.	Calculo de Coeficientes y energía.....	28
3.7.	Variable independiente.....	30
3.8.	Variables dependientes.....	30
3.9.	Análisis estadístico.....	31
3.10.	Distribución de los grupos.....	31
IV.	RESULTADOS.....	32
4.1.	Composición química de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz, harina de pituca (<i>Colocasia esculenta</i>).....	32
4.2.	Coeficientes Digestibles y Nutrientes Digestibles.....	33

4.3.	Energía Bruta (EB), Energía Digestible aparente (EDa) y Energía Metabolizable aparente (EMa) de cascarilla de cacao, polvillo de arroz, y harina de pituca.....	34
V.	DISCUSIÓN.....	35
5.1.	Composición química de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (<i>Colocasia esculenta</i>).....	35
5.2.	Coeficientes Digestibles y Nutrientes Digestibles.....	37
5.3.	Energía bruta (EB), Energía Digestible aparente (EDa) y Energía Metabolizable aparente (EMa) de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca.....	39
VI.	CONCLUSIONES.....	43
VII.	RECOMENDACIONES.....	44
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	47
	ANEXO.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Requerimiento nutritivo de cuyes en diferentes etapas.....	6
2. Valor nutritivo de la cascarilla de cacao.....	15
3. Composición química del polvillo de arroz.....	18
4. Composición química de la pituca (<i>Colocasia esculenta</i>) base fresca.....	21
5. Composición nutricional del alimento balanceado comercial Cuyina E.....	24
6. Contenido nutritivo de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz, harina de pituca y cuyina E.....	25
7. Composición química de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz, pituca (<i>Colocasia esculenta</i>).....	32
8. Coeficientes digestibles y Nutrientes digestibles (promedio \pm	

Desviación Stándar.....	33
9: Energía Bruta (EB), Energía Digestible aparente (EDa) y Energía Metabolizable aparente (EMa) de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (promedio \pm Desviación Stándar).....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución de los grupos.....	31

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones experimentales para procesos metabólicos de la Facultad de Zootecnia y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ciudad de Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco-Perú. El objetivo fue determinar la Digestibilidad aparente, Energía Digestible y Metabolizable de cascarilla de cacao, polvillo de arroz, y harina de pituca en cuyes en crecimiento. La alimentación se realizó por sustitución a una dieta base (cuyina E), los animales fueron distribuidos en cuatro grupos: de los cuales existían tres grupos con insumo problema y un control o dieta base dentro de cada grupo cada animal se consideró una repetición. Grupo 1 = 80 % dieta base + 20 % cascarilla de cacao; grupo 2 = 80 % dieta base + 20 % polvillo de arroz; grupo 3 = 80 % dieta base + 20 % harina de pituca; grupo 4 = 100 % dieta base. Los coeficientes de digestibilidad y metabolibilidad de los nutrientes se calcularon siguiendo el método de MATTERSON (1965). El análisis estadístico de los Coeficientes de Digestibilidad y Metabolibilidad, fueron establecidos a través del promedio y desviaciones estándar de cada uno de los insumos. La Digestibilidad de Nutrientes de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca presentan valores de MSD 39,37 %; 47,23%; 32,2 %, PD 8,71 %; 7,84 % 1,63 % respectivamente; Coeficiente Digestible (CDEB) es: 44,91 %, 56,13 % y 40,03 %; Coeficiente Metabolizable (CM) es 44,4 %, 55,53

%, 36,23 % respectivamente; Energía Digestible (ED) 1794,05 Kcal/k, 2531,88 Kcal/k y 1251,84 Kcal/k, Energía Metabolizable (EM) 1773,77 Kcal/k, 2504,68 Kcal/k y 1133,23 Kcal/k respectivamente.

Palabras claves: cascarilla de cacao, polvillo de arroz, harina de pituca (*colocasia esculenta*), cuyes (*cavia porcellus*), Energía Digestible, Energía Metabolizable.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones experimentales para procesos metabólicos de la Facultad de Zootecnia y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ciudad de Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco-Perú. El objetivo fue determinar la Digestibilidad aparente, Energía Digestible y Metabolizable de cascarilla de cacao, polvillo de arroz, y harina de pituca en cuyes en crecimiento. La alimentación se realizó por sustitución a una dieta base (cuyina E), los animales fueron distribuidos en cuatro grupos: de los cuales existían tres grupos con insumo problema y un control o dieta base dentro de cada grupo cada animal se consideró una repetición. Grupo 1 = 80 % dieta base + 20 % cascarilla de cacao; grupo 2 = 80 % dieta base + 20 % polvillo de arroz; grupo 3 = 80 % dieta base + 20 % harina de pituca; grupo 4 = 100 % dieta base. Los coeficientes de digestibilidad y metabolibilidad de los nutrientes se calcularon siguiendo el método de MATTERSON (1965). El análisis estadístico de los Coeficientes de Digestibilidad y Metabolibilidad, fueron establecidos a través del promedio y desviaciones estándar de cada uno de los insumos. La Digestibilidad de Nutrientes de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca presentan valores de MSD 39,37 %; 47,23%; 32,2 %, PD 8,71 %; 7,84 % 1,63 % respectivamente; Coeficiente Digestible (CDEB) es: 44,91 %, 56,13 % y 40,03 %; Coeficiente Metabolizable (CM) es 44,4 %, 55,53 %, 36,23 % respectivamente; Energía Digestible (ED) 1794,05 Kcal/k, 2531,88

Kcal/k y 1251,84 Kcal/k, Energía Metabolizable (EM) 1773,77 Kcal/k, 2504,68 Kcal/k y 1133,23 Kcal/k respectivamente.

Palabras claves: cascarilla de cacao, polvillo de arroz, harina de pituca (*colocasia esculenta*), cuyes (*cavia porcellus*), Energía Digestible, Energía Metabolizable.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en nuestro país la producción cárnica presenta una serie de deficiencias, las cuales si hubiera medidas tendientes a incrementar dicha producción significaría un ahorro de divisas y un beneficio para la colectividad.

En los últimos años se ha incrementado la crianza de cuyes comercialmente, por la gran demanda de su carne, pero se desconoce los valores exactos de los componentes nutricionales de los insumos tradicionales y no tradicionales usados en la alimentación, tanto en su digestibilidad y metabolicidad.

En la alimentación de los cuyes existen factores que dificultan la formulación de dietas adecuadas, dentro de los cuales se puede mencionar: la falta de información local del valor nutritivo de las materias primas. El uso de los insumos en la elaboración de alimentos balanceados para animales, depende de varias condiciones entre las que sobresalen: disponibilidad en el mercado, facilidad de adquisición, precio e información del contenido y calidad nutricional.

Los cuyes tienden a comer para satisfacer sus requerimientos energéticos, por lo que los nutrientes se deben incluir en la dieta en proporción

a la energía disponible, para evitar desperdicio de nutrientes o una mala productividad. Si bien es cierto poco se ha escrito sobre la energía en nutrición en cuyes, sobre el cual hay problemas que solucionar, ya que existen muchos insumos de interés regional que requieren evaluación y que pueden ser mejor utilizados si se conocen sus valores de energía disponible.

Conocer el contenido de nutrientes digestibles y el energético de los insumos no tradicionales que existen en el trópico, nos permitirá usarlos con mayor precisión y cubrir las necesidades que requiere el cobayo.

Los valores energéticos de los insumos usados en la alimentación de cuyes son referenciales, debido a que no existen valores reales, sobre todo de insumos no tradicionales; para lo cual es necesario encontrar valores de la Energía Digestible (ED) y Energía Metabolizable (EM) de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca, con los que podremos formular dietas que atiendan realmente las necesidades nutritivas de los cuyes en sus respectivas fases con valores mucho más exactos.

Objetivo

Determinar la Digestibilidad aparente, Energía Digestible y Energía Metabolizable de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca en cuyes en crecimiento.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. El cuy (*Cavia porcellus*)

El cuy es un mamífero, que pertenece al orden rodentia y es un animal nocturno, ya que sus actividades no cesan de noche, son extremadamente nerviosos, sensibles al frío, es un animal muy húmedo, sus deyecciones es el 10 % de su peso por día (Aliaga, 1979, citado por CHAUCA 1995).

El cuy esta clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas. (GÓMEZ y VERGARA, 1993).

El cuy es un animal que realiza cecografía, produciendo dos tipos de excretas en forma de pellets, uno rico en nitrógeno que es reutilizado (cecótrofo) y el otro que es eliminado como heces (Vergara 1992, citado por CHAUCA, 1997)

El ciego en los cuyes contiene cadenas cortas de ácidos grasos en concentraciones comparables a las que se encuentran en el rumen (NRC

1995), y la ingestión de celulosa en este organismo puede contribuir a cubrir los requerimientos de energía (ALIAGA *et al.* 2009). La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total (GÓMEZ y VERGARA, 1993).

2.2. Nutrición y alimentación de los cuyes

La nutrición y alimentación son actividades fundamentales en la producción de cuyes, los cuales exigen, al igual que otras especies domésticas, una planificación adecuada para garantizar una producción acorde al potencial genético de la especie (ALIAGA *et al.* 2009).

La nutrición es primordial en la explotación de los cuyes ya que esta especie es precoz que crece con más velocidad en relación con el peso de su cuerpo y producen descendencia a más temprana edad. De este modo resulta de especial importancia el conocimiento de las necesidades nutritivas de manera que las raciones que se suministran en las diferentes etapas contengan todos los nutrientes necesarios (Aliaga, 1979 citado por JAPAN, 2000).

La alimentación es uno de los factores de la producción de mayor importancia en el proceso productivo, ya que representa más del 60 % de los costos totales de producción en la explotación pecuaria. Por esto, cualquier variación en los costos de alimentación repercute fuertemente en los costos

totales, lo cual puede significar el éxito o fracaso de la empresa (ALIAGA *et al.* 2009).

2.2.1. Necesidades nutritivas

Las necesidades de energía están influenciadas por la edad, la actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental. Una vez que estos requerimientos han sido satisfechos, el exceso de energía se almacena como grasa en el cuerpo. El contenido de energía de la dieta afecta el consumo de alimento; los animales tienden a un mayor consumo de alimentos a medida que se reduce el nivel de energía de la dieta (GÓMEZ y VERGARA, 1994).

Tradicionalmente, en la crianza del cuy en nuestro medio, la alimentación es a base de desperdicios o residuos de cocina y suplementada con algún pasto; en otras veces, los mantienen exclusivamente con forrajes verdes durante toda su vida. En esta forma, los cuyes así alimentados, presentan la característica de un crecimiento sumamente lento que no permite su utilización a temprana edad y aprovechar las ventajas de las carnes tiernas y el factor económico (MORENO, 1982)

Los contenidos de Energía Digestible y Energía Metabolizable se ven afectados por la cantidad de alimento consumido, ya que cuanto más consume un animal mas rápido es el paso por el tracto digestivo. Las mayores pérdidas en heces causadas por la mayor ingestión se compensan parcialmente por la reducción en las pérdidas de energía en la orina y como metano. El efecto de la

mayor ingestión sobre la reducción de la EM es más marcado con los alimentos de baja calidad, llegando la reducción hasta el 10 % en los rumiantes al duplicar la ingestión (BONDI, 1989).

CHAUCA (1997) menciona que se han realizado diferentes investigaciones tendentes a determinar los requerimientos nutricionales necesarios para lograr mayores crecimientos. Estos han sido realizados con la finalidad de encontrar los porcentajes adecuados de proteína así como los niveles de energía como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Requerimiento nutritivo de cuyes en diferentes etapas.

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

Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals. 1990. citado por CHAUCA, 1997.

ED= Energía digestible.

2.3. Energía de los alimentos

El alimento es la fuente de energía tanto para el hombre como para los animales. Los carbohidratos, grasas y proteínas que provee el alimento al organismo pueden ser usados como energía para regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales de crecimiento, actividad, producción y reproducción. Según la edad y la especie animal, entre el 70 % y 80 % del total de la materia seca ingerida, se usa para generar la energía necesaria para estas funciones (MAYNARD, 1992).

La energía es esencial para los procesos vitales del cuy, para actividades musculares, síntesis de tejidos, contrarrestar el frío, etc. Nutrientes como carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al cuy, cuando son metabolizados a nivel celular. Sin embargo, la mayor parte de la energía es suministrado por los carbohidratos de los alimentos de origen vegetal por el porcentaje que participan en la dieta (ALIAGA, 1993).

Los cuyes son capaces de regular el consumo de alimento en función a la concentración de energía, lo cual influye sobre el crecimiento y la tasa de conversión de alimento. Las necesidades de energía están influenciadas por la edad, la actividad del animal, el estado fisiológico, nivel de producción y el medio ambiente (Vergara, 2008 citado por ALIAGA *et al.* 2009).

La energía digestible de 3.0 Mcal/k de dieta del cuy fue reportado por CIPRIAN (2005), mientras que el NRC (1995) recomienda niveles de 2,8 a 3,2 Mcal/k de dieta. Sin embargo niveles de energía metabolizable de 3,32; 3,47;

3,46 y 3,30 (testigo) Mcal/k de alimento concentrado y pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) restringido al 20 % del peso vivo, no mostraron diferencias estadísticas significativas en ganancia de peso, reportando valores de 15,32; 14,92; 15,40 y 12,78 g/cuy/día respectivamente (CIPRIAN, 2005).

ACEVEDO *et al.* (2009) sugieren un nivel de Energía Digestible de 3000 Kcal/k de dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética.

2.3.1. Energía Digestible (ED)

Una vez que un alimento se consume y se somete a los procesos de degradación gastrointestinal, el restante se expulsa en las heces. Si al valor de energía bruta se le resta la energía contenida en la materia fecal, se obtiene el parámetro llamado energía digestible, que es indicativo de energía disponible para el animal (SHIMADA, 2005).

Determinando el calor de combustión de las heces y restando este valor de la EB, se obtiene la Energía Digestible aparente. Este valor se califica de aparente porque es la energía fecal que incluye la de productos metabólicos del cuerpo y la del alimento no digerido. La porción metabólica corresponde a los líquidos digestivos y a los residuos de la mucosa intestinal. En sentido estricto, está pérdida es parte de la demanda de mantenimiento del animal. La Energía Digestible verdadera es el valor al que se llega restando solo la

energía fecal de origen alimentario de la ingestión bruta energética (MAYNARD, 1992).

2.3.2. Energía Metabolizable (EM)

La Energía Metabolizable representa la porción de energía de los alimentos que queda disponible para los procesos metabólicos del animal. Por consiguiente la Energía Metabolizable proporciona una medida adecuada del valor nutritivo de los alimentos (BONDI, 1989).

FRANCESCH (2000) menciona que la EM no es un valor constante característico de la dieta o del ingrediente, es una medida biológica característica del animal y depende de todos los factores que intervienen en la digestión y asimilación de nutrientes. Por otro lado los valores de ED y EM se clasifican como aparentes, cuando no se hacen modificaciones y correcciones de los aportes metabólicos y endógenos, que son de origen corporal y que son producidos como consecuencia del proceso digestivo (SHIMADA, 2003).

La metabolibilidad se define como la Energía Metabolizable de un alimento dividida por la Energía Bruta. El valor de la relación entre EM y Energía Bruta varía considerablemente con el tipo de ración y la especie animal en estudio (BONDI, 1989).

2.4. Método de colección total

HILL *et al.* (1960), son los investigadores más frecuentes citados para detallar la metodología y las modificaciones comunes, quienes han incluido la colección total de la excreta (heces y orina).

El método de colección total, consiste en coleccionar toda la excreta producida durante el periodo experimental y por comparación con la ingestión total del alimento, determinar la desaparición de los nutrientes bajo estudio. Las ventajas de esta técnica involucran la medición total del alimento consumido y la cantidad total de excreta eliminada. Las desventajas comprenden el mezclado de la excreta, de modo que puede tomarse una muestra representativa para propósitos analíticos, la contaminación de la excreta con el alimento, que no solamente produce un peso incorrecto sino que también cambia la composición de la excreta, su dificultad al derramar el alimento fuera de los comederos, además de ser laboriosa y de consumir mucho tiempo (Carrew, 1978 citado por JAPAN, 2000).

2.5. Factores que afectan la determinación de energía

2.5.1. Composición de la dieta

El tipo de dieta es una de las variables en los bioensayos de (ED y EM), en pruebas realizadas con insumos solos, los valores encontrados solo son satisfactorios para algunos granos y para otros no (PILARES, 1997).

La dieta más simple es aquella compuesta solamente por insumo en prueba, pero algunos son poco palatables y en prolongadas pruebas con pollos, pueden causar deficiencias nutricionales. Esto induciría a emplear dietas mezcladas, pero en la práctica solamente la dieta de referencia está balanceada con respecto a los nutrientes (SIBBALD, 1982).

La digestibilidad de un alimento no solamente se ve afectada por su propia composición, sino también por la de otros alimentos consumidos al mismo tiempo, preparación de un alimento, los tratamientos más comunes y factores dependientes del animal (Mc Donald, 1979 citado por JAPAN, 2000).

2.5.2. Nivel de inclusión del insumo

El nivel de inclusión del insumo en prueba, en la dieta experimental, es extremadamente importante. Si el insumo en prueba no es palatable, el consumo voluntario de alimento decrece y se obtiene un valor incorrectamente bajo de EM, estos valores pueden ser drásticamente reducidos, conforme se incrementa sus niveles de inclusión en las dietas experimentales (SIBBALD, 1982).

2.5.3. Nivel de consumo de alimento

CHURCH (1994), el animal para consumir un alimento depende de la apariencia, olor, sabor, textura, temperatura y en algunos casos sonidos que producen al ser masticados.

Hill y Anderson, 1968 citado por JAPAN (2000), reportaron que la reducción en el consumo de alimento en pollos, hasta un 30 % del consumo a libre discreción, no cambio los valores de Energía Metabolizable aparente. Por el contrario (Guillaume y Summers, 1970 citado por JAPAN, 2000) demostraron con datos teóricos que los alcances de E_{Ma}, deben disminuir de una manera curvilínea con el consumo de alimento.

2.5.4. Raza y estirpe

DE BLAS y MATEOS (1991) mencionan que varios autores han encontrado diferencias entre los valores de ED, EM, en diferentes animales, razas y estirpes, mientras que otros no han encontrado diferencias significativas.

2.5.5. Ambiente

Las temperaturas ambientales calientes, especialmente si se acompaña de humedad elevada, producen efecto inhibitorio sobre el apetito. Por otro lado las temperaturas frías estimulan generalmente el apetito. Las características de la ración pueden modificar de alguna manera esta influencia, aunque no es de muy alto grado, (CHURCH, 1994).

ENSMIGER (1983), los requerimientos de mantenimiento de los animales aumenta a medida que la temperatura, la humedad y los movimientos de aire se apartan de la zona confort.

NILIPOUR (1994), los pollos de engorde dependen mucho del medio ambiente y los cambios entre estaciones afectan el desempeño. Con más calor hay menos consumo de alimento y a menor calor más consumo, ya es una práctica común incrementar la densidad de los nutrientes en la dieta para compensar por el consumo reducido, los pollos comen menos, pero con un alimento mucho más rico puede satisfacer los requisitos de crecimiento óptimo.

2.5.6. Estrés térmico

ENSMIGER (1983) menciona que es la tensión o sobre carga física o psicológica, cualquier tipo de estrés afecta a los animales. Entre los factores externos que causan estrés en los animales figuran estado de nutrición previo cambio brusco de la ración, cambios de agua, espacio, nivel de producción, hacinamiento de los animales, cambio de alojamiento o de cuidados irregulares, transporte, excitación, presencia de extraños, fatiga, adiestramiento anterior, enfermedades, condiciones de vida, destete, temperatura y cambios climáticos repentinos.

Mc Donald, 1979 citado por JAPAN (2000), menciona que el estrés térmico afecta el consumo de alimento, ganancia de peso el cual debe traer como consecuencia un desequilibrio en el comportamiento animal.

2.6. La cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao es el sub producto de la preparación industrial de las semillas de cacao destinado a la alimentación humana y para la

fabricación de chocolate, esta a su vez representa del 5 al 8% de los granos utilizados. Estos residuos son, en gran parte, absorbidos por la industria farmacéutica, y desde hace algún tiempo atrás, igualmente para la industria de alimentos balanceados (CÓRDOVA, 1993).

La cascarilla de cacao nutricionalmente aporta como todo alimento con macronutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales). Este desecho agro-industrial se considera como una fuente baja de energía debido a que presenta niveles de Energía Digestible menor a 2 500 Kcal/k; que es la base de la fibra para la nutrición animal (MURILLO, 2008).

CÓRDOVA (1993) menciona que la cascarilla de cacao tiene una Energía Digestible de 1 538 Kcal/k; además contiene una elevada cantidad de vitamina D₂ (29 000 U.I por k) que es superior al de cualquier alimento de origen vegetal de empleo corriente. Algunos investigadores atribuyen a la cáscara de cacao un valor nutritivo ligeramente inferior al afrecho de trigo.

VICUÑA (1974) en la UNAS, en un trabajo sobre digestibilidad de la cáscara de cacao en ovinos, comparó los pesos originales de los animales con los respectivos pesos al inicio y al final del periodo experimental, pudiéndose notar que hubo un aumento de peso motivado posiblemente, por una mayor absorción de los elementos nutritivos y por el rápido acostumbramiento de los animales a la nueva ración. Concluye que la cáscara de cacao es un excelente alimento energético y que puede ser utilizado como reemplazante parcial del maíz en forma económica.

CÓRDOVA (1993) la composición media de las cáscaras de cacao desgrasadas, sobre la base de 91 % de MS, es como sigue: 15,8 % de proteína, 0,25 % de grasa, 51 % ELN, 16,42 % de Fibra y 7,5 % de ceniza.

SALDAÑA (1984), realizó un experimento con diferentes niveles de harina de cáscara de cacao (5; 10; 15 y 20 %). Encontró la misma tendencia que en el trabajo de (Almeida, 1976 citado por CÓRDOVA, 1993), es decir, que a medida que los niveles de harina de cáscara de cacao son mayores, la conversión alimenticia es menos eficiente, y es factible utilizar hasta el nivel de 10 %.

Cuadro 2: Valor nutritivo de la cascarilla de cacao.

Valor	Autores		
	HANSEN	KELLNER	UNAS
Nutritivo	%	%	%
Materia Seca	91,3	90,9	91,6
Proteína	16	16,1	15
Grasa	4,9	8,2	8
Nifex	48,4	46	51
Fibra	14,8	13,4	22,3
Ceniza	7,2	7,2	6

Fuente: UNAS. Citado por CÓRDOVA, 1993

2.7. El polvillo de arroz

El arroz después de ser cosechado y sometido a los procesos de molinería, produce varios subproductos de los cuales son conocidos como polvillo, afrechillo, pulido, etc. El pulido de arroz tiene un alto contenido de proteína y aceite; por lo que se utiliza para diversos tipos de alimentos (RODRÍGUEZ, 2007).

GALLINGER *et al.* (2003) define al polvillo como el salvado o afrechillo, que es obtenido por el proceso del pulido del arroz descascarado.

El polvillo de arroz es un producto rico en proteína (15 %), y en aceite (10-20 %). Aportan considerables cantidades de vitaminas del grupo B, y de fósforo (GOMEZ *et al.* 1978). Tiene un sistema enzimático muy activo, que le da bastante inestabilidad durante el almacenamiento. Con tratamientos de inactivación de enzimas, se utiliza el pulido de arroz para extracción de aceites, y en la alimentación animal (RODRÍGUEZ, 2007).

El polvillo de arroz se define como un sub producto de aspecto harinoso, suave y fibroso al tacto, constituido por el pericarpio, el tegumento, parte del grano, en polvo o en fragmentos así como cascarilla (Tortosa y Benedicto de Barber, 1978 citado por LARIOS *et al.* 2005).

El polvillo es la parte o cubierta externa del grano, producido al pilarse el arroz, el cual se encuentra disponible en la zona; que contiene 13,7 % de proteína (con un alto nivel de histidina 2,23 %), alto nivel de manganeso (376

mg/k. de dieta seca), y alto nivel de colina (1 230 mg/k) como se muestra en el cuadro 2. Así como el moyuelo de trigo, tiene alto contenido de fibra que permite preparar pellets con alta flotabilidad cuando es mezclado con maíz y harina de pescado (IIAP, 2005).

El polvillo presenta buenos niveles de muchos de los nutrientes importantes en nutrición, es rico en aceites y tiene alto contenido de proteínas, azúcares y otros carbohidratos. El perfil de aminoácidos generalmente es superior al de otros granos de cereales, además constituye una rica fuente de vitamina B y E (Ferrell, 1994, citado por GALLINGER *et al.* 2003).

VIGIL (1999) determinó el contenido de Energía Metabolizable del polvillo de arroz en aves de carne, utilizando la técnica de colección total de heces. En la cual obtuvo una Energía Metabolizable de 3 559 Kcal/k.

LEESON Y SUMMERS (1991) determinaron que el polvillo de arroz contiene 2,73 Mcal/k de EM, 90 % MS, 11% Proteína, 2,4 % Fibra, 15 % EE y 10 % Ceniza. Por su parte la (NRC 1995) reporta los valores 3,09 Mcal/k de EM, 90 % MS, 12,2 % Proteína, 4,1 % Fibra y 11,5 % Ceniza. Estos datos son en base fresca.

HURTADO. *et al.* (2009) en un trabajo de investigación en cerdos determinó que el polvillo de arroz en raciones presenta un coeficiente de digestibilidad aparente de Materia Seca de 91,95 %, Proteína Bruta 91,77 % y Energía Bruta 87,24 %.

CUADRADO (2011) 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 obteniendo NDT (Nutrientes Digestibles Totales) en TCO (Tal como Ofrecido), polvillo de arroz fino (PAF) 84,83 %, polvillo de arroz mediano (PAM) 63,09 % y polvillo de arroz grueso (PAG) 48,61%. ED (Energía Digestible) para el PAF 3717,15; PAM 2557,35 y PAG 2125,01 Kcal/k TCO.

Cuadro 3. Composición química del polvillo de arroz

Composición	Porcentajes (%)
Materia seca	91
Proteína	12,7
Grasa	13,7
Fibra	11,6
Ceniza	11,6
EM (Kcal/k)	1630

Fuente: Campos EM evaluada en peces (Paco). 1993. Citado por IIAP, 2005.

2.8. La Pituca (*Colocasia esculenta*)

LOAYZA (1979) describe a la pituca como una especie polimorfa que alcanza un tamaño promedio de 1 a 1,5 metros, sus frutos son cormos de forma esférico, elipsoidales simples y ramificado en otros cormos pequeños

laterales o rizomas. La parte externa del fruto está cubierto por escamas fibrosas o es completamente liso dependiendo de la variedad.

(Gonzales 1985, citado por SÁNCHEZ, 1994), define a este vegetal como una planta pródiga de climas cálidos tropicales y subtropicales, se adapta muy bien a suelos húmedos con buen contenido de materia orgánica. Su producción es buena, alcanzando altos rendimientos productivos de 7,5 a 12. Toneladas por hectárea. En nuestro país no está siendo aprovechada adecuadamente; no obstante, se puede convertir en una buena alternativa como alimento para la alimentación animal a nivel del trópico, como ya lo muestran algunos trabajos de investigación que se han llevado a cabo en algunas especies animales (CÓRDOVA, 1993).

MANASES (1970) menciona que en el Perú, se ha podido reconocer tres variedades de *Colocasia esculenta*, llamándose Negra sila, variedad que tiene en la basa del limbo y fusil del caquis una coloración rosada, mientras que la variedad blanca tiene esta porción del caquis un color amarillento claro. La variedad japonesa se distingue por la coloración pigmentada azul morada de su corno.

GONZALES (1973) y MUÑOZ (1986) indican que la utilización de la pituca es diversificada tanto para el consumo humano y como suplemento de raciones balanceadas, en pequeños porcentajes para los animales.

CÓRDOVA (1993) menciona que la pituca tiene un valor nutritivo de 2 740 Kcal/k de Energía Digestible, 7,0 % de Proteína, 6,0 % de grasa, 11 % de Fibra, 1,67 % Ceniza y 79,45 % de Nifex.

Los porcentajes de pituca fresca en raciones son en bajas proporciones, en razones a la toxicidad que causa a los animales. Esto debido al oxalato de calcio y ácido oxálico presente en estas plantas los cuales le dan el sabor picante (Contreras, 1979 y Soto, 1982, citado por SÁNCHEZ, 1994).

El uso de la pituca en la alimentación animal se debe tener cuidado con el problema de intoxicación que puede generarse por el contenido de oxalato de calcio (0,1–0,4 %) presente en estas plantas, principalmente en el consumo de material fresco (CÓRDOVA, 1993).

CARDENAS (1979) reportó que el valor nutritivo de la pituca de acuerdo a su composición química debe ser considerado desde el punto de vista alimenticio como un alimento energético por su alto contenido de almidón o carbohidratos solubles.

PALOMINO *et al.* (2010) en su investigación sobre "Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *Colocasia esculenta*" reportan datos de Materia Seca 90,9 %, Proteína Cruda 4,57 %, Grasa 0,41 %, Ceniza 2,64 % y Energía Digestible 1399,26 Kcal /k.

MUÑOZ (1986) al realizar trabajo de investigación sobre la utilización de niveles de pituca fresca en raciones de cerdos en la fase de engorde,

concluye que es factible el uso de niveles de hasta un 20 %, obteniéndose carcasa con mayor carne, menos grasa y un mejor beneficio económico. Niveles de 10 % de pituca fresca permite mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. También reporta los resultados del análisis químico de la pituca y la ED y EM determinados en cerdos en la fase de engorde en la UNAS – Tingo María.

Cuadro 4. Composición química de la pituca – (base fresca).

Composición	Porcentajes (%)
Humedad	72,22
Materia seca	27,78
Proteína	1,94 a 3,0
Extracto etéreo	0,09 a 0,64
Extracto no nitrogenado	81,78
Fibra	3,14
Nifex	22,41
Ceniza	1,39
Calcio	0,25
Fósforo	0,32
Energía Digestible (Kcal./k)	2740
Energía Metabolizable (Kcal./k)	2247

Fuente: Tesis MUÑOZ 1986. Laboratorio de Nutrición UNAS – Tingo María.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar y fecha de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones experimentales para procesos metabólicos de la Facultad de Zootecnia y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ciudad de Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, geográficamente se encuentra ubicada a 09° 17' 58" de latitud sur y 76° 01' 07" de longitud oeste con una altitud de 660 m.s.n.m. La topografía de la ciudad es ligeramente accidentada, ecológicamente considerada como bosque pre-montano tropical muy húmedo, la temperatura promedio anual es de 24,85 °C, Humedad relativa promedio de 84,09 % y una precipitación pluvial media de 3194 mm distribuidos durante todo el año (UNAS, 2005).

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 4 meses, abarcando los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre de 2011.

3.2. Animales

En el presente estudio se utilizó 20 cuyes machos con un peso promedio de 539 g, de 2 meses de edad, de la línea Inti procedentes del módulo de la Facultad de Zootecnia, los cuales recibieron condiciones similares

de manejo y alimentación; los cuyes fueron identificados y colocados en las jaulas metabólicas de manera individual .

3.3. Instalaciones

El trabajo de investigación se realizó en el bioterio experimental que se ubica en los "toriles" con un área de 12 m², piso de concreto, zócalo de material noble, techo de calamina a dos aguas. Para el experimento se usó jaulas metabólicas individuales de fierro, latón y malla metálica, en forma circular con caída cónica, con un diámetro de 30 cm de altura por una circunferencia de 91 cm; cada jaula contaba con un comedero, bebedero, un recipiente con bolsa plástica donde se colectaban las heces y un baso para la colecta de orina; además el ambiente contaba con un termómetro ambiental para el registro de temperatura y una balanza digital capacidad de 6000 g, con una aproximación a 1 g, para pesar el alimento ofertado y sobrante, heces y orina de los cuyes.

3.4. Alimentación

La cantidad de alimento suministrado durante la evaluación fue de 50 g por animal por día. El suministro del alimento y agua, se realizó dos veces por día a las 6:00 am y 6:00 pm.

Los cuyes fueron alimentados a base de concentrado y en el agua de bebida se adicionó vitamina C, considerando 200 mg/cuy.

La alimentación se realizó por sustitución a una dieta base (cuyina E), los animales fueron distribuidos en cuatro grupos: de los cuales habían tres grupos con insumo problema y un control o dieta base, dentro de cada grupo cada animal se consideró una repetición.

Grupo 1 = 80 % Dieta Base + 20 % Cascarilla de Cacao.

Grupo 2 = 80 % Dieta Base + 20 % Polvillo de arroz.

Grupo 3 = 80% Dieta Base + 20 % Harina de Pituca.

Grupo 4= 100 % Dieta Base (Cuyina E).

**Cuadro 5. Composición nutricional del alimento balanceado comercial
(cuyina E)**

Nutriente	%
Proteína Total	18,00
Carbohidratos	39,00
Grasa	2,00
Fibra	15,63
Humedad	14,00
Calcio	0,80
Fosforo	0,50
Ceniza	10,00
Vitaminas (C)	0,070

Fuente: Alimento balanceado Purina

Los contenidos nutritivos de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz, harina de pituca y Cuyina E, se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Contenido nutritivo de cascarilla de cacao, polvillo de arroz, harina de pituca (*Colocasia esculenta*) y Cuyina E

INSUMOS	M.S %	P T %	FB %	EE %	CEN %	EB Kcal/k
Cascarilla de cacao	94,37	18,08	15,06	2,51	8,06	3994,74
Polvillo de arroz	91,14	12,54	8,36	17,23	10,25	4510,57
Harina de Pituca	94,32	6,41	2,33	0,25	4,32	3127,1
Cuyina E	88,48	16,33	9,89	3,58	6,66	3714,39

3.5. Sanidad

El galpón y las jaulas metabólicas se desinfectaron, con detergente, lejía, formol, cal viva, también se desinfectó los comederos y bebederos; se colocó pediluvio en la entrada del galpón, como medida de prevención a enfermedades.

3.6. Metodología del trabajo de investigación

El método que se empleó para las pruebas de digestibilidad y metabolibilidad fue el de sustitución y colección total (CRAMPTON y HARRIS, 1974).

3.6.1. Obtención de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (*Colocasia esculenta*)

La cascarilla de cacao se obtuvo de la Cooperativa Agroindustrial Naranjillo, posteriormente fue molida en un molino con criba de 1mm THOMAS WILEY modelo 4, del laboratorio de Nutrición animal de la UNAS, el polvillo de arroz se obtuvo directamente de la piladora de arroz, procedente del Alto Mayo Región San Martín. Para obtener la harina de pituca se compró la pituca fresca del mercado de Tingo María, de la variedad blanca, luego fue secada en la estufa a 60 °C por 48 horas. Una vez seca fue molida en un molino con criba de 1mm THOMAS WILEY modelo 4 del laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional Agraria de La selva.

3.6.2. Fase de adaptación

Esta fase tuvo como finalidad la distribución y acostumbramiento del animal en su nueva dieta y ambiente controlado, la densidad poblacional fue un animal por jaula; se suministró el insumo en estudio para evitar la presencia de otros insumos en el tracto gastrointestinal de los animales. El periodo de

adaptación fue de 10 días y se registró: peso inicial, peso final, el consumo de alimento, los cuales sirvieron para determinar el consumo real.

3.6.3. Fase de colección

En la fase de colección se tomaron las siguientes mediciones, peso inicial, peso final y consumo de alimento de los animales. El alimento se suministró en dos partes (mañana y tarde), en proporción 50 gramos a cada cuy por día. Se pesó el alimento ofrecido, alimento sobrante, desperdicios y alimento consumido registrándose todos estos datos diariamente.

Para iniciar y terminar la fase colección se usó un marcador (Oxido Férrico) el cual se proporcionó al cuy el día noveno de la etapa pre experimental y el 6^{to} día de la fase de colecta

3.6.4. Colección de excretas (heces y orina)

La colección de las heces se realizó diariamente en bolsas extendidas dentro de recipientes de plástico que aseguraban la colección de las mismas las cuales fueron colocadas debajo de la jaula. Se pesaron las heces totales frescas para luego ser secados a 60°C por 48 horas en una estufa de aire circulante. La recolección de la orina se realizó en vasos con tapa de gaza para evitar el ingreso de material extraño y la contaminación con las heces, todos los días, luego de ser medidos se guardaban en refrigeración en recipientes que contenían 20 ml de H₂SO₄ a 0,1 N. Al terminó de la colección, las muestras de orina fueron trasladados al laboratorio de Nutrición

Animal donde se filtró en papel filtro, de los cuales se extrajo 10 ml para ser vaciado sobre una placa petri que contenía papel filtro, luego fue secado a 110 °C/48 horas en una estufa de aire circulante hasta obtener una textura crocante (adaptado de SANZ *et al.* 2001).

3.6.5. Análisis de laboratorio

Se tomaron muestras de la dieta base (Cuyina E), dieta problema (80% Cuyina E + 20% insumo prueba), insumos en estudio (cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca) para determinar MS, PB, EE, FC, CEN y ELN. De las heces se determinó MS, PB; siguiendo la metodología descrita por (AOAC, 1997).

En las mismas muestras y orina se determinó la EB en una bomba calorimétrica modelo Parr Adiabatic Calorimeter; siguiendo la metodología de bomba calorimétrica.

3.6.6. Cálculo de Coeficientes y Energía

Los coeficientes de metabolibilidad y digestibilidad de los nutrientes se calcularon siguiendo el método de MATTERSON (1965).

Coeficiente de digestibilidad

$$CD_{NUTRIENT.} = \frac{N_{CONS} - N_{EXCR}}{N_{CONS}} 100$$

Donde:

N_{CONS} = Nutriente consumido.

N_{EXCR} = Nutriente excretado en las heces.

Coefficiente de Metabolicidad del insumo en estudio.

$$CMIE = \frac{CMDB + (CMDP - CMDB)}{\% \text{ de sustitución}}$$

Donde:

CMIE = Coeficiente de Metabolicidad del insumo en estudio

CMDB = Coeficiente de Metabolicidad de la Dieta Base.

CMDP = Coeficiente de Metabolicidad de la Dieta Problema

Determinación de la Energía Digestible (ED)

A partir de los valores de energía bruta obtenidos y con el empleo de la fórmula propuesta por (CRAMPTON y HARRIS, 1974) se calculó la Energía Digestible.

$$ED = \frac{EB - EBh \times Qh}{La}$$

Donde.

ED = Energía Digestible del Alimento (Kcal/k).

EB = Energía Bruta del Alimento (Kcal/k).

EBh = Energía Bruta de las heces (Kcal/k).

Qh = Cantidad de heces Producidas por día (k).

La = Cantidad de alimento ingerido por día (k).

Determinación de la Energía Metabolizable (EM)

$$EM \text{ (Kcal/k)} = \frac{ET_{tsi} \times CM_{tsi}}{100}$$

Donde:

EM = Energía Metabolizable.

ET_{tsi} = Energía total de los insumos.

CM_{tsi} = Coeficiente Metabolizable de los insumos.

3.7. Variable independiente

Cascarilla de cacao

Polvillo de arroz.

Pituca (*Colocasia esculenta*).

3.8. Variables dependientes

- Composición química:
 - Materia Seca (MS)
 - Proteína Bruta (PB)
 - Energía Bruta (EB)
 - Coeficiente de Digestibilidad (CD)
 - Coeficientes Metabolizable (CM)
- Energía Digestible aparente (Kcal/k)
- Energía Metabolizable aparente (Kcal/k).

3.9. Análisis estadístico

Los Coeficientes de Digestibilidad y Metabolicidad, fueron establecidos a través del promedio y desviación estándar de cada uno de los insumos.

3.10. Distribución de los grupos

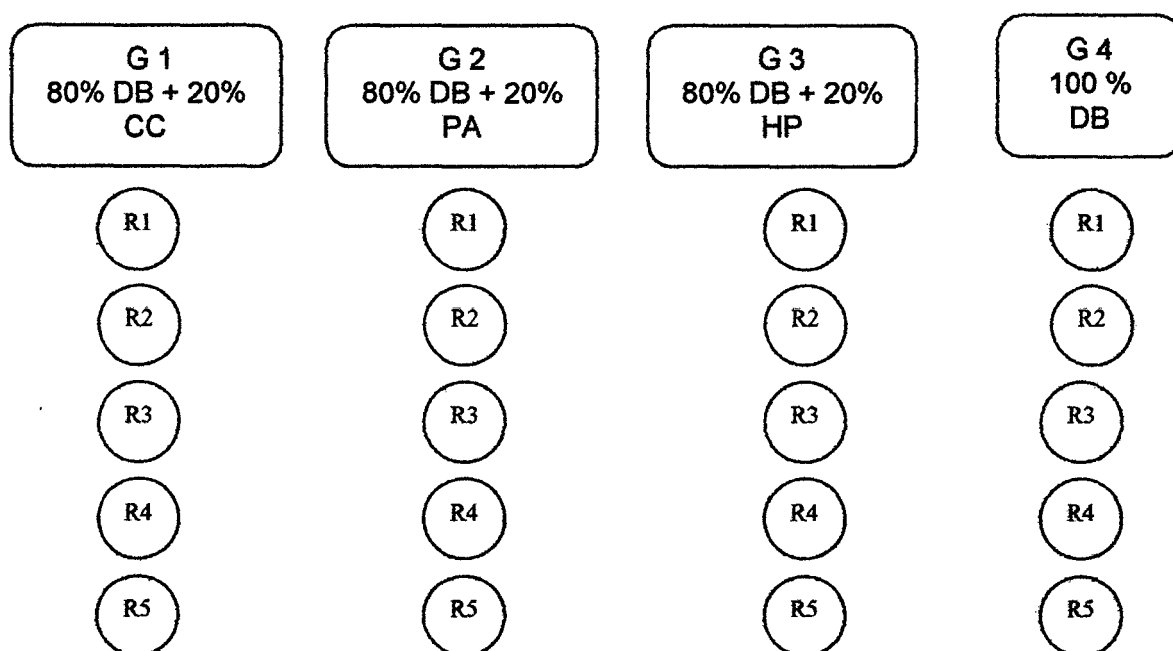


Figura 1. Distribución de los grupos.

IV. RESULTADOS

4.1. Composición química de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (*Colocasia esculenta*).

El cuadro 7: muestra que la cascarilla de cacao tiene un alto contenido de PB 18,8 %, la cual sería muy bien aprovechada en la alimentación de los cuyes; ya que también posee un alto contenido de FB 15,06 %.

El mismo cuadro nos muestra que el polvillo de arroz es un insumo energético que contiene 4 510,57 Kcal/k de EB, pero a su vez muestra un 17,23 % EE; la cual hace que sea un insumo que rápidamente se rancie.

Cuadro 7: Composición química de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz, pituca (*Colocasia esculenta*).

INSUMOS	M.S %	P B %	FB %	EE %	CEN %	ELN %
Cascarilla de cacao	94,37	18,08	15,06	2,51	8,06	50,66
Polvillo de arroz	91,14	12,54	8,36	17,23	10,3	42,76
Harina de Pituca	94,32	6,41	2,33	0,25	4,32	81,01

4.2. Coeficientes Digestibles y Nutrientes Digestibles.

En el cuadro 8: se observa que la cascarilla de cacao y polvillo de arroz presentan CDPB similares, incluso mucho mayor que la harina de pituca; esta similitud también se aprecia en la PD; el mismo cuadro muestra un 56,13% de CDEB para el polvillo de arroz. Estos valores nos indican las virtudes de estos insumos que pueden ser aprovechados en la alimentación animal, sobre todo existen en la zona a costos bajos.

Cuadro 8: Coeficientes Digestibles y Nutrientes Digestibles (Promedio \pm Desviación Stándar)

Coeficiente de digestibilidad (CD)	cascarilla de cacao %	polvillo de arroz %	harina de pituca %
CDMS	41,72 \pm 6,0	51,82 \pm 9,8	34,37 \pm 9,34
CDPB	48,17 \pm 10,91	48,0 \pm 10,53	25,43 \pm 11,1
CDEB	44,91 \pm 6,23	56,13 \pm 8,9	40,03 \pm 8,49
Nutrientes digestibles (ND)			
MSD	39,37 \pm 5,66	47,23 \pm 2,63	32,42 \pm 8,8
PD	8,71 \pm 2,41	7,84 \pm 3,14	1,63 \pm 1,99

4.3. Energía Bruta (EB), Energía Digestible aparente (EDa) y Energía Metabolizable aparente (EMa) de cascarilla de cacao, polvillo de arroz, y harina de pituca.

En el cuadro 9: se observa que el polvillo de arroz es superior a la cascarilla de cacao y harina de pituca tanto en CDEB 56,13 %, CM 55,53 %, Eda 2531,88 Kcal/k y 2504,68 Kcal/k de EMa.

Cuadro 9. Energía Bruta (EB), Energía Digestible aparente (EDa) y Energía Metabolizable aparente (EMa) de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (Promedio \pm Desviación Stándar).

	Cascarilla de Cacao	Polvillo de arroz	Harina de Pituca
Energía Bruta			
EB Kcal/k	3994,74	4510,57	3127,1
Coefficiente digestible			
CDEB %	44,91 \pm 5.66	56,13 \pm 8,9	40,03 \pm 8,49
CM %	44,4 \pm 5.84	55,53 \pm 8,31	36,23 \pm 8,07
EDa Kcal/k	1794,05 \pm 248.9	2531,88 \pm 252,47	1251,84 \pm 265,4
EMa Kcal/k	1773,77 \pm 233.4	2504,68 \pm 273,65	1133,23 \pm 348,5

V. DISCUSIÓN

5.1. Composición química de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz, harina de pituca (*Colocasia esculenta*).

El análisis químico proximal de la cascarilla de cacao según el cuadro 7, indican valores de 94,37 % MS, 18,08 % PB, 15,06 % FB, 2,51 % EE, 50,66 % ELN y 8,06 % CENIZA. Los cuales son superiores a los datos reportados por (Hansen, 1990 citado por CORDOVA, 1993) en cuanto a MS, PB, FB, ELN y CENIZA; pero en cuanto a EE. Los resultados obtenidos son inferiores. Por su parte (CÓRDOVA, 1993) reporta datos inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, en cuanto a MS, PB y CENIZA, pero en FB y ELN los datos obtenidos son inferiores.

La variación entre los datos obtenidos y los reportados por otros autores se debe probablemente a factores independientes del insumo o dieta. Por lo tanto, el principal factor dependiente del alimento o dieta es la composición química, es así como en el caso de pastos, granos y cereales, influye el factor especie, variedades, estación del año, edad de la planta, fertilización, porción de la planta; están estrechamente relacionados con su composición química, la que a su vez es determinante sobre su digestibilidad, como menciona (CORDOVA, 1993).

El análisis químico del polvillo de arroz según el cuadro 7, indican valores de 91,14 % MS, 12,54 % PB, 8,36 % FB, 17,23 % EE y 10,25 % CENIZA. Coincidiendo con los datos reportados por el (IIAP 2005) con respecto a los valores de MS, PB y CENIZA; pero con respecto a FB es inferior y EE superior a lo reportado por mencionado autor. La superioridad en cuanto a EE se supone que es debido a la variedad del arroz que fue extraído el polvillo de arroz, ya que existen variedades con alto contenido de grasa como las variedades Conquista y Capirona. Por su parte (GOMEZ *et al.* 1978) menciona que el pulido es un producto rico en proteína (15 %), y en aceite (10-20 %) coincidiendo con lo obtenido.

Así mismo (LEESON y SUMMERS, 1991) determinaron que el polvillo de arroz contiene 90 % MS, 11 % Proteína, 2,4 % fibra, 15 % EE y 10 % ceniza. Por su parte la (NRC 1995) reporta los valores: 90 % MS, 12,2 % proteína, 4,1 % fibra y 11,5 % ceniza. Estos datos son en base fresca. Los cuales son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo.

El análisis químico de la harina de pituca según el cuadro 7, indican valores de 94,32 % MS, 6,41% PB, 2,33 % FB, 0,25 % EE, 4,32 % CENIZA y 81,01 % ELN. Los cuales son superiores a los datos reportados por (PALOMINO *et al.* 2010). Por su parte (CÓRDOVA (1993) reporta valores superiores en cuanto a proteína 7,0 %, grasa 0.6 % y fibra 11 %; pero en cuanto a ceniza 1,67 % y Nifex 79,45 %, reporta valores inferiores a lo obtenido en el presente estudio. Así mismo (MUÑOZ, 1986) en base fresca,

reporta valores de 27,78 % MS, 1,94 a 3,0 % Proteína, 0,09 a 0,64 % EE, 3,14 % Fibra y 1,39 % Ceniza.

(NUÑEZ, 1989) menciona que la variación de estos valores se debe al tipo de suelo, edad de la planta y la variedad que se cultive. Por su parte (MANASES, 1970) menciona que en nuestro medio se a podido reconocer tres variedades de *Colocasia esculenta*.

5.2. Coeficientes digestibles y nutrientes digestibles

Los Coeficientes Digestibles de la cascarilla de cacao según el cuadro 8: indican valores de 41,72 % CDMS, 48,17 % CDPB y 44,91 % CDEB, por su parte VICUÑA (1974) reporta valores de 93,54 % de DMS, mediante la técnica *in vivo* en ovinos, pero a su vez los resultados obtenidos en dicho estudio son superiores en CDM, a los reportados por (ROSALES y TANG, 1996) quienes reportan 31,46 %CDMS harina cáscara de cacao (ensayo fue realizado *in vitro*). Quien menciona que la digestibilidad fue baja, como consecuencia de su alto nivel de fibra cruda.

Los Coeficientes Digestibles del polvillo de arroz según el cuadro 8 indican 51,82 % CDMS, 48,0 % CDPB y 56,13 % CDEB, siendo inferior a lo reportado por (ROSALES y TANG, 1996), quien reporta 64,89 % CDMS (trabajo realizado *in vitro*), a su vez (ROSTAGNO *et al.* 2005) reportan valores superiores a los obtenidos en la investigación con respecto a CDPB 77,67 % en aves y 77,44 % cerdos. Esta variación se debe a la especie animal y tamaño del tracto digestivo que es variado tanto en cerdos, aves y cobayos.

Las variaciones en los Coeficientes de Digestibilidad de los insumos son variables, dependiente de muchos factores. Así la digestibilidad de un alimento que está compuesto de almidones, azúcares o proteínas es fácilmente atacado por las enzimas de los jugos digestivos, por lo tanto, es un alimento muy digestible. En cambio un alimento que contiene los mismos compuestos, pero rodeados de una capa fibrosa a través del cual no pueden penetrar los jugos digestivos. Como se ha mencionado, la digestibilidad está afectada por muchos factores, los cuales pueden ser dependientes del animal o dependientes del alimento o dieta (CORDOVA, 1993)

Los Coeficientes Digestibles de la harina de pituca según el cuadro 8 indican 34,37 % CDMS, 25,43 % CDPB y 40,03 % CDEB. Según los resultados se puede apreciar que es una digestibilidad baja, esto es debido a la presencia de factores antinutricionales presentes como el oxalato de calcio y ácido oxálico presente en estas plantas los cuales le dan el sabor picante (Contreras, 1979 y Soto, 1982, citado por SÁNCHEZ, 1994).

Los Nutrientes Digestibles de la cascarilla de cacao según el cuadro 8 indican 39,37 % de MSD y 8,71% de PD. Estos valores de ND son bajos los cuales se cree por el alto contenido de fibra de la cascarilla de cacao el cual está ligado a los nutrientes, por lo tanto no fue aprovechada eficientemente por el cobayo a pesar de su anatomía digestiva que presenta un ciego funcional, lo cual permite tener dos tipos de digestión: una enzimática, a nivel del estómago

y otra microbial a nivel del ciego, en el cual se da la fermentación y degradación de la fibra (GÓMEZ y VERGARA, 1993).

Los Nutrientes Digestibles de polvillo de arroz según el cuadro 8 indican 47,23 % de MSD y 7,84 % PD, los cuales son inferiores a los datos reportados por (ROSTAGNO *et al.* 2005) con respecto a PD 10,8 % en aves y 9,86 % en cerdos. Dicha variación se debe al tipo de animal, raza, estirpe, sexo y edad de los animales en quien se realizó el ensayo (DE BLAS y MATEOS, 1991)

Los Nutrientes Digestibles de la Harina de pituca según el cuadro 8 indican 32,42 % de MSD y 1,63 % de PD, según los resultados podemos ver que existe una baja digestibilidad de nutrientes, esto debido a la composición química y a la presencia de factores antinutricionales que afectan el consumo, como el oxalato de calcio y ácido oxálico presente en estas plantas los cuales le dan el sabor picante (Contreras, 1979 y Soto, 1982, citado por SÁNCHEZ, 1994).

5.3. Energía Bruta (EB), Energía Digestible aparente (EDa) y Energía Metabolizable aparente (EMa) de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz, y harina de pituca.

La Energía Bruta, Digestible y Metabolizable la cascarilla de cacao según el cuadro 9, son EB 3 994,74 Kcal/k, EDa 1794.05 Kcal/k y EMa 1773.77 Kcal/k. lo cual es superior en energía digestible (ED) con respecto a lo reportado por (CORDOVA 1993) quien reporta 1 538 Kcal/k. por su parte

(MURILLO, 2008) reporta niveles superiores de ED a lo obtenido en la presente investigación; este a su vez menciona que valores inferiores a 2 500 Kcal/k de ED se considera bajos.

Esta variación se debe a la edad de la planta tipo de suelo variedad, tipo de dieta, las cuales son variables en los bioensayos de (ED y EM), en pruebas realizadas con insumos solos, los valores encontrados solo son satisfactorios para algunos granos y para otros no (PILARES, 1997).

La Energía Bruta, Digestible y Metabolizable del polvillo de arroz reportado en el cuadro 9, indican EB 4 510,57 Kcal/k, EDa 2 531,88 Kcal/k y EMa 2 504,68 Kcal/k. dichos resultados son superiores en EB, pero inferiores en EDa y EMa, a lo reportado por (ROSTAGNO *et al.* 2005) EB 4 394 Kcal/k, ED 3179Kcal/k en cerdos y EM 2 534 Kcal/k en aves, 3 111 Kcal/k en cerdos. Esta variación se debe al tipo de animal en la cual fue realizado el ensayo como menciona (DE BLAS y MATEOS, 1991) que varios autores han encontrado diferencias entre los valores de ED y EM, en diferentes animales, razas y estirpes.

Con respecto a ED los valores encontrados si coinciden con los valores de polvillo de arroz mediano (PAM) obtenidos por (CUADRADO, 2011) quien reporta valores de Energía Digestible (ED) para el polvillo de arroz fino (PAF) 3 717,15Kcal/k polvillo de arroz mediano (PAM) 2 557,35 Kcal/k y polvillo de arroz grueso 2 125,01 Kcal/k.

Respecto al valor de EM que muestra el cuadro 9, es inferior a los reportados por (LEESON y SUMMERS, 1991) quienes mencionan que el polvillo de arroz contiene 2,73 Mcal/k de EMa, Por su parte la (NRC 1995) reporta los valores 3,09 Mcal/k de EMa el cual también es superior a lo reportado. Por su parte (CORDOVA, 1993) reporta que el polvillo de arroz posee una energía metabolizable de 2000 Kcal/k, el cual es inferior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

Esto se atribuye a la variedad y calidad de polvillo de arroz es variada ya que existe diferente textura, también depende del tipo de molino o industria molinera del cual fue extraída, ya que existen polvillos finos, medianos (con presencia de arroz chancado) o polvillo grueso (con presencia de cascarillas de arroz) como lo menciona (CUADRADO, 2011).

La Energía Bruta, Digestible y Metabolizable de la harina de pituca según el cuadro 9, indican EB 3127,1 Kcal/k, EDa 1251,84 Kcal/K y EMa 1133,23 Kcal/k respectivamente, los cuales son inferiores a los datos obtenidos por (MUÑOZ 1986) quien reporta valores de 2740 Kcal/k de ED y 2247 Kcal/k de EMa, de pituca fresca en cerdos en fase de engorde; a su vez (PALOMINO *et al.* 2010) reporta 1399.26 Kcal/k de Energía Digestible

CORDOVA (1993) menciona que las variaciones existentes en los valores de ED y EM, se deben a una serie de factores como: variables relacionadas con la especie, tipo de animal (raza y estirpe, sexo y edad); variables relacionadas con el medio ambiente del ensayo, procesado de la

dieta y composición de la dieta y consumo. El contenido de fibra de un alimento influye en la EDa y EMa del mismo, observándose que esta disminuye al incrementarse del porcentaje de fibra bruta del ingrediente estudiado. En general puede considerarse que la disminución supone alrededor de 90 Kcal/k por cada punto que aumenta el % de FB del alimento (DE BLAS y MATEOS, 1991).

VI. CONCLUSIONES

La Digestibilidad de Nutrientes de la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca presentan valores de MSD 39,37 %, PD 8,71 %; MSD 47,23 %, PD 7,84 % y MSD 32,2 %, PD 1,63 % respectivamente.

El Coeficiente Digestible, Metabolizable, de Energía Digestible aparente y Energía Metabolizable aparente para la cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca son CDEB 44,91 %, 56,13 % y 40,03 %, CM 44,4%, 55,53 %, 36,23 % respectivamente.

La Energía Digestible (ED) de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca son: 1 794,05 Kcal/k, 2 531,88 Kcal/k y 1 251,84 Kcal/k y la Energía Metabolizable (EM) de los insumos antes mencionados es 1 773,77 Kcal/k, 2 504,68 Kcal/k y 1 133,23 Kcal/k respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar más trabajos de investigación sobre Energía Digestible y Metabolizable de la Cascarilla de cacao, Polvillo de arroz y Harina de Pituca, en la fase de crecimiento y acabado en cuyes.
- Realizar trabajos de digestibilidad y metabolicidad con 40 % de sustitución del insumo problema.
- Trabajar con mayor número de animales, para tener datos mucho más exactos.

**APPARENT DIGESTIBILITY, DIGESTIBLE AND METABOLIZABLE ENERGY
OF COCOA FINE HUSK, RICE POWDER AND PITUCA FLOUR (*Colocasia
esculenta*) IN GUINEA PIGS (*Cavia porcellus*).**

ABSTRACT

The present research was performed in the experimental unity for metabolic processes of Zootechny Faculty and Animal Nutrition Laboratory of the National Agrarian University of the Forest, Leoncio Prado Province, Huánuco Department – Perú. The aim was to determine the apparent digestibility, digestible and metabolizable energy of cocoa fine husk, rice powder, and pituca flour in growing guinea pigs. Feeding was done by substitution of a basal diet (cuyina E), the animals were distributed in four groups: there were three groups with input problem and a control or basal diet (cuyina E), inside every group each animal was considered to be a repeat, (Cuyina E). Group 1 = 80 % basal diet + 20 % cocoa fine husk; grupo 2 = 80 % basal diet + 20 % rice powder; grupo 3 = 80 % bsal diet + 20 % pituca flour; grupo 4 = 100 % basal diet. Nutrients digestibility and Metabolicity coefficients were calculated according to Matterson method (1965). The Statistical Analysis of Metabolicity and digestibility coefficients were set using average and standard deviations of each ingredient. Nutrient digestibility of cocoa fine husks, rice powder and pituca flour present MSD values of 39.37%, 47.23%, 32.2%; PD 8.71%; 7.84%, 1.63%; Digestible Coefficient (CDEB) 44.91%, 56.13%

and 40.03%; Metabolizable coefficient (CM) 44.4%, 55.53%, 36.23%; Digestible energy (DE) 1794,05 and Kcal/kg, 2531.88 Kcal/kg and 1251.84 Kcal/kg and metabolizable energy 1773.77 kcal/kg 2504.68 kcal/kg 1133.23 kcal/kg respectively.

Key words: cocoa fine husk, rice powder, pituca flour (*Colocasia esculenta*), guinea pigs (*Cavia porcellus*), digestible energy, metabolizable energy.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO G., AGUILERA R., ALCAYAGA T., ALFARO C. 2009. Secuencia Lógica de Evaluaciones para Determinar el Valor Nutritivo de un Alimento Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Universidad de Chile [En línea]: u-cursos (https://www.ucursos.cl/veterinaria/2009/1/PG062/1/material_docente/objeto/1553). Documento, 16 Abr. 2009).

ALIAGA, R. 1993. Crianza de cuyes. Instituto Nacional de Investigación agraria. Lima, Perú. 97 p.

ALIAGA, L., MONCAYO, R., RICO, E., CAYCEDO, A. 2009. Producción de cuyes. Primera edición. Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientae. Lima – Perú. 808 p.

AOAC. 1997. Official Methods of Analysis (15 th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington.

BONDI, A. 1989. Nutrición Animal. 1^{era} Edición. Editorial Acribia. 600 p.

CARDENAS, E. 1979. Composición química de la pituca en la zona de Tingo María. Revista trópicultura (1). UNAS. 14 p.

- CHAUCA, F.L. 1995. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. *Revista Mundial de Zootecnia* 83 (2): 9-19 p.
- CHAUCA, F. 1997. Producción de cuyes (*cavia porcellus*, L), instituto nacional de investigación agraria (INIA), la Molina, Lima- Perú. 134 p.
- CHURCH, C. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Edit. Limusa. México. 438 p.
- CORDOVA, P. 1993. Alimentación Animal. CONCYTEC. Edit. EDITEC del Perú S.R.Ltada. Lima Perú. 244 p.
- CIPRIAN, R. 2005. Evaluación del tamaño de partícula y nivel de fibra en el concentrado para cuyes (*Cavia porcellus*L) en crecimiento. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 82 p.
- CRAMPTON, W. Y HARRIS, E. 1979. Nutrición Animal Aplicada. Editorial Acribia. 756 p.
- CUADRADO, L. I. 2011. Valoración Energética de Polvillo de Arroz y Afrecho de Trigo Utilizando en la Alimentación de Cuyes (*Cavia porcellus*). Lima. Tesis Ingeniero Zootecnista. Publicado el 2 de marzo de 2012. <http://hdl.handle.net/123456789/1659>. 82 p.
- DE BLAS, C. y MATEOS, G. 1991. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Edit. AEDOS. Madrid, España. 263 p.

- ENSMINGER. 1983. Alimentos y nutrición de los animales. Edit. El Ateneo, Argentina. 683 p.
- FRANCESCH, M. 2000. Sistemas para la valoración energética de los alimentos en aves. XVI reunión ALPA, en Montevideo – Uruguay. pp.: 35- 42.
- GÓMEZ, C., VERGARA, V.1993. Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares. INIA. Perú. 38-50 p.
- GOMEZ, C., VERGARA, V. 1994. Fundamentos de la Nutrición y Alimentación. Serie Guía Didáctica sobre Crianza de Cuyes. INIA-CIID. Lima, Perú. 38 p.
- GOMEZ, G., ALVARADO, F., CHAMORRO, J. y MANER, J. 1978. Utilización de las puliduras (polvillo) de arroz en raciones para cerdos en crecimiento – acabado. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, Mc Graw-hill. 26 p.
- GONZALES, U. 1973. Sustitución de maíz por Pituca (*Colocasia esculente*) en raciones de crecimiento y engorde de pollos parrilleros. Tesis Ing. Zootecnista UNAS – Tingo María. 52 p.
- HILL, F. y ANDERSON, L; RENNER, R. and CARREW, J. 1960. Studies of Metabolizable Energy of Grain Products for chickens, poultry Sci (39): 573 -579 p.

- IIAP, 2005. Composición Química De Los Insumos Más Frecuentes Disponibles En La Amazonia Peruana. Revista amazónica. 21 p.
- JAPAN, R. 2000. Determinación de energía metabolizable de insumos tradicionales en cuyes (*Cavia cobayo*) en Tingo María. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María, Perú. 43 p.
- LARIOS, A., PORCAYO, J., HÉCTOR, M., VARALDO, P. 2005. Obtención de una harina del pulido de arroz son bajo contenido de fibra detergente neutro. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Pp. 29 – 32.
- LEESON, S. y SUMMERS, J. 1991. Comercial poultry nutrition. 1 ed. University Books. Ontario Canada. 283 p.
- LOAYZA, J. 1979. Algunas plantas tuberosas en la zona de Tingo María. Revista tropicultura N° 1 UNAS – Tingo María.
- MANASES F. 1970, Importancia de la pituca para la alimentación humana. Universidad nacional Federico Villareal. Lima– Perú
- MAYNARD. L, A. 1992. Nutrición animal. Séptima edición. Editorial Prensa Técnica. S. A. de C. V. México. 640 p.

- MORENO, R, A. 1982. Producción de animales menores I. CUYES. Departamento de Producción animal. UNAM. 104 pág.
- MUÑOZ, S. 1986. Utilización de diferentes niveles de pituca fresca (*Colocasia esculenta*) en raciones para cerdos en la fase de engorde. Tesis Ing. Zootecnista. UNAS – Tingo María. 70 p.
- MURILLO, I. 2008. Evaluación de 2 Dietas Experimentales con Diferentes Niveles de Cascarilla de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en las Fases de Crecimiento y Acabado de Cuyes (*Cavia porcellus* L.) de Raza Andina. Guayaquil- Ecuador. 76 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1995. Nutrient Requirement of Laboratory animal. Washington D.C. National Academy Press. 96 p.
- NILIPOUR, A. 1994. Alimentación de pollos de engorde. Industria avícola. EE. UU. 41 (10): 28 - 29.
- NUÑEZ, R. 1989. Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de pituca en la elaboración de panes enriquecidos con hidrolizado de pescado. Tesis U. N. F. V. Lima – Perú. 67 p.
- PALOMINO, C. MOLINA, Y. PÉREZ, E. 2010. Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *Colocasia esculenta*(L.) Schott y *Xanthosoma sagittifolium*(L.) Schott. Instituto de

Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Paginas. 58 -66.

PILARES, D. 1997. Determinación de energía metabolizable de la grasa acida estearina y ácidos grasos de pescado en pollos de carne. Universidad Nacional Agraria la Molina. Escuela Post-grado, especialidad de Nutrición. Tesis para mostrar el grado de Magister Scientiae, Lima Peru. 255 p.

RODRÍGUEZ, M. 2007. Determinación de la Composición Química y Propiedades Físicas y Químicas del Pulido de Arroz (*Oryza sativa L.*). Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencia de los Alimentos. Universidad Austral De Chile. 52 p.

ROSALES, J y TANG, T. 1996, Folia Amazónica vol. 8(2). Composición Química y Digestibilidad de Insumos Alimenticios de la Zona de Ucayali. IIAP. 15 p.

ROSTAGNO, H. TEIXEIRA, L. LOPEZ, J. GOMEZ, P. FLÁVIA DE OLIVEIRA, R. LOPEZ, D. SOARES, A. 2005. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales (Tablas Brasileñas para aves y Cerdos). 2º edición. Universidad Federal de Vicosa - Brasil. 196 p.

SALDAÑA, M. 1984. Utilización de diferentes niveles de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en raciones para cuyes en engorde.

Tesis Ing. Zoot. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María
– Huánuco, Perú. 57 p.

SÁNCHEZ, E. 1994. Utilización del Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) y la pituca (*Colocasia esculenta*) en estado fresco en la alimentación de cerdos en la fase de acabado. Tesis Ing. Zootecnista. UNAS- tingo María. 78 p.

SANZ, P., SURRA M., OBIOLS I., SEGUÍ, P. 2001. Relación entre el nivel de grasa de ingestión y la excreción urinaria de nitrógeno y energía en gazapos en crecimiento y cebo. Vol. 16(2) [En línea]: INIA (http://www.inia.es/gcontrec/pub/sanz_1161095888234.pdf, Documento, 8 oct. 2008)

SHIMADA, M., 2003. NUTRICION ANIMAL. 1^{era} edición. Edit. Trillas. México. 371p.

SHIMADA, M., 2005. NUTRICION ANIMAL. 2^{era} edición. Edit. Trillas. México. 388 p.

SIBBALD, R. 1982. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a Review. Can. J, anim. Sci. (62): 983- 1048.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. 2005. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.

VICUÑA, D. 1974. Digestibilidad de la cáscara de cacao en ovinos. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María-Perú. 49 p.

VIGIL, J. 1999. Determinación de la energía metabolizable para aves del polvillo de arroz por 2 métodos. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

ANEXO

Cuadro10. Composición química de las dietas evaluadas divididas por grupos

Dietas en estudio	MS	PT	FB	EE	CENIZA	EB
(grupos)	%	%	%	%	%	Kcal/k
G 1	89,13	17,34	10,924	3,366	6,94	3812,45
G 2	89,36	16,35	9,584	6,31	7,378	3859,49
G 3	88,38	15,70	8,378	2,914	6,192	3644,36
G 4	88,48	16,33	9,89	3,58	6,66	3714,39

Grupo 1 = 80% Dieta Base + 20 % cascarilla de cacao

Grupo 2= 80 % Dieta Base + 20 % polvillo de arroz

Grupo 3 = 80 % Dieta Base + 20 % harina de pituca

Grupo 4 = 100 % Dieta Base (Cuyina E).

Cuadro 11. Peso inicial y peso final de los cuyes durante la etapa pre experimental y experimental

RACIÓN		ETAPA PREEXPERIMENTAL		ETAPA EXPERIMENTAL	
		Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	Peso inicial (gr)	Peso Final (gr)
R1	80 % cuyina + 20 % cascarilla de cacao	400	450	450	485
R2	80 % cuyina + 20 % cascarilla de cacao	518	556	556	585
R3	80 % cuyina + 20 % cascarilla de cacao	528	578	578	615
R4	80 % cuyina + 20 % cascarilla de cacao	526	563	563	589
R5	80 % cuyina + 20 % cascarilla de cacao	500	546	546	585
R1	80 % cuyina + 20 % polvillo de arroz	489	500	500	575
R2	80 % cuyina + 20 % polvillo de arroz	544	568	568	596
R3	80 % cuyina + 20 % polvillo de arroz	680	722	722	748
R4	80 % cuyina + 20 % polvillo de arroz	592	649	649	671
R5	80 % cuyina + 20 % polvillo de arroz	538	600	600	630
R1	80 % cuyina + 20 % harina de pituca	542	568	568	594
R2	80 % cuyina + 20 % harina de pituca	489	500	500	564
R3	80 % cuyina + 20 % harina de pituca	540	565	565	585
R4	80 % cuyina + 20 % harina de pituca	585	623	623	661
R5	80 % cuyina + 20 % harina de pituca	443	460	460	519
R1	100 % cuyina E	682	739	739	775
R2	100 % cuyina E	591	629	629	656
R3	100 % cuyina E	432	461	461	493
R4	100 % cuyina E	585	632	632	665
R5	100 % cuyina E	576	628	628	663

Cuadro 12. Consumo promedio de alimento y heces de Cascarilla de Cacao y análisis proximal para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de heces frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	PB %	EE %	Fibra %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
Cascarilla de cacao				94,37	18,08	2,51	15,06	3994,74	94,37	4233,06
Ración Base (RB)				88,48	16,33	3,58	9,89	3714,39	88,48	4198,0
Ración Testigo RT)				89,13	17,34	0,00	0,00	3812,45	89,13	4277,4
RB heces 1	324	238	28,34	91,45	12,53	0,00	0,00	3620,49	30,99	3958,98
RB heces 2	322	195	40,35	91,76	11,17	0,00	0,00	3643,71	43,97	3970,91
RB heces 3	361	231	39,57	92,67	7,19	0,00	0,00	3632,76	42,7	3920,1
RB heces 4	236	162	39,47	91,48	9,81	0,00	0,00	3573,47	43,15	3906,29
RB heces 5	304,5	176	47,45	91,22	11,27	0,00	0,00	3751,65	52,02	4112,75
RT heces 1	263	197	36,21	92,63	14,43	0,00	0,00	3943,03	39,09	4256,75
RT heces 2	287	281	30,56	92,41	16,32	0,00	0,00	3907,65	33,07	4228,6
RT heces 3	305	300	30,26	92,28	11,66	0,00	0,00	3897,93	32,79	4224,02
RT heces 4	275	264	31,84	92,75	14,56	0,00	0,00	3932,03	34,33	4239,39
RT heces 5	241	233	31,21	93,1	15,59	0,00	0,00	4029,94	33,52	4328,61

Cuadro 13. Consumo promedio de alimento y heces de Polvillo de arroz y análisis proximal para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de heces frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	PB %	EE %	Fibra %	EB (2da. MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
Polvillo de arroz				91,14	12,54	17,23	8,36	4510,57	91,14	4949,06
Ración Base (RB)				88,48	16,33	3,58	9,89	3714,39	88,48	4198,00
Ración Testigo (RT)				89,36	16,35	0,00	0,00	3859,49	89,36	4319,04
RB heces 1	324	238,00	28,34	91,45	12,53	0,00	0,00	3620,49	30,99	3958,98
RB heces 2	322	195,00	40,35	91,76	11,17	0,00	0,00	3643,71	43,97	3970,91
RB heces 3	361	231,00	39,57	92,67	7,19	0,00	0,00	3632,76	42,70	3920,10
RB heces 4	236	162,00	39,47	91,48	9,81	0,00	0,00	3573,47	43,15	3906,29
RB heces 5	304,5	176,00	47,45	91,22	11,27	0,00	0,00	3751,65	52,02	4112,75
RT heces 1	276,00	203,00	34,50	90,15	14,57	0,00	0,00	3585,22	38,27	3976,95
RT heces 2	347,50	246,00	39,19	91,43	10,64	0,00	0,00	3595,69	42,86	3932,72
RT heces 3	304,00	258,00	32,88	91,12	15,34	0,00	0,00	3609,35	36,08	3961,10
RT heces 4	310,00	222,00	36,20	91,08	14,43	0,00	0,00	3813,23	39,75	4186,68
RT heces 5	353,00	286,00	33,17	81,23	13,27	0,00	0,00	3622,07	40,83	4459,03

Cuadro 14. Consumo promedio de alimento y heces de harina de Pituca (*Colocasia esculenta*) y análisis proximal para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de Heces frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	PB %	EE %	Fibra %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
Harina de Pituca				94,32	6,41	0,25	2,33	3127,51	94,32	3315,85
Ración Base (RB)				88,48	16,33	3,58	9,89	3714,39	88,48	4198,00
Ración Testigo (RT)				88,38	15,70	0,00	0,00	3644,36	88,38	4123,51
RB heces 1	324,0	238,00	28,34	91,45	12,53	0,00	0,00	3620,49	30,99	3958,98
RB heces 2	322,0	195,00	40,35	91,76	11,17	0,00	0,00	3643,71	43,97	3970,91
RB heces 3	361,0	231,00	39,57	92,67	7,19	0,00	0,00	3632,76	42,70	3920,10
RB heces 4	236,0	162,00	39,47	91,48	9,81	0,00	0,00	3573,47	43,15	3906,29
RB heces 5	304,5	176,00	47,45	91,22	11,27	0,00	0,00	3751,65	52,02	4112,75
RT heces 1	343,50	204,00	41,24	92,25	15,15	0,00	0,00	3608,27	44,70	3911,40
RT heces 2	344,00	278,00	34,09	89,77	15,45	0,00	0,00	3643,05	37,97	4058,20
RT heces 3	333,50	270,00	39,75	92,33	16,46	0,00	0,00	3810,82	43,05	4127,39
RT heces 4	324,50	252,00	42,74	92,61	15,45	0,00	0,00	3801,21	46,15	4104,54
RT heces 5	337,00	273,00	39,31	91,15	15,58	0,00	0,00	3860,94	43,13	4235,81

Cuadro 15. Consumo promedio de alimento y heces cascarilla de cacao y análisis proximal, para determinar coeficientes y nutrientes metabolizables.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de heces frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)	Peso Total de orina frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
CACAO										94,37	3994,74	94,37	4233,06
Ración Base (RB)										88,48	3714,39	88,48	4198,00
Ración Testigo (RT)										89,13	3812,45	89,13	4277,40
RB heces 1	324,00	238,00	28,34	91,45	3620,49	30,99	3958,98	92,57	4,14	100,00	2598,6458	4,14	2598,65
RB heces 2	322,00	195	40,35	91,76	3643,71	43,97	3970,91	92,06	3,78	100,00	2028,0189	3,78	2028,02
RB heces 3	361,00	231,00	39,57	92,67	3632,76	42,70	3920,10	65,46	4,52	100,00	2011,8976	4,52	2011,90
RB heces 4	236,00	162,00	39,47	91,48	3573,47	43,15	3906,29	27,62	3,44	100,00	3101,4864	3,44	3101,49
RB heces 5	304,50	176,00	47,45	91,22	3751,65	52,02	4112,75	57,28	3,35	100,00	2441,4299	3,35	2441,43
RT heces 1	263,00	197,00	36,21	92,63	3943,03	39,09	4256,75	59,84	4,80	100,00	1386,1585	4,80	1386,16
RT heces 2	287,00	281,00	30,56	92,41	3907,65	33,07	4228,60	83,40	3,53	100,00	3382,3419	3,53	3382,34
RT heces 3	305,00	300,00	30,26	92,28	3897,93	32,79	4224,02	37,33	3,46	100,00	2710,3848	3,46	2710,38
RT heces 4	275,00	264,00	31,84	92,75	3932,03	34,33	4239,39	22,5	4,68	100,00	2608,3899	4,68	2608,39
RT heces 5	241,00	233,00	31,21	93,10	4029,94	33,52	4328,61	107,4	4,05	100,00	1430,6929	4,05	1430,69

Cuadro 16. Consumo promedio de alimento y heces del polvillo de arroz y análisis proximal, para determinar coeficientes y nutrientes metabolizables.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de Heces frescas (g)	1a.	2da.	EB	MS	EB	Peso Total de orina frescas (g)	1a.	2da.	EB	MS	EB
			MS	MS		Orig.			MS	MS		Orig.	
			%	%	(2da.MS)	%	(100%MS)		%	%	(2da.MS)	%	(100%MS)
P ARROZ										91,14	4510,57	91,14	4949,06
Ración Base (RB)										88,48	3714,39	88,48	4198,00
Ración Testigo (RT)										89,36	3859,49	89,36	4319,04
RB heces 1	324,00	238,00	28,34	91,45	3620,49	30,99	3958,98	92,57	4,14	100,00	2598,6458	4,14	2598,65
RB heces 2	322,00	195	40,35	91,76	3643,71	43,97	3970,91	92,06	3,78	100,00	2028,0189	3,78	2028,02
RB heces 3	361,00	231,00	39,57	92,67	3632,76	42,70	3920,10	65,46	4,52	100,00	2011,8976	4,52	2011,90
RB heces 4	236,00	162,00	39,47	91,48	3573,47	43,15	3906,29	27,62	3,44	100,00	3101,4864	3,44	3101,49
RB heces 5	304,50	176,00	47,45	91,22	3751,65	52,02	4112,75	57,28	3,35	100,00	2441,4299	3,35	2441,43
RT heces 1	276,00	203,00	34,50	90,15	3585,22	38,27	3976,95	74,67	3,72	100,00	2630,7248	3,72	2630,72
RT heces 2	347,50	246,00	39,19	91,43	3595,69	42,86	3932,72	53,19	4,89	100,00	1979,2324	4,89	1979,23
RT heces 3	304,00	258,00	32,88	91,12	3609,35	36,08	3961,10	51,14	3,34	100,00	2495,683	3,34	2495,68
RT heces 4	310,00	222,00	36,20	91,08	3813,23	39,75	4186,68	27,11	7,72	100,00	2290,4948	7,72	2290,49
RT heces 5	353,00	286,00	33,17	81,23	3622,07	40,83	4459,03	100,24	4,58	100,00	2708,0389	4,58	2708,04

Cuadro 17. Consumo promedio de alimento y heces de la Harina de pituca (*Colocasia esculenta*) y análisis proximal, para determinar coeficientes y nutrientes metabolizables.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de Heces frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)	Peso Total de orina frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
PITUCA										94,32	3127,51	94,32	3315,85
Ración Base (RB)										88,48	3714,39	88,48	4198,00
Ración Testigo (RT)										88,38	3644,36	88,38	4123,51
RB heces 1	324,00	238,00	28,34	91,45	3620,49	30,99	3958,98	92,57	4,14	100,00	2598,646	4,14	2598,65
RB heces 2	322,00	195	40,35	91,76	3643,71	43,97	3970,91	92,06	3,78	100,00	2028,019	3,78	2028,02
RB heces 3	361,00	231,00	39,57	92,67	3632,76	42,70	3920,10	65,46	4,52	100,00	2011,898	4,52	2011,90
RB heces 4	236,00	162,00	39,47	91,48	3573,47	43,15	3906,29	27,62	3,44	100,00	3101,486	3,44	3101,49
RB heces 5	304,50	176,00	47,45	91,22	3751,65	52,02	4112,75	57,28	3,35	100,00	2441,43	3,35	2441,43
RT heces 1	343,50	204,00	41,24	92,25	3608,27	44,70	3911,40	26,083	4,51	100,00	2134,705	4,51	2134,71
RT heces 2	344,00	278,00	34,09	89,77	3643,05	37,97	4058,20	75,18	5,47	100,00	2386,677	5,47	2386,68
RT heces 3	333,50	270,00	39,75	92,33	3810,82	43,05	4127,39	28,13	4,56	100,00	2632,828	4,56	2632,83
RT heces 4	324,50	252,00	42,74	92,61	3801,21	46,15	4104,54	18,65	3,50	100,00	2505,944	3,50	2505,94
RT heces 5	337,00	273,00	39,31	91,15	3860,94	43,13	4235,81	16,37	4,51	100,00	2938,336	4,51	2938,34

Abreviaturas empleadas en los cuadros

MSD = Materia Seca Digestible

PB = Proteína Bruta

FB = Fibra Bruta

EE. Extracto Etéreo

EB = Energía Bruta

CEN = Ceniza

ELN = Extracto Libre de Nitrógeno

PD = Proteína Digestible

CDEB = Coeficiente de Digestibilidad de Energía Bruta

CM = Coeficiente de Metabolizable

EDa = Energía Digestible aparente

EMa = Energía Metabolizable aparente

ODELO DE JAULA METABÓLICA

