

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



---

**NUTRIENTES METABOLIZABLES Y ENERGÍA METABOLIZABLE DE  
TRES FORMAS FÍSICAS DE PRESENTACIÓN DE RACIONES PARA  
POLLOS, PROCESADAS EN LA PLANTA DE ALIMENTOS  
BALANCEADOS DE LA FACULTAD DE ZOOTECNIA - UNAS**

---

Tesis

Para optar al título de:

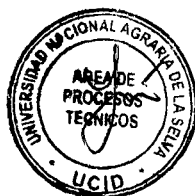
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**NANCY KELLY VÁSQUEZ ALEGRÍA**

**PROMOCIÓN 2010 - II**

**Tingo María – Perú**

**2012**



**Q54**

**V32**

**Vásquez Alegría, Nancy Kely**

Nutrientes metabolizables y energía metabolizable de tres formas físicas de presentación de raciones para pollos, procesadas en la planta de alimentos balanceados de la facultad de Zootecnia - UNAS

45 páginas; 04 cuadros; 09 fgs.; 28 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia - 2012

**1. NUTRIENTES**

**2. ENERGIA**

**3. METABOLIZABLE**

**4. ALIMENTOS**

**5. POLLOS**

**6. RACIONES**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

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

Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

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



**“NUTRIENTES METABOLIZABLES Y ENERGIA METABOLIZABLE DE TRES FORMAS FÍSICAS DE PRESENTACIÓN DE RACIONES PARA POLLOS, PROCESADAS EN LA PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS DE LA FACULTAD DE ZOOTECNIA-UNAS”.**

Presentada por la Bachiller **Nancy Kely VÁSQUEZ ALEGRÍA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

En consecuencia, la sustentante queda apta 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, 30 de enero de 2013

Ing. WALTER PAREDES ORELLANA  
Presidente



MSc. MEDARDO DÍAZ CÉSPEDÉS  
Miembro

Dr. CARLOS ENRIQUE ARÉVALO ARÉVALO  
Miembro

Dr. RIZAL ROBLES HUAYNATE.  
Miembro - Asesor

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la vida para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad cariño y mucho amor.

### **A MIS PADRES:**

**CÉSAR VÁSQUEZ y MARÍA JULIA ALEGRÍA**, porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mi, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí una buena hija.

**A MIS HERMANOS:**

**DANNY, JIMMY y RAUL**, los hombres que más amo en la vida quienes me apoyaron en el trayecto de mi formación profesional.

A mi sobrino **CÉSAR ESTÉFANO** por su ternura e inocencia y por regalarnos tanta felicidad y amor.

Con todo mi amor para dos hermosas mujeres, mis abuelitas **GEMMA RUBI** y **ROSA ANGELICA**.

A mis tíos **MIGUEL, PIEDAD, DANTE CAROLY, ROSA** y mis cuñadas **CAROLINA, y MAGALY** y a ese angelito que viene pronto.

En memoria de mi abuelo **JOSÉ GREGORIO ALEGRÍA ANGULO** y Mi tío **HECTOR ALEGRIA MALDONADO**, que me han guiado a lo largo de mi vida (Q.E.P.D).

*Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.*

*A ti **DIOS**, que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.*

*Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado.*

*Los quiero con todo mi corazón y mi vida y este trabajo que me llevo un año hacerlo es para ustedes, por ser la mas chica de todos sus hijos aquí esta lo que ustedes me brindaron, solamente les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio. Por tal motivo dedico estas tesis a ustedes amados padres, les estoy y les estaré siempre eternamente agradecida.*

Atentamente:

**NANCY KELY VASQUEZ ALEGRIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor hace constar un sincero y cordial agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que colaboraron para llevarse a cabo este trabajo de investigación. Por tal motivo sería una falta dejar de nombrar a todos. Sin embargo deseo agradecer:

- AL Dr. Rizal Robles Huaynate, por haberme facilitado la temática de investigación e información que tuvo una vital trascendencia para el desarrollo de esta investigación.
- Al Ing. Hugo Saavedra Rodríguez, por el apoyo incondicional que siempre me brindó en el momento oportuno.
- Al Ing. Marco Rojas y al Ing. Miguel Pérez Olano por ser buenos amigos y por estar siempre dispuestos a compartir con nosotros sus conocimientos, orientación científica.
- Al claustro de profesores que de una u otra forma me han brindado sus conocimientos y apoyo para mi autoformación concretizándose en la materialización de ostentar a la carrera aspirada.
- A los Señores trabajadores y colaboradores la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por su ayuda desinteresada y voluntad que presentaron en el desarrollo de mi trabajo de investigación.
- A mi alma Mater, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, institución que formo mi carrera profesional y me acogió a lo largo de todos

estos años.

- A la facultad de ZOOTECNIA; docentes, alumnos y trabajadores, quienes me brindaron sus consejos, amistad y por todos aquellos momentos vividos.
- A mis estimados compañeros y amigos, Karla Camasca, Iliana Tuesta, Alfredo Tuesta, Fredy Loyola, Richar Valles, Isaura Marcos, Leiter Muñoz, Jessica Tarazona, Evelyn Orrego, Jaqueline Torres, Juan Carlos Marchellini y Neyer Otárola, por su consideración y amistad.
- A todas aquellas personas instituciones que de una u otra manera cooperaron en hacer realidad este trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Generalidades.....	4
2.2. Peletizado.....	7
2.2.1. Características del alimento peletizado.....	8
2.2.2. Ventajas del alimento peletizado.....	9
2.3. Extrusado.....	9
2.3.1. Principales variables del proceso de extrusión.....	10
2.4. Metabolicidad de nutrientes.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Ubicación del lugar de investigación.....	13
3.2. Animales.....	13
3.3. Alimento.....	14
3.4. Instalaciones.....	14
3.5. Sanidad.....	14

3.6.	Variables independientes.....	17
3.7.	Tratamientos en estudio.....	17
3.8.	Diseño experimental .....	17
3.9.	Croquis de distribución experimental .....	18
3.10.	Variables dependientes.....	18
3.11.	Metodología .....	19
3.11.1.	Metabolicidad de nutrientes de las dietas.....	19
3.11.2.	Tiempo de tránsito del alimento (TTA) .....	20
IV.	RESULTADOS .....	22
4.1.	Nutrientes determinados, coeficientes metabolizables y nutrientes metabolizables. ....	22
4.2.	Tiempo de tránsito del alimento.....	28
V.	DISCUSIÓN.....	29
5.1.	Coeficiente de metabolicidad y nutrientes metabolizables.....	29
5.1.1.	Porcentaje del coeficiente de metabolicidad de la materia seca.....	29
5.1.2.	Porcentaje del coeficiente de metabolicidad de la ceniza.....	30

5.1.3. Porcentaje del coeficiente de metabolibilidad de la proteína .....	31
5.1.4. Porcentaje del coeficiente de metabolibilidad del extracto etéreo .....	33
5.1.5. Porcentaje del coeficiente de metabolibilidad de la fibra bruta .....	34
5.1.6. Porcentaje del coeficiente de metabolibilidad del extracto libre de nitrógeno .....	34
5.1.7. Porcentaje del coeficiente de metabolibilidad de la energía bruta .....	35
5.2. Tiempo de tránsito del alimento .....	36
VI. CONCLUSIONES .....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Ingredientes y composición nutricional de las raciones experimentales.....	15
2. Nutrientes determinados en laboratorio (NDL), de tres formas físicas de raciones para pollos parrilleros .....	22
3. Porcentaje de coeficientes metabolizables (CM) y porcentaje nutrientes metabolizables (MET) de tres formas físicas de raciones para pollos parrilleros.....	23
4. Tiempo de tránsito alimentar (horas).....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Flujograma del proceso de producción de alimento balanceado peletizado y extrusado.....	16
2. Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones.....	18
3. Materia seca metabolizable de tres formas de raciones.....	24
4. Ceniza metabolizable de tres formas de raciones.....	25
5. Proteína metabolizable de tres formas de raciones.....	25
6. Extracto etéreo metabolizable de tres formas de raciones.....	26
7. Fibra bruta metabolizable de tres formas de raciones.....	26
8. Extracto libre de nitrógeno metabolizable de tres formas de raciones.....	27
9. Energía metabolizable de tres formas de raciones.....	27
10. Tiempo de tránsito del alimento de tres formas de raciones.....	28

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar los nutrientes metabolizables, energía metabolizable y tiempo de tránsito del alimento de tres formas físicas de presentación de raciones para pollos, se realizó la investigación en el área de avicultura de la Granja Zootécnica y en la Planta de Alimentos Balanceados de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, Región Huánuco. Se empleó un total de 60 pollos de ambos sexos con 15 días de edad de la línea genética COBB 500, que fueron distribuidos en tres tratamientos T1: Ración en polvo; T2: Ración peletizada; T3: Ración extrusada, con cinco repeticiones, y cada unidad experimental estuvo compuesta por dos aves machos y dos hembras; la ración experimental se formuló de acuerdo a los requerimientos propuestos por ROSTAGNO *et al.* (2005). Para el análisis estadístico se utilizó el diseño completamente al azar DCA y las diferencias entre tratamientos fue sometida por el test de DLS 5%. Los coeficientes metabolizables y la energía metabolizable se calcularon según la fórmula de MATTERSON *et al.* (1965). Los nutrientes de las raciones extrusadas y peletizadas fueron mejor aprovechados en comparación a la ración, las raciones en forma polvo, peletizadas y extrusadas no influenciaron el tiempo de tránsito del alimento en comparación a la forma de polvo.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de pollos parrilleros representa gran importancia para la economía peruana como generadora de empleo y renta. En los últimos años la industria avícola ha presentado grandes avances en el aspecto productivo, asociados principalmente al mejoramiento del desempeño mediante la genética y al avance del conocimiento en las áreas de alimentación, sanidad, manejo y nutrición. Así, los nutricionistas se han empeñado en buscar soluciones para atender las exigencias nutricionales de estos animales, que debido al rápido crecimiento y como consecuencia de la reducción en el tiempo para el sacrificio, pasaron a exigir alimentos de mejor calidad.

Los beneficios del procesamiento de raciones han sido reconocidos por la industria avícola, así, el tratamiento térmico del alimento puede mejorar su valor nutritivo, siendo el principal modo de acción la influencia del procesamiento sobre la metabolibilidad de las raciones. De esta forma, el procesamiento de raciones, como peletización y extrusión, son considerados técnicas que visan aumentar la metabolibilidad de los nutrientes por las aves, mejorando la utilización de los nutrientes no disponibles y proporcionando mejor desempeño a las aves y con eso, aumentando la rentabilidad en el sistema de producción (LEITE *et al.*, 2008).

Por ello, surgió la siguiente pregunta ¿habrá mejora en la disponibilidad de nutrientes cuando se realiza el proceso de peletizado y extrusado en el equipo de marca Vulcano (peletizadora-extrusora) de planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia - UNAS?. Para responder esta pregunta, optamos por la siguiente hipótesis, el proceso de extrusado realizado en el equipo de marca Vulcano (peletizadora-extrusora) de la planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia – UNAS, disponibilizan mayor cantidad de nutrientes para los pollos parrilleros, comparados a las raciones en forma de polvo y petelizado.

De esta forma, en condiciones prácticas, debe considerarse ensayos biológicos de las raciones procesadas con la finalidad de verificar la calidad de los productos procesados y así optimizar el sistema de fabricación de raciones balanceadas para intentar competir en el mercado.

Objetivo general:

- Determinar los nutrientes metabolizables, energía metabolizable y tiempo de tránsito del alimento de tres formas físicas de presentación de raciones para pollos, procesadas en el equipo (peletizadora-extrusora) de la planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia - UNAS.

Objetivos específicos:

- Comparar los coeficientes de metabolizabilidad y nutrientes metabolizables de materia seca, ceniza proteínica, grasa, fibra y extracto libre de nitrógeno de tres formas físicas de presentación de raciones en forma de polvo, peletizada y extrusada, para pollos parrilleros, procesadas en el equipo (peletizadora-extrusora) de la planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia - UNAS.
- Determinar la energía metabolizable de tres formas físicas de presentación de raciones para pollos parrilleros procesadas en el equipo (peletizadora-extrusora) de la planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia - UNAS.
- Determinar el tiempo de tránsito del alimento de tres formas físicas de presentación de raciones procesadas en el equipo (peletizadora-extrusora) de la planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia - UNAS.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Generalidades

BARBIERI (2001) menciona la avicultura es la rama pecuaria del Perú con mayor crecimiento en los últimos años sin embargo, el avance genético en el país no ha ido paralelo al desarrollo tecnológico de infraestructura para la crianza de aves como sucede en otras partes del mundo, manteniéndose el sistema de crianza empleado a galpón abierto, tal y como era en los inicios de la avicultura

FREITAS *et al.* (2008) menciona que en los primeros 10 días de vida, los pollitos deben ser alimentados con ingredientes de alta calidad, compuesto por los granos de alta digestibilidad y grasas insaturadas. Cuanto más alta sea la metabolocidad de la ración menos nutrientes se pondrá a disposición de las bacterias presentes en el intestino, lo que reduce el riesgo de daño a la mucosa intestinal.

Según PUCCI *et al.* (2010), manifiesta que las características de una dieta pre-inicial para pollos de engorde son: altos niveles de lisina y metionina + cistina o proteína en general en los alimentos pre-inicial estimulan el desarrollo de los órganos que sintetizan; niveles de 2.950 - 3.000 kcal de energía y 23.5 % de proteína cruda funcionan muy bien en los piensos pre-

inicial (0 – 7 días). Lisina (1.4 %), la metionina + cistina (1.0 %); dietas pre-inicial pueden tener niveles más altos de la (0.30 %) para obtener un mejor peso a los 7 días de edad, esto se ve confirmado por VIEIRA *et al.* (2003), que se observan mejores resultados en el aumento de peso y conversión alimenticia complementar 0,38 - 0,40 % de la cría de pollos 1 a 7 días de edad y una buena nutrición inicial (0 – 7 días) se refleja en las últimas 2 semanas de pollo.

Según ALMEIDA (2002), menciona lo que hay que buscar son las direcciones alternativas para optimizar el rendimiento de los pollos de carne en la primera semana, que representa el 17 % de la vida de las aves, y mediante el uso de las soluciones nutritivas, alimento pre-inicial e incluso el desarrollo de tecnologías que permiten el suministro de agua y alimentos.

El tránsito del alimento por el tracto gastrointestinal está regulado en primera instancia por el buche, donde la granulometría juega un papel importante: alimentos finos determinan un mayor tiempo de llenado y menor tiempo de retención debido a la facilidad de lubricación y homogenización del quimo dentro del buche, por lo tanto, el tránsito a nivel intestinal será más rápido y el proceso de absorción no será el mejor; pero en alimentos granulados el tiempo de llenado de buche será menor, el tiempo de retención mayor y el tránsito del alimento más eficiente en cuanto a absorción y actividad enzimática (MAYORGA, 2008).

Los parámetros productivos del pollo de carne difieren según la época del año en que son criados debido a la influencia de factores medio ambientales como temperatura y humedad. En estaciones con temperaturas elevadas, los parámetros productivos se afectan debido al estrés térmico que sufren las aves ya que son muy sensibles a cambios del medio ambiente (McKINNEY y TEETER, 2004; LEMME *et al.*, 2006).

Es necesario que el pollo reciba calor en época fría, refrescarlo en los días calurosos y brindarle una adecuada ventilación para reducir la humedad y mejorar la eliminación de gases nocivos que se producen dentro del galpón (BARRAGÁN, 2004).

El alimento peletizado en comparación a la ración en forma de polvo mejora la performance de los pollos de carne, debido a que, además de favorecer el desarrollo de tracto gastrointestinal, incrementa la metabolicidad de los nutrientes, reduciendo la viscosidad del contenido intestinal y modifica positivamente la microflora.

El incremento de la metabolicidad de los carbohidratos, se debe a la disgregación y cocción de los gránulos que contienen amilosa y amilopectina, lo que facilita la acción enzimática a nivel digestivo con más tiempo de contacto y una mejor producción de ácidos grasos volátiles. La petetización al solubilizar parcialmente a las proteínas por la alteración de sus estructuras naturales, libera varios nutrientes con la ruptura de las paredes celulares (ZELENKA 2003).

## 2.2. Peletizado

Definido como una aglomeración de partículas molidas de un ingrediente o de una mezcla de ingrediente, por medio de procesos mecánicos, en combinación con la humedad, presión y calor. El peletizado ha sido usado para facilitar el manejo, eliminar partículas finas, disminuir la separación de ingredientes, evitar la selección de ingredientes de la dieta por los pollos, aumentar la densidad y por consiguiente disminuir el costo por transporte, reducción del espacio en el almacenamiento, mejorar el valor nutricional de ciertos ingredientes con el uso de calor y presión (FREITAS *et al.*, 2003).

Nutricionalmente, la peletización posibilita un aumento natural de energía líquida de las dietas debido a la gelatinización de los carbohidratos, reduce el gasto energético en la aprehensión de los alimentos e incrementa considerablemente la metabolización del contenido proteico y por ende de los aminoácidos y demás nutrientes de la ración (LUTCH, 2002).

DOZIER (2001) comenta que una de las ventajas de la peletización es que las aves prefieren ingerir partículas un poco menores que su cavidad bucal. También menciona que las aves producen poca saliva, que es bastante viscosa. Así, cuando la ración es ofrecida en forma de pellet, por el tamaño de las partículas, esta poca cantidad de saliva es suficiente para hacer la lubricación mínima del tracto gastrointestinal anterior.

La peletización aumenta la metabolización de los nutrientes por la acción mecánica y por la temperatura del proceso. En el caso de los

carbohidratos, la metabolicidad aumenta pues la temperatura desagrega los gránulos de amilosa y amilopectina, facilitando la acción enzimática. La peletización también promueve una alteración de las estructuras terciarias naturales de las proteínas, facilitando la digestión posterior de las mismas (BARRAGÁN, 2004).

LOPEZ *et al.* (2007) verificó que los pollos de engorde alimentados con una dieta peletizada, gastaron un tercio del tiempo para consumir la misma de ración ingerida por aquellos pollos de engorde que recibieron la dieta de la ración en forma de polvo. Esta peletización beneficia el desempeño de las aves pues ellas gastan menos tiempo para ingerir el alimento y por consecuencia, reducen el gasto de energía para el consumo, dejando más energía disponible para ganancia de peso. Así mismo, las ventajas anteriormente citadas, la peletización puede disminuir la contaminación microbiana de las raciones. Afirma que cuando la temperatura y la humedad de peletización fueron respectivamente, 87.5 °C y 14.5 %, organismos como salmonella y en algunos casos *E. coli* pueden ser eliminados.

### 2.2.1. Características del alimento peletizado

Según ZELENKA (2003), es el proceso de transformar un material por medio de compresión para formar el peletizado con características de: bajo contenido de humedad (menor al 15 %); alta reducción del volumen; mejor capacidad de almacenamiento; alta densidad, entre 600 - 700 kg/m<sup>3</sup>; alto

contenido nutricional; excelente capacidad calorífica; excelente durabilidad y mejor capacidad de dosaje.

### 2.2.2. Ventajas del alimento peletizado

Los factores más determinantes para obtener un buen peletizado son formulación, proceso, control de calidad y valor biológico de materias primas; ya que de estos dependerán las siguientes ventajas: óptima aprehensión y menor desperdicio de alimento, menor gasto energético en consumo, se incrementa densidad (peso específico) del alimento, mejor palatabilidad que se refleja en un mayor consumo de la ración, no existen partículas finas al administrar el alimento, no hay poder de selección del alimento por parte del animal, eficiencia del mezclado superior al 90 % (en mezcladoras horizontales), ingestión uniforme de nutrientes en la población, mejor digestibilidad y absorción de nutrientes, menor velocidad de tránsito intestinal (factor antidiarreico), eficientes índices de conversión y ganancia diaria de peso, máximo aprovechamiento de recursos en su elaboración y aplicación y el control de microorganismos indeseables como la salmonella (KLEIN, 1996).

### 2.3. Extrusado

La extrusión, es el proceso donde se utiliza alta temperatura y presión, causando modificaciones físicas y químicas en los alimentos, provocando una mayor gelatinización del almidón y exposición de los nutrientes contenidos en el interior de las células vegetales a la acción digestiva,

mejorando la eficiencia alimenticia de los animales. También, bajo estas condiciones las características físicas de las materias primas, tales como el tamaño de la partícula la dureza y el grado de plastificación alcanzado durante el proceso de extrusión llegan a ser determinantes para la transformación final del material (KUBITZA, 1997).

### 2.3.1. Principales variables del proceso de extrusión

El grado de cocción se incrementa al aumentar la temperatura y la relación de compresión del tornillo y al disminuir la humedad y el diámetro de la boquilla. Una mayor velocidad de rotación se traduce en un menor tiempo de resistencia y por lo tanto un menor grado de cocción pero simultáneamente es mayor el gradiente de velocidad y por lo tanto es mayor la intensidad de los esfuerzos de cortes producidos. Dicha intensidad dependerá tanto de las características propias del material (dureza, forma, distribución de las partículas etc.) como del nivel de fricción alcanzando, a su vez depende de la presión y la humedad. Es importante destacar que las transformaciones se producen en los tiempos cortos y menores al tiempo de resistencia medio. Otro aspecto a destacar es que la temperatura es considerada una variable independiente solo en el caso de la extrusión con control de temperatura desde el exterior, para el caso de extrusores autógenos la misma debe considerarse una respuesta (PUCCI *et al.*, 2010).

Según LÓPEZ *et al.* (2007), las principales razones para producir un alimento extruido son: se puede dar forma a un producto de acuerdo a la

matriz que se use; se produce una gelatinización de los almidones provenientes de maíz, soya, etc. que son parte de la formulación; mejora la metabolibilidad del almidón, la proteína y la grasa, siendo posible obtener alimentos de menor densidad que flotan en el agua y eliminan los factores antinutricionales, en función de la mayor temperatura durante el proceso en relación al proceso de peletización.

En el caso de pollos parrilleros, por cuestiones de índole técnicas-económicas no justifican la extrusión siendo lo usual escoger entre alimentos en forma de polvo y peletizado en otras condiciones como el uso de alimentos no tradicionales y la reducción de los costos de los equipos para extruir nos posibilita realizar e investigar con alimentos extrusados en pollos parrilleros, además, actualmente no es recomendable realizar las evaluaciones en base a costos sino, también sobre problemas ambientales el cual nos indica que el uso del alimento extrusado evite la contaminación ambiental (LUTCH, 2002).

#### 2.4. Metabolibilidad de nutrientes

La nutrición de pollos de engorda engloba dos elementos: satisfacer las exigencias nutritivas del ave para una meta productiva específica y por otra parte manejar los ingredientes del alimento en alimentos compuestos de una manera sostenible económica (BARRAGÁN, 2004).

DOZIER (2001) indica que a pesar de que las ventajas el sistema de aminoácidos metabolizables son ya reconocidas, la formulación de la dieta tomado como base el contenido de aminoácidos totales es aun ampliamente

practicada para ello es que el ingrediente del alimento que generalmente se utilizan en muchas partes del mundo (por ejemplo harina de maíz, harina de soya) presenta alta metabolibilidad de aminoácidos y los beneficios de cambiar a un sistema de aminoácidos metabolizables serian relativamente pequeños. Sin embargo, en el futuro, por razones económicas obligaran a que la industria avícola aumente de una gama de suplementos proteicos alternativos más baratos, en las formulaciones de alimentos balanceados.

Una proporción de aminoácidos dietéticos se excreta sin haber sido digerida e ingredientes individuales del alimento difieren mucho en ese sentido. Por consiguiente, cuando más alto sean los niveles de inclusión de los ingredientes de los alimentos balanceado con baja metabolibilidad de los aminoácidos, en las dietas formuladas sobre las base de aminoácidos totales, menos confiable será la predicción de desempeño zootécnico. En esta situación, generalmente se aplican márgenes de seguridad costosos para los requerimientos de aminoácidos de manera a evitar potenciales reducciones de rendimiento (LEITE *et al.*, 2008).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del lugar de investigación

El trabajo de investigación se realizó en el área de avicultura de la Granja Zootécnica y en la Planta de Alimentos Balanceados de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco.

Geográficamente esta ubicado a 660 m.s.n.m., 09°17'58" de latitud sur y 76°01'07" longitud oeste, altitud 660 msnm; como datos meteorológicos presenta: precipitación pluvial de 3200 mm distribuidos durante todo el año, temperatura promedio anual de 24.85 °C, humedad relativa de 84.09 %. Dentro de la clasificación por medio de la zonas de vida se encuentra en el área correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo-pre montano subtropical (bmh-pst) (UNAS, 2009).

#### 3.2. Animales

Se empleó un total de 60 pollos 2 machos y dos hembras de 15 días de edad de la línea genética COBB 500, que fueron distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos T1: Ración en polvo; T2: Ración peletizada;

T3: Ración extrusada, con cinco repeticiones y cuatro pollos por repetición, cada unidad experimental estuvo compuesta por dos aves machos y dos hembras.

### 3.3. Alimento

La ración experimental (Cuadro 1) se formuló de acuerdo a los requerimientos propuestos por ROSTAGNO *et al.* (2005), la ración en forma de polvo fue aquella donde los ingredientes fueron molidos; la ración peletizada fue la ración del Tratamiento 1 procesada en la peletizadora y la ración del Tratamiento 3 fue la ración del Tratamiento 1 procesada en la extrusora, ambos equipos\* de la Facultad de Zootecnia. El flujograma del proceso de peletizado y extrusado está detallado en la Figura 1.

### 3.4. Instalaciones

Los animales fueron alojados en jaulas metálicas para estudios de metabolismo de 2 x 1 x 1.5 metros, esta jaula tiene 16 compartimientos de 0.5 x 0.5 x 0.5 metros, cada compartimiento estuvo equipado con un comedero lineal y un bebedero tipo chupón y sus respectivas bandejas metálicas, el cual sirvió para coleccionar las excretas de los pollos.

### 3.5. Sanidad

Con la finalidad de prevenir las enfermedades, se realizó el lavado y desinfección del galpón con agua y lejía luego se agregó cal viva al piso, simultáneamente se desinfectaron los equipos a utilizar mediante el lavado con

\*La marca de la peletizadora - extrusora es Vulcano de fabricación semi industrial que fue adquirido de la ciudad de Huancayo en el año 2004.

legía. Una vez alojadas las aves en el galpón se cumplió el programa de vacunación: A los siete días se aplicó la vacuna triple aviar vía ocular, luego se reforzó a los 21 días.

Cuadro 1. Ingredientes y composición nutricional de las raciones experimentales

Ingredientes	(%)
Maíz amarillo molido	65.00
Torta de soja de 45% PT	18.38
Harina de pescado de 55% PT	10.00
Afrecho de trigo	4.50
Carbonato de calcio	0.65
Fosfato monodivale	0.46
Sal común	0.36
Premezcla vitamínica y mineral	0.15
HCL-Lisina	0.10
DL-Metionina	0.07
L-Treonina	0.03
Coccidiostático	0.05
Aflaban	0.10
Zinc bacitracina	0.10
Butil hidroxi tolueno (BHT)	0.05
<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Valores calculados<sup>1</sup></b>	
Energía metabolizable, kcal/kg	2980
Proteína bruta, %	20.7
Calcio, %	0.88
Fósforo disponible, %	0.44
Lisina digestible, %	1.11
Metionina digestible, %	0.43

<sup>1</sup>ROSTAGNO *et al.* (2005).

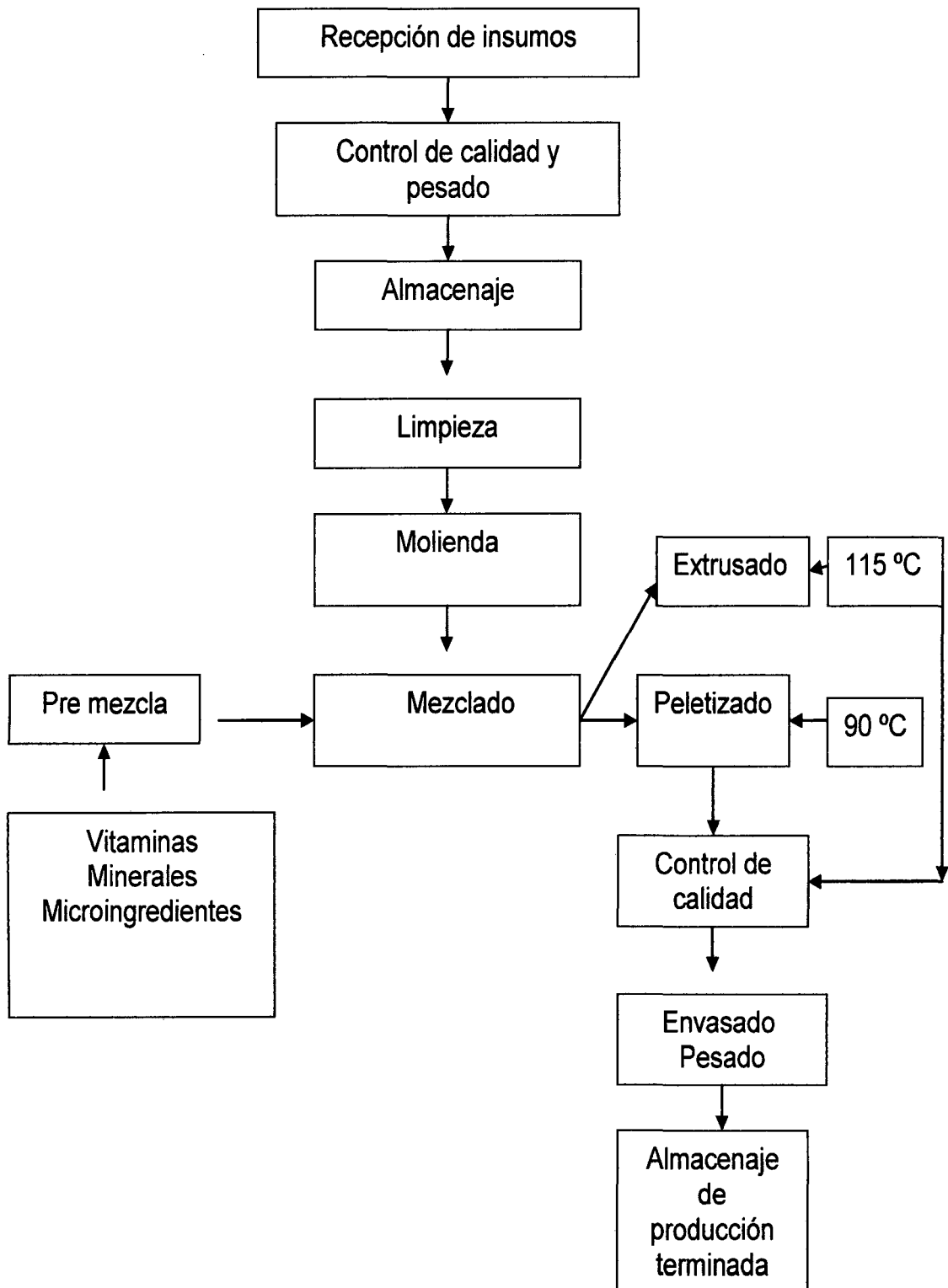


Figura 1. Flujograma del proceso de producción de alimento balanceado peletizado y extrusado.

Fuente: Planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia – UNAS.

### 3.6. Variables independientes

- Alimento en polvo
- Alimento peletizado
- Alimento extrusado

### 3.7. Tratamientos en estudio

- T1: Ración en polvo
- T2: Ración peletizada
- T3: Ración extrusada

### 3.8. Diseño experimental

Para el análisis estadístico se utilizó el diseño completamente al azar DCA. Los datos fueron evaluados mediante el análisis de variancia a través el programa computacional (SAS, 1998). Las diferencias significativas entre tratamientos, fue realizada por el test de DLS.

El modelo aditivo lineal fue:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = j-esima observación del i-esima forma física de presentación de raciones.

$\mu$  = Media común

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésima forma física de presentación de raciones.

$E_{ij}$  = Error experimental

### 3.9. Croquis de distribución experimental

En la Figura 2 se detallan como fueron distribuidos los tratamientos y repeticiones y unidades experimentales.

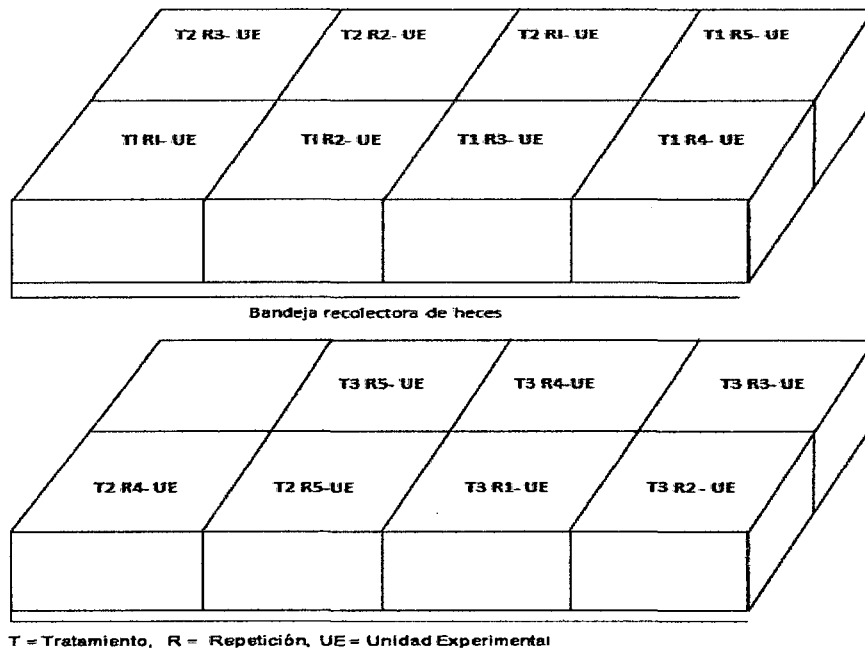


Figura 2. Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones.

### 3.10. Variables dependientes

- Coeficiente de metabolicidad de materia seca.
- Coeficiente de metabolicidad de ceniza
- Coeficiente de metabolicidad de proteína.

- Coeficiente de metabolicidad del extracto etéreo.
- Coeficiente de metabolicidad de fibra.
- Coeficiente de metabolicidad de extracto libre de nitrógeno.
- Coeficiente de metabolicidad de energía.
- Tiempo de tránsito del alimento.

### 3.11. Metodología

#### 3.11.1. Metabolicidad de nutrientes de las dietas

La metabolicidad se realizó por el método de colecta total de excretas que consistió en dos etapas, la primera etapa de 5 días para la adaptación de los pollos a la jaula y al alimento, en el cual se calculó el consumo de alimento; la segunda etapa de 5 días para la colecta de excretas. Para el inicio y final de la segunda etapa se utilizó el óxido ferroso en la proporción de 1 % en relación a la cantidad de alimento, con la finalidad de marcar las raciones y de esa forma dar inicio y final a la colecta de excretas. Las raciones peletizada y extrusada fueron marcadas antes que pasen por el proceso de extrusado y peletizado, las excretas se colectaron durante cinco días en dos horarios (8.00 a.m. y 5.00 p.m.); después de cada colecta, las excretas se colocaron en bolsas plásticas previamente identificadas y pesadas, para luego almacenarlas en congeladora a -5 °C. Luego de terminar la segunda etapa, todas las excretas de cada repetición se mezclaron en una proporción aproximada de 200 gramos, que fueron secadas en estufa de ventilación

forzada a 55 °C por tres días consecutivos, en seguida estas muestras secas fueron molidas en molino y colocadas en potes plásticos debidamente identificadas para luego ser llevadas al laboratorio para su respectivo análisis proximal donde se determinó las concentraciones de proteína, energía, grasa, ceniza, fibra, materia seca y extracto libre de nitrógeno. Con estos datos se calcularon los coeficientes metabolizables y la energía metabolizable según la siguiente fórmula de MATTERSON *et al.* (1965)

$$CMN \text{ de ración} = \frac{N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}}{N \text{ ingerido}}$$

Donde:

CMN: Coeficiente de metabolibilidad del nutriente

N : Nutriente

$$CME = \frac{E \text{ ingerida} - E \text{ excretada}}{E \text{ ingerida}} \times 100$$

Donde:

E : Energía.

### 3.11.2. Tiempo de tránsito del alimento (TTA)

Esta variable, se evaluó de la siguiente manera, al inicio de la etapa de colección se marcaron las raciones con óxido ferroso al 1 %, momento en que se anotó la hora exacta de consumo y la hora exacta de

excreción de excretas coloreadas (rojo); de la misma forma se tomó el segundo bloque de datos al final de la etapa de colecta. Estas labores fueron realizadas por una sola persona con la finalidad de anotar la hora exacta en que el pollo excretaba de color rojo.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Nutrientes determinados, coeficientes metabolizables y nutrientes metabolizables

Cuadro 2. Nutrientes determinados en laboratorio (NDL), de tres formas físicas de raciones para pollos parrilleros.

Variables	T1 (polvo)	T2 (peletizado)	T3 (extrusado)
NDL MS (%)	87.39	88.92	89.75
NDL CZ (%)	7.07	7.07	7.07
NDL PB (%)	20.58	20.34	20.28
NDL EE (%)	2.42	2.13	1.88
NDL FB (%)	1.16	1.18	1.76
NDL ELN (%)	56.17	58.20	58.76
NDL EB kcal/kg	3749.40	3785.40	3688.40

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal – 2012.

Cuadro 3. Porcentaje de coeficientes metabolizables (CM) y porcentaje nutrientes metabolizables (MET) de tres formas físicas de raciones para pollos parrilleros.

Variables	T1 (polvo)	T2 (peletizado)	T3 (extrusado)	CV	P
Coeficientes metabolizables					
CM MS (%)	77.92	76.91	79.56	3.124	N.S.
CM CZ (%)	67.12 a	49.13 b	47.89 b	9.564	**
CM PB (%)	65.62 b	67.81 ab	71.28 a	5.427	N.S.
CM EE (%)	79.09 b	86.21 a	87.94 a	3.261	**
CM FB (%)	42.30	43.67	44.13	18.159	N.S.
CM ELN (%)	88.78	88.21	89.90	1.425	N.S.
EM EB (%)	80.58 b	82.24 ab	83.53 a	2.368	N.S.
Nutrientes metabolizables					
MS MET (%)	68.10 b	68.39 ab	71.41 a	3.167	N.S.
CZ MET (%)	4.74 a	3.47 b	3.39 b	9.475	**
PB MET (%)	13.50	13.79	14.46	5.310	N.S.
EE MET (%)	1.91 a	1.84 a	1.66 b	4.201	**
FB MET (%)	0.49 b	0.51 b	0.78 a	20.485	*
ELN MET (%)	49.87 c	51.34 b	52.82 a	1.581	**
EB MET kcal/kg	3021.26	3113.13	3081.00	2.351	N.S.

<sup>ab</sup> Medias seguidas de letras diferentes en la línea difieren entre sí, test de LSD 5 %

CM, Coeficiente de metabolizabilidad; MS, materia seca; CZ, ceniza; PB, proteína bruta; EE, extracto etéreo, FB, Fibra bruta; ELN, extracto libre de nitrógeno; EB, energía bruta.

En las Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 están representadas los porcentajes de nutrientes metabolizables de la materia seca, ceniza, proteína, extracto etéreo, fibra bruta y extracto libre de nitrógeno. En kcal/kg la energía metabolizable.

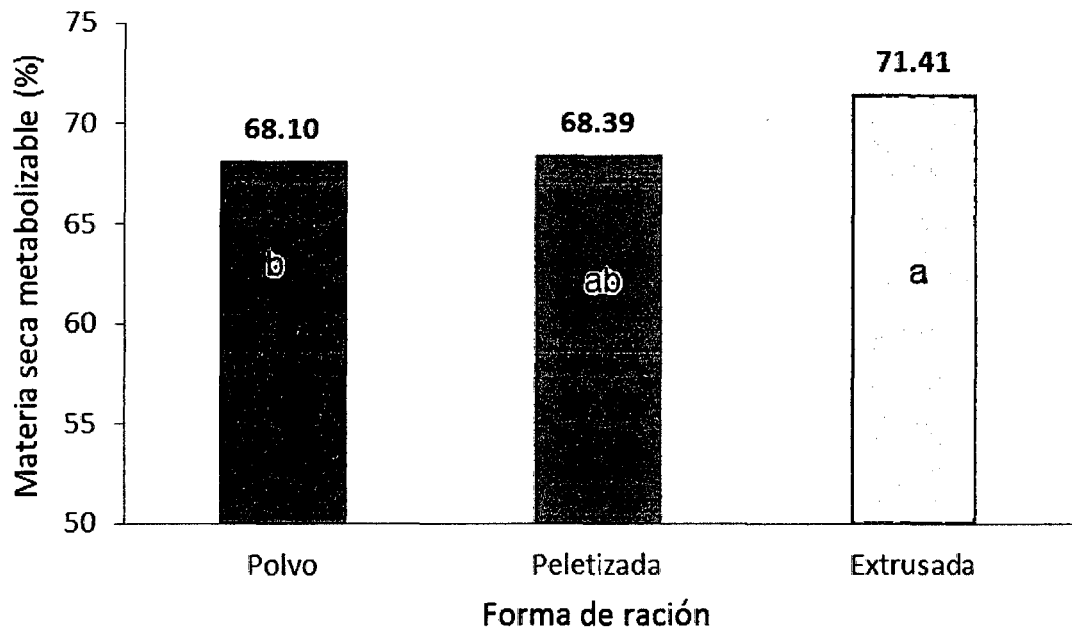


Figura 3. Materia seca metabolizable de tres formas de raciones.

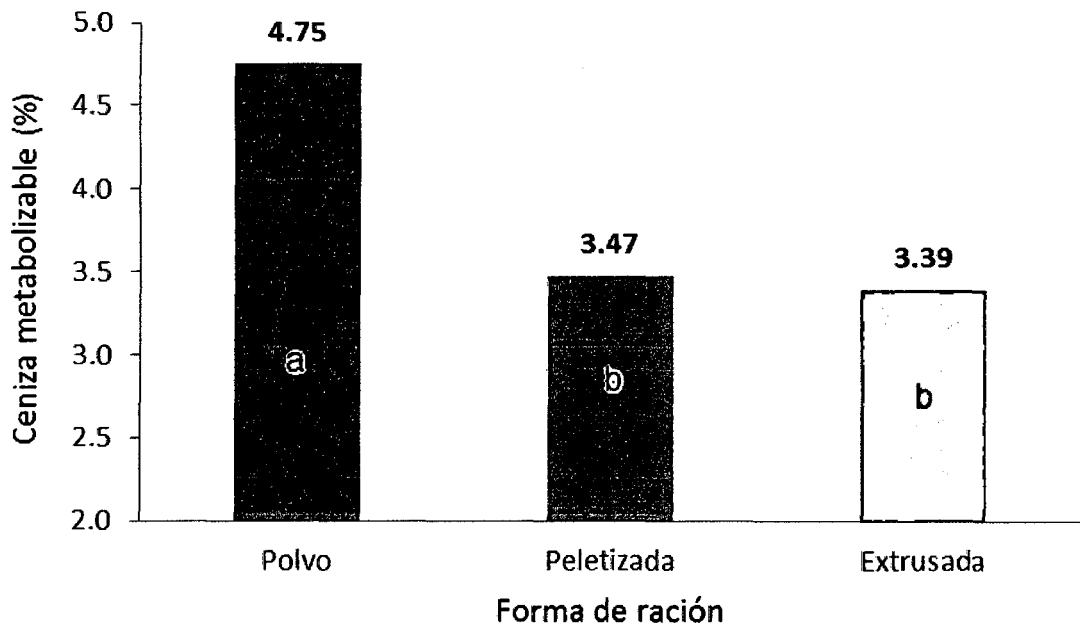


Figura 4. Ceniza metabolizable de tres formas de raciones.

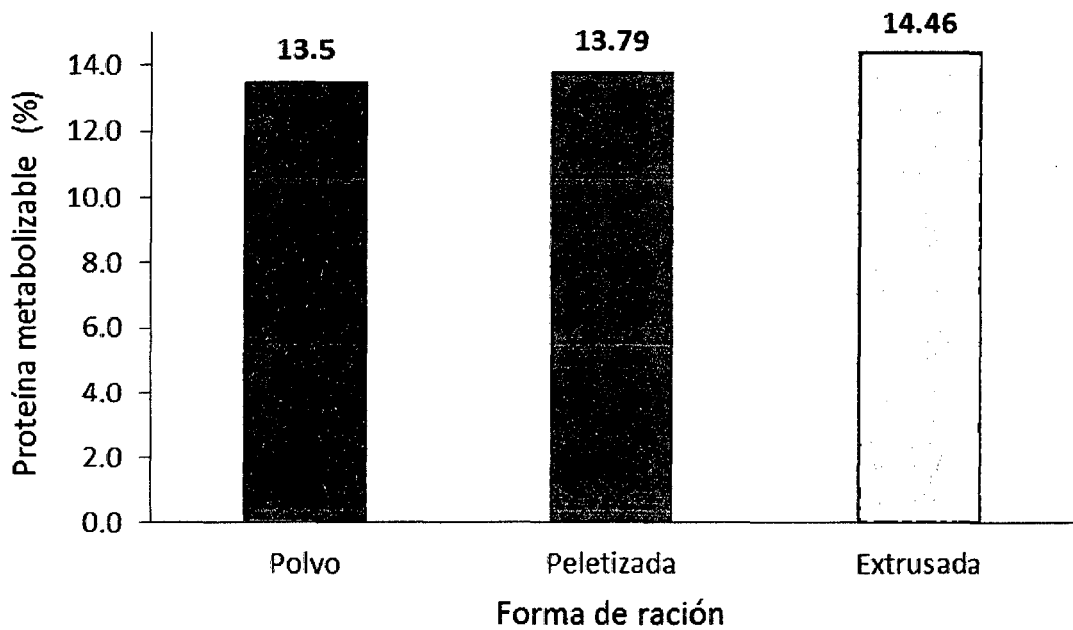


Figura 5. Proteína metabolizable de tres formas de raciones.

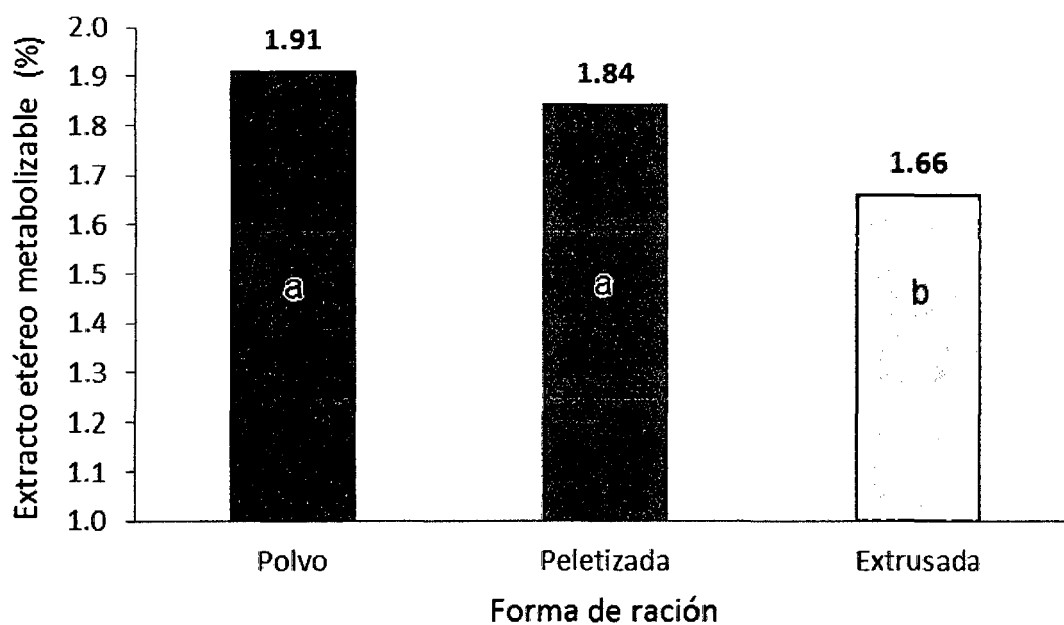


Figura 6. Extracto etéreo metabolizable de tres formas de raciones.

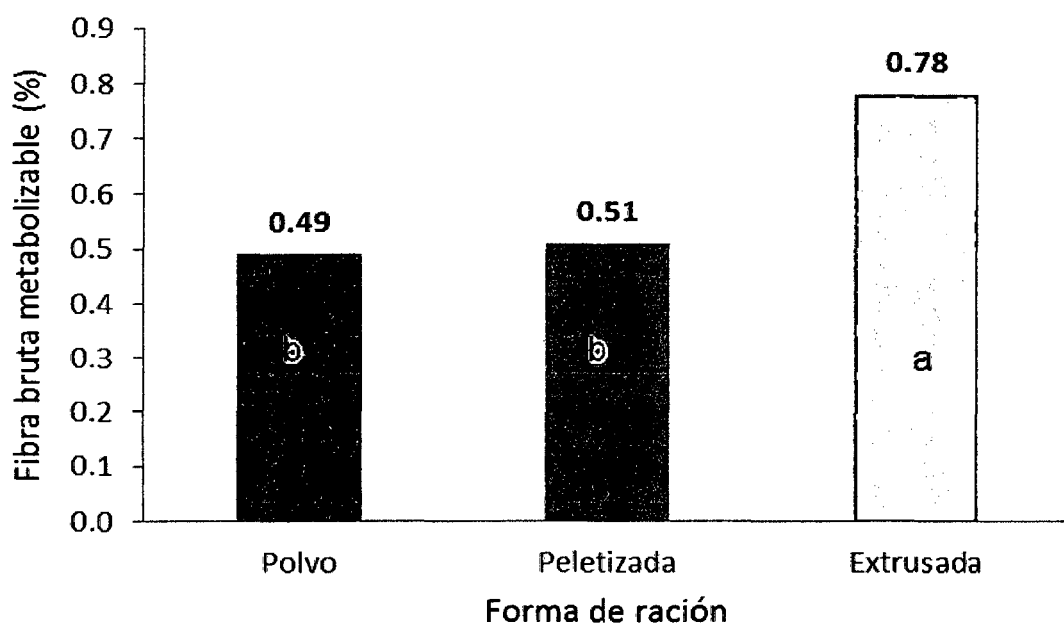


Figura 7. Fibra bruta metabolizable de tres formas de raciones.

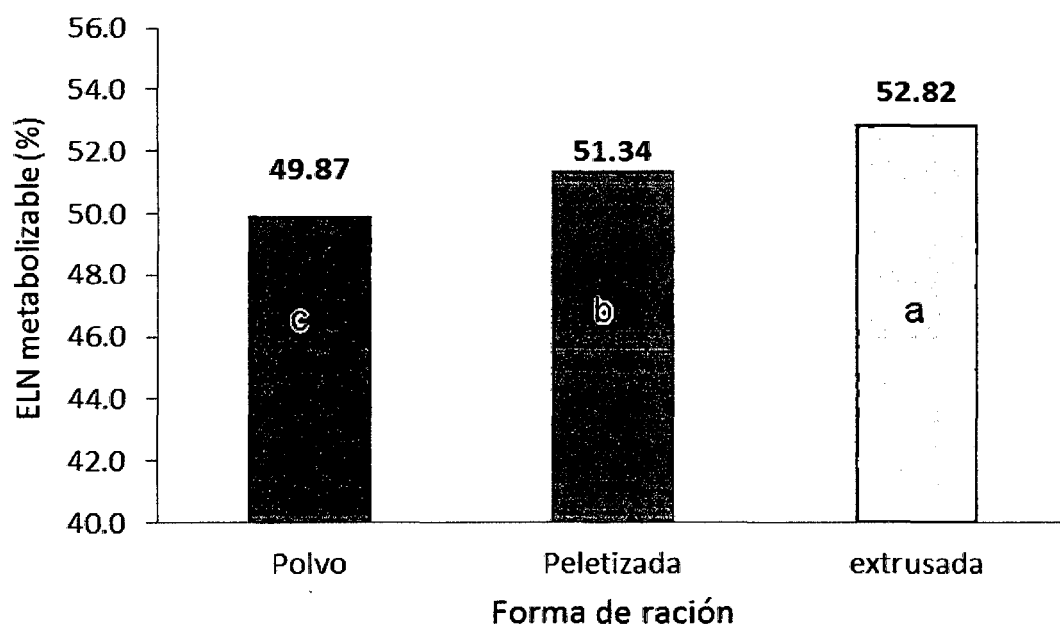


Figura 8. Extracto libre de nitrógeno metabolizable de tres formas de raciones.

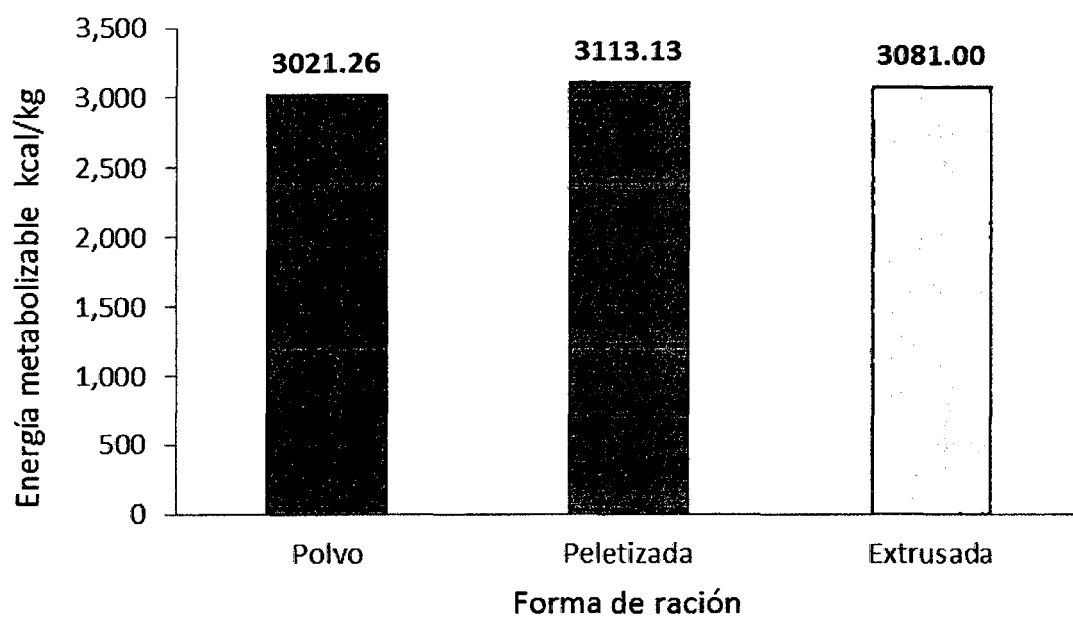


Figura 9. Energía metabolizable de tres formas de raciones.

#### 4.2. Tiempo de tránsito del alimento

En el Cuadro 3 y Figura 10 se presentan los datos de tiempo de tránsito del alimento de tres formas físicas de presentación de raciones para pollos. Se presenta mayor tiempo de tránsito el alimento en la ración en forma peletizada con 3.20 h, respecto a las raciones en forma de polvo y extrusado con valores de 3.10 h y 3.16 h respectivamente.

Cuadro 4. Tiempo de tránsito alimentar (horas).

Forma de raciones	Promedio en horas
polvo	3.10
Peletizado	3.20
Extrusado	3.16
CV <sup>1</sup> (%)	1.43

<sup>1</sup> CV = Coeficiente de variación.

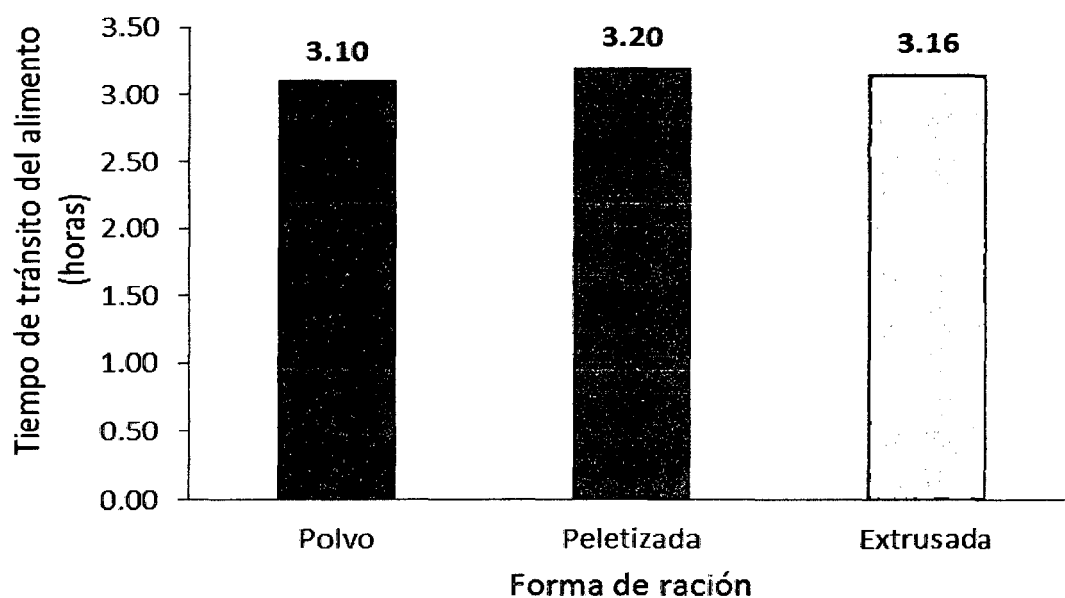


Figura 10. Tiempo de tránsito del alimento de tres formas de raciones.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Coeficiente de metabolicidad y nutrientes metabolizables

La estructura física del alimento como la humedad, tamaño de partículas, forma de presentación y utilización de granos enteros, afecta la metabolicidad de los nutrientes, la composición de la microflora intestinal y el consumo. Antiguamente, el suministro de papillas era común en pollos caseros pero actualmente no es una práctica habitual en los sistemas de producción intensivo, debido a problemas de manejo (BARRAGÁN, 2004).

#### 5.1.1. Porcentaje del coeficiente de metabolicidad de la materia seca

No hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) del coeficiente de metabolicidad de la materia seca entre las raciones en forma de polvo, peletizada y extrusada; Entretanto, numéricamente, los pollos alimentados con ración extrusada aprovecharon mejor la materia seca de la ración en 1.64 y 2.65 % más que los pollos alimentados con raciones en forma de polvo y peletizada, respectivamente (Cuadro 3).

Estos resultados, posiblemente, se debe a que el efecto del proceso de extrusado provocó la gelatinización de los carbohidratos y por ende hubo mayor disponibilidad de estos nutrientes para los pollos, tal como

menciona KLEIN (1996), indicando que el proceso de extrusión permite la cocción de las raciones el cual gelatiniza parcialmente el almidón y reblandece a las fibras, mejorando la metabolibilidad de la ración.

Resultados similares del coeficiente de metabolibilidad de la materia seca fueron reportados por LÓPEZ *et al.* (2007) quienes evaluaron tres formas físicas de raciones, polvo, peletizado y extrusado en pollos en fase inicial y crecimiento trabajando con aves de 21 días de edad. Entretanto, PUCCI *et al.* (2010) trabajó con pollos de 8 – 21 días de edad alimentados con raciones en forma de polvo y peletizada y observaron que el coeficiente de metabolibilidad de la materia seca en los pollos que se alimentaron con ración peletizada (73.56 %) fue mejor estadísticamente que los pollos alimentados con ración en forma de polvo (72.66 %). Entretanto, ZATARI y SELL (1990), observaron aumento ( $p < 0.05$ ) de la metabolibilidad de materia seca en forma de ración peletizada en comparación a la ración en polvo.

Asimismo, el porcentaje de la materia seca metabolizada fue mayor ( $p < 0.05$ ) de la ración extrusada (71.41 %), en comparación con las raciones peletizada y polvo; (68.39 % y 68.10 %), respectivamente.

#### 5.1.2. Porcentaje del coeficiente de metabolibilidad de la ceniza

Los pollos alimentados con ración en forma de polvo, aprovecharon mejor ( $p < 0.05$ ) la ceniza, en relación a los pollos alimentados con raciones en forma peletizada y extrusada. Entretanto, los pollos alimentados con raciones

peletizada y extrusada tuvieron semejante ( $p>0.05$ ) aprovechamiento de la ceniza.

El análisis de ceniza no es muy importante en trabajos de metabolicidad; posiblemente, los resultados obtenidos en este trabajo, se deben al proceso de peletizado y extrusado, ya que existe la posibilidad que las raciones en forma peletizada y extrusada fueron aumentados en ceniza debido al desgaste del anillo sin fin del equipo de la planta de alimentos balanceados donde se procesaron las raciones experimentales.

Asimismo, el porcentaje de ceniza metabolizada de la ración en forma de polvo (4.74 %), fue mayor ( $p<0.05$ ) comparado a las raciones en forma peletizada y extrusada; (3.47 % y 3.39 %), respectivamente.

### 5.1.3. Porcentaje del coeficiente de metabolicidad de la proteína

No hubo diferencias ( $p>0.05$ ) del coeficiente de metabolicidad de la proteína entre las raciones en formas de polvo, peletizada y extrusada. Numéricamente, los pollos alimentados con raciones peletizada y extrusada aprovecharon mejor la proteína de la dieta en 3.37 y 5.56 % que los pollos alimentados con ración en forma de polvo. LOPEZ *et al.* (2007) observaron que las raciones extrusadas alimentados a pollos tuvieron mejores coeficientes de metabolicidad de la proteína ( $p<0.05$ ) comparado a la ración en forma de polvo; entretanto, la ración peletizada fue semejante ( $p>0.05$ ) comparado a la raciones en forma de polvo y extrusada.

Analizando la metabolibilidad de la proteína, SCOTT *et al.* (1997) observaron aumento en la metabolibilidad de la proteína de la ración en aves alimentadas con ración peletizada, en comparación con ración en forma de polvo, esta mejora probablemente, es debido a que las raciones peletizadas fueron sometidas a alta temperatura y prensado durante su proceso, rompiendo los puentes de azufre volátil en la estructura de la proteína lo que resulta en la desnaturalización y aumento de la eficiencia de las enzimas endógenas. Así mismo, DOZIER (2001) indica que los procesos térmicos en el peletizado promueven alteraciones de estructuras terciarias naturales de las proteínas, facilitando su digestión posterior. También, LEITE *et al.* (2008) no notaron diferencias significativas en el coeficiente de metabolibilidad de la proteína bruta cuando compararon raciones en forma de polvo con ración peletizada.

Asimismo, PUCCI *et al.* (2010) trabajando en pollos alimentados con raciones en forma peletizada y polvo observaron semejante ( $p>0.05$ ) coeficiente de metabolibilidad de la proteína en aves de 8 a 21 días de edad

Asimismo, el porcentaje de proteína metabolizada fue semejante ( $p>0.05$ ) entre las raciones en forma polvo, peletizada y extrusada; numéricamente, la proteína metabolizada fue mayor en la ración en forma extrusada (14.46 %), seguido de la ración peletizada y en polvo; (13.79 % y 13.50 %) respectivamente.

#### 5.1.4. Porcentaje del coeficiente de metabolización del extracto etéreo

Los pollos alimentados con ración peletizada y extrusada aprovecharon mejor ( $p < 0.05$ ) el extracto etéreo de la ración, en relación a los pollos alimentados con ración en forma de polvo. Entretanto, los pollos alimentados con ración forma peletizada y extrusada aprovecharon de forma semejante ( $p > 0.05$ ) al extracto etéreo. Estos datos coinciden con FREITAS *et al.* (2008), quienes trabajaron con pollos de 7 a 15 días de edad, donde obtuvieron semejante ( $p > 0.05$ ) coeficiente de metabolización del extracto etéreo (77.9 % y 78.6 %) de raciones en forma de polvo y peletizada, respectivamente.

También, LÓPEZ *et al.* (2007) observaron mayor coeficiente de metabolización del extracto etéreo ( $p < 0.05$ ) al utilizar ración peletizada en comparación con ración en forma de polvo.

PUCCI *et al.* (2010) trabajando con pollos de 8 a 21 días de edad observaron mayor coeficiente de metabolización ( $p < 0.05$ ) del extracto etéreo cuando utilizaron raciones en forma peletizada y extrusada en comparación con ración en forma de polvo.

Por otro lado, el porcentaje de el extracto etéreo metabolizado fue mejor ( $p < 0.05$ ) en la ración en forma de polvo (1.91 %), en comparación a la ración peletizada y extrusada; (1.84 % y 1.66 %), respectivamente.

#### 5.1.5. Porcentaje del coeficiente de metabolicidad de la fibra bruta

No hubo diferencias ( $p>0.05$ ) del coeficiente de metabolicidad de la fibra entre las raciones en forma de polvo, peletizada y extrusada alimentados en pollos. Numéricamente, los pollos alimentados con ración peletizada y extrusada aprovecharon mejor la fibra de la dieta en 1.83 y 0.46 % más que los pollos alimentados con ración en forma de polvo.

Asimismo, el porcentaje de la fibra metabolizada fue mayor ( $p<0.05$ ) de la ración extrusada (0.78 %), en comparación con la ración en forma de polvo y peletizado; (0.49 % y 0.51 %), respectivamente.

#### 5.1.6. Porcentaje del coeficiente de metabolicidad del extracto libre de nitrógeno

No hubo diferencias ( $p>0.05$ ) del coeficiente de metabolicidad del extracto libre de nitrógeno entre las raciones en forma de polvo, peletizada y extrusada alimentados en pollos. Numéricamente, los pollos alimentados con ración extrusada aprovecharon mejor el extracto libre de nitrógeno de la dieta en 1.26 % más que los pollos alimentados con ración en forma de polvo.

Por otra parte, LUTCH (2002) indica que el proceso de extrusado mejora la calidad del alimento por el grado de gelatinización del almidón, aumentando significativamente la metabolicidad del extracto etéreo y la fibra en relación a la ración peletizada.

También, el porcentaje del extracto libre de nitrógeno metabolizado fue mayor ( $p < 0.05$ ) de la ración en forma extrusada (52.82 %), en comparación con las raciones en forma de polvo y peletizado; (49.87 % y 51.34 %), respectivamente.

#### 5.1.7. Porcentaje del coeficiente de metabolibilidad de la energía bruta

No hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) de los coeficientes de metabolibilidad de las raciones en forma de polvo, peletizada y extrusada alimentados en pollos. Numéricamente, los pollos alimentados con raciones peletizada y extrusada metabolizaron mejor la energía de la dieta en 2.95 % y 1.29 % más que los pollos alimentados con ración en forma de polvo. Los resultados obtenidos en esta investigación, están acorde con las afirmaciones de ZELENKA (2003) quien indica, que uno de los beneficios del uso de raciones peletizadas para aves, es el aumento de la energía metabolizable en consecuencia existe mayor metabolibilidad de nutrientes.

Al utilizar alimento peletizado, se puede modificar los requerimientos de energía y la eficiencia de utilización de la energía de pollos de engorde, principalmente en la deposición de proteína y grasa de la canal. La peletización también aumenta la eficiencia de retención de energía de la ración y la mejor eficiencia justificadas por mejor conversión alimenticia de los pollos alimentados con ración peletizada (McKINNEY y TEETER, 2004; LEMME *et al.*, 2006).

LOPEZ *et al* (2007), trabajando con aves de 21 días de edad observaron semejante ( $p>0.05$ ) energía metabolizable entre raciones en forma de polvo y peletizada; entretanto, la energía metabolizable de la ración en forma de polvo fue menor ( $p<0.05$ ) en relación a la ración extrusada. Asimismo, ZELENKA (2003) trabajando con pollos de 65 días de edad notaron mayor ( $p<0.05$ ) energía metabolizable de la ración en forma peletizada en comparación a la ración en forma de polvo.

De tal manera, el porcentaje de la energía metabolizable de la ración peletizada (3113.13 kcal/kg), fue mayor ( $p<0.05$ ) que la ración en forma de polvo y extrusado; (3021.26 y 3081.00 kcal/kg), respectivamente.

## 5.2. Tiempo de tránsito del alimento

El consumo de las raciones en forma de polvo, peletizada y extrusada no influenciaron ( $p >0.05$ ) el tiempo de tránsito del alimento en pollos parrilleros. Entretanto, numéricamente los pollos alimentados con ración peletizada y extrusada presentaron ligeramente mayor tiempo de tránsito del alimento en apenas 6 y 3 minutos, respectivamente, comparada a los pollos alimentados con ración en forma de polvo.

Debido a que el tiempo de tránsito del alimento de pollos parrilleros alimentados con ración peletizada y extrusada fue mayor en relación a pollos alimentados con ración en forma de polvo, podría ser que el ave asimile mejor los nutrientes de las raciones procesadas.

KATO (2005) trabajando con pollos de 22 días de edad con ración a base de torta de soja obtuvo 2 horas y 34 minutos de TTA que son datos más lejanos a los obtenidos en el presente trabajo. Entretanto, GOLIAN y MAURIC (1992) trabajando con pollos de 21 días de edad obtuvo 2 horas y 58 minutos de TTA que es diferente a nuestro trabajo.

También, MAYORGA (2008) trabajó con pollos parrilleros de 21 días de edad y en ambiente controlado, donde evaluó el tiempo de tránsito del alimento (TTA) que fue de 3 horas y 53 minutos, siendo los datos mas cercanos comparado a nuestro trabajo por 33 minutos menos que el trabajo citado, probablemente al efecto de la temperatura ambiental que en nuestro caso fue de 24 °C. El TTA es diferente según las edades y el tipo de insumo presente en la ración, sin embargo, probablemente, la temperatura ambiental también tiene influencia sobre este parámetro.

## VI. CONCLUSIONES

- Existe la tendencia que los nutrientes de las raciones extrusadas y peletizadas fueron mejor aprovechados por pollos en comparación a la ración en forma de polvo, sin embargo, el coeficiente metabolizable del extracto etéreo de raciones peletizadas (86.21 %) y extrusadas (87.94 %) fueron mejor aprovechados por los pollos, en comparación a la ración en forma de polvo.
- El tiempo de transito del alimento, no fue diferente entre las raciones con diferentes formas de presentación como son polvo, peletizado y extrusado.

## VII. RECOMENDACIONES

- Implementar el análisis de fibra y el fraccionamiento de la fibra como la fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, ya que es necesario saber que tipo de fibra contienen las raciones.
- Mejorar las condiciones de las jaulas para estudios de metabolismo.
- En lo posible climatizar y mejorar los ambientes donde se desarrollan los trabajos de digestibilidad y metabolicidad para que exista repetibilidad en los resultados.

## ABSTRACT

In order to determine the metabolizable nutrients, metabolizable energy and food transit time in three physical forms of presentation of chicken rations, researches were conducted in the chicken farming area of the zootechnical farm in the balanced feed mill of the School of Animal Husbandry of the National Agricultural University of the jungle, It was used an amount of 60 chickens (30 males and 30 females chickens) of 15 days old in the genetic line COBB 500, which were distributed into three kind of treatments T1: ration powder; T2 pelleted ration; T3: extruded ration, each treatment with five repetitions and each experimental unit was composed by 2 male poultries and two female ones, the experimental ration was formulated according to the requirements proposed by the ROSTAGNO *et al.* (2005) for their statistical analysis, it was used a completely randomized design DCA and differences among treatments were accomplished by the DLS 5 %. Nutrients from the extruded ration and pelleted ration were better utilized compared to powder ration, rations, pelleted and extruded did not influence the transit time in ration a powder.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. 2002. Efeito do intervalo de tempo entre o nascimento e o alojamento.
- BARBIERI, B. 2001. Reseña histórica de la industria avícola peruana. Rev Cienc Vet, Perú 17: 5-8.
- BARRAGÁN, J. 2004. Estrés térmico en aves. Mundo Avícola y Porcino, Perú 5: 10-13.
- DOZIER, W. 2001. Pelet de calidad para obtener carne de ave más económica. Alim. Balanc. Anim., v.8, pp. 16 – 19.
- FREITAS, E., SAKOMURA, N., DAHLKE, F., SANTOS, F., BARBOSA, N. 2008. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.1, p37-78.
- FREITAS, E., SAKOMURA, N., LAURENTIZ, A., DAHLKE, F., NEME, R., SANTOS, A. 2003. Efeitos da forma física da ração pré-inicial no desempenho de pintos de corte. Revista Brasileira de Ciencia Avícola. Campinas, suplemento 5. 20 p.

- GOLIAN, A., MAURIC, D. 1992. Dietary poultry and gastrointestinal transit time of feed and fat utilization broiler chicken. Poultry science, Savoy, IL, v.71, p. 1357-1363.
- KATO, R. 2005. Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades. Lavras: UFLA, 2005. 96f. (Douctorado)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- KLEIN, C. 1996. Efeitos da forma física e do nível de energia da racao sobre o desempenho, a composição de carcasa e a eficiência de utilização da energia metabolizável consumidas por fangos de corte. 97 f. dissertação (maestrado) faculdade de agronomia da universidade federal do Rio Grande do Sul.
- KUBITZA, F. 1997. Qualidade do alimento, qualidade da agua e manejo alimentar na produção de peixes, In: Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes.
- LEITE, J., RODRIGUES, P., FIALHO, E., FREITAS, F., NAGATA, K., CANTARELLI, S. 2008. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 21 dias de idade. Revista Ciência e Agrotecnologia, v.32, n.4, p1292-1298.
- LEMME, A., WIJTEN, P., VAN WICHEN, J. 2006. Responses of male growing broilers to increasing levels of balanced protein offered as

coarse or pellets of varying quality. *Poultry Science*, Champaign, v.85, p. 721-730.

LÓPEZ, C. 1999. Efectos de la molienda conjunta y textura de la ración sobre la digestibilidad de nutrientes. Brasil.

LÓPEZ, C., BAIÃO, N. 2002. Efeitos da moagem dos ingredientes e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.54, p.189-195.

LÓPEZ, C., BAIÃO, N., LARA, L., RODRIGUEZ, N., CANÇADO, S. 2007. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.4, p. 1006-1013.

LUTCH, W. 2002. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. *Ind. Avic.*, v.50, p.32-35.

MATTERSON, L., POTTER, L., STUTZ, M. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Connecticut: The University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, v.7, p. 3-11.

MAYORGA, M. 2008. Estudo de variações metodológicas na determinação do metabolismo aparente de nutrientes em frangos de corte. *Zootecnista/ Universidade Nacional da Colômbia. Mestre em Zootecnia. Porto alegre, Brasil. 88 p.*

- McKINNEY, L., TEETER, R. 2004. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. Poultry science.
- PUCCI, L., RODRIGUES, P., BERTECHINI, A., DO NASCIMENTO, G., DE LIMA, R., DA SILVA, L. 2010. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. R. Bras. Zootec., v.39, n.6, p. 1272-1279.
- ROSTAGNO, H. 1995. Diet formulación for broilers based on total versus digestible amino acids. Journal applied poultry research 4: 293- 299.
- ROSTAGNO, H., ALBINO, L., DONZELE, J. 2005. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed. Viçosa, MG: UFV/DZO. 186 p.
- SCOTT, T., SWIFT, M., BEDFORD, M. 1997. The influence of feed milling, enzyme supplementation, and nutrient regimen on broiler chick performance. Journal of Poultry Research, v6, p.391-398.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. 1998. SAS user's guide. versión 8. Cary. 1998.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. 2009. Datos meteorológicos. Estación meteorological José Avelardo Quiñones. Datos no publicados.

- VIEIRA, S., PENZ, A.M., POHAL, S., ALMEIDA, J.G. 2003. Sodium requirements for the first seven days in broiler chicks. *Journal Applied poultry Reserch*, Athens, v.12, p. 362-370.
- ZATARI, I., SELL, J. 1990. Effects of pelleting diets containing sunflower meal on performance of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.30, p.121-129.
- ZELENKA, J. 2003. Effect of pelleting on digestibility and metabolizable energy of poultry diets. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTITION, 2003, Lillehammer. *Proceeding Lillehammer: World's Poultry Science Association*, p. 127-128.

## VI. ANEXO

## Anexo 1. Análisis de varianzas y pruebas LSD.

Cuadro 5. Análisis de varianza de nutrientes determinados de la materia seca.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	14.368	7.184	789.43	<.0001 **
Error	12	0.109	0.009		
Total	14	14.477			

\*\* : Alta significancia estadística.

C.V. : 0.11 %.

Cuadro 6. Prueba de comparación de LSD de materia seca.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	89.75	5	3	A
2	88.92	5	2	B
3	87.39	5	1	C

Cuadro 7. Análisis de varianza de nutrientes determinados en ceniza.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	0.00012	0.00006	0.18	0.840 N.S.
Error	12	0.00408	0.00034		
Total	14	0.00420			

NS : No existe diferencia estadística significativa.

CV : 0.26 %.

Cuadro 8. Prueba de comparación de LSD en la ceniza.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	7.07	5	3	A
2	7.07	5	2	A
3	7.07	5	1	A

Cuadro 9. Análisis de varianza de nutrientes determinados en la proteína.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	0.254	0.127	5.81	0.017 *
Error	12	0.263	0.022		
Total	14	0.517			

\* : Existe significancia estadística. C.V. : 0.73 %.

Cuadro 10. Prueba de comparación de LSD en proteína.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	20.58	5	1	A
2	20.34	5	2	A
3	20.28	5	3	A

Cuadro 11. Análisis de varianza de nutrientes determinados de extracto etéreo.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	0.714	0.357	373.09	<.0001 **
Error	12	0.011	0.001		
Total	14	0.725			

\*\* : Alta significancia estadística.

CV : 1.44 %.

Cuadro 12. Prueba de comparación de LSD del extracto etéreo.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	2.42	5	1	A
2	2.13	5	2	B
3	1.88	5	3	C

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Cuadro 13. Análisis de varianza de nutrientes determinados de fibra bruta.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	1.1613	0.5807	4838.89	<.0001 **
Error	12	0.0014	0.0001		
Total	14	1.1628			

\*\* : Alta significancia estadística.

CV : 0.80 %.

Cuadro 14. Prueba de comparación de LSD de fibra bruta.

OM	Promedio	N	Tratamiento	Significancia
3	1.76	5	3	A
2	1.18	5	2	B
1	1.16	5	1	C

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Cuadro 15. Análisis de varianza de nutrientes determinados de extracto libre de nitrógeno.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	18.6116	9.3058	906.41	<.0001 **
Error	12	0.1232	0.0103		
Total	14	18.7348			

\*\* : Alta significancia estadística. CV : 0.18 %.

Cuadro 16. Prueba de comparación LSD en extracto libre de nitrógeno.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	58.76	5	3	A
2	58.20	5	2	B
3	56.17	5	1	C

Cuadro 17. Análisis de varianza de nutrientes determinados de energía.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	24043.333	12021.667	3163.6	<.0001 **
Error	12	45.600	3.800		
Total	14	24088.933			

\*\* : Alta significancia estadística.  
CV : 0.05 %.

Cuadro 18. Prueba de comparación LSD de la energía.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	3785.40	5	2	A
2	3749.40	5	1	B
3	3688.40	5	3	C

Cuadro 19. Análisis de varianza de coeficientes metabolizables de materia seca.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	17.949	8.974	1.51	0.261 N.S.
Error	12	71.502	5.958		
Total	14	89.451			

N.S. : No existe significancia estadística. C.V. : 3.12 %.

Cuadro 20. Prueba de comparación de LSD de materia seca.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	79.56	5	3	A
2	77.92	5	1	A
3	76.91	5	2	A

Cuadro 21. Análisis de varianza de coeficientes metabolizables en ceniza.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	1157.244	578.622	21.13	0.0001 **
Error	12	328.620	27.385		
Total	14	1485.864			

\*\* : Alta diferencia estadística significativa.

CV : 9.56 %.

Cuadro 22. Prueba de comparación de LSD en la ceniza.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	67.12	5	1	A
2	49.13	5	2	B
3	47.89	5	3	B

Cuadro 23. Análisis de varianza de coeficientes metabolizables en la proteína.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	81.567	40.784	2.97	0.0893 N.S.
Error	12	164.571	13.714		
Total	14	246.138			

N.S. : No existe significancia estadística.

C.V. : 5.43 %.

Cuadro 24. Prueba de comparación de LSD en proteína.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	71.28	5	3	A
2	67.81	5	2	AB
3	65.62	5	1	B

Cuadro 25. Análisis de varianza de coeficientes metabolizables de extracto etéreo.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	220.112	110.056	14.52	0.0006 **
Error	12	90.948	7.579		
Total	14	311.060			

\*\* : Alta significancia estadística.

CV : 3.26 %.

Cuadro 26. Prueba de comparación de LSD del extracto etéreo.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	87.94	5	3	A
2	86.21	5	2	A
3	79.09	5	1	B

Cuadro 27. Análisis de varianza de coeficientes metabolizables de fibra bruta.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	9.069	4.535	0.07	0.9299 N.S.
Error	12	744.057	62.005		
Total	14	753.126			

N.S. : No existe significancia estadística. CV : 18.16 %.

Cuadro 28. Prueba de comparación de LSD de fibra bruta.

OM	Promedio	N	Tratamiento	Significancia
3	44.13	5	3	A
2	43.67	5	2	A
1	42.30	5	1	A

Cuadro 29. Análisis de varianza de coeficientes metabolizables de extracto libre de nitrógeno.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	7.3471	3.6735	2.29	0.144 N.S.
Error	12	19.2739	1.6062		
Total	14	26.6210			

N.S. : No existe significancia estadística. CV : 1.43 %.

Cuadro 30. Prueba de comparación LSD en extracto libre de nitrógeno.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	89.90	5	3	A
2	88.78	5	1	A
3	88.21	5	2	A

Cuadro 31. Análisis de varianza de coeficientes metabolizables de energía.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	21.906	10.953	2.9	0.094 N.S.
Error	12	45.370	3.781		
Total	14	67.276			

N.S. : No existe significancia estadística.

CV : 2.37 %.

Cuadro 32. Prueba de comparación LSD de la energía.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	83.53	5	3	A
2	82.24	5	2	AB
3	80.58	5	1	B

Cuadro 33. Análisis de varianza de nutrientes metabolizables de la materia seca.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	33.646	16.823	3.49	0.064 N.S.
Error	12	57.792	4.816		
Total	14	91.437			

N.S. : No existe significancia estadística.

C.V. : 3.17 %.

Cuadro 34. Prueba de comparación de LSD de materia seca.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	71.41	5	3	A
2	68.39	5	2	AB
3	68.10	5	1	B

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Cuadro 35. Análisis de varianza de nutrientes metabolizables en ceniza.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	5.758	2.879	21.44	0.0001 **
Error	12	1.612	0.134		
Total	14	7.370			

\*\* : Alta diferencia estadística significativa.

CV : 9.48 %.

Cuadro 36. Prueba de comparación de LSD en la ceniza.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	4.74	5	1	A
2	3.47	5	2	B
3	3.39	5	3	B

Cuadro 37. Análisis de varianza de nutrientes metabolizables en la proteína.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	2.4092	1.2046	2.21	0.1528 N.S.
Error	12	6.5526	0.5460		
Total	14	8.9617			

N.S. : No existe significancia estadística.

C.V. : 5.31 %.

Cuadro 38. Prueba de comparación de LSD en proteína.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	14.46	5	3	A
2	13.79	5	2	A
3	13.50	5	1	A

Cuadro 39. Análisis de varianza de nutrientes metabolizables de extracto etéreo.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	0.174	0.087	15.19	0.0005 *
Error	12	0.069	0.006		
Total	14	0.243			

\* : Existe significancia estadística.

CV : 4.20 %.

Cuadro 40. Prueba de comparación de LSD del extracto etéreo.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	1.91	5	1	A
2	1.84	5	2	A
3	1.66	5	3	B

Cuadro 41. Análisis de varianza de nutrientes metabolizables de fibra bruta.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	0.250	0.125	8.48	0.0051 *
Error	12	0.177	0.015		
Total	14	0.427			

\* : Existe significancia estadística.

CV : 20.49 %.

Cuadro 42. Prueba de comparación de LSD de fibra bruta.

OM	Promedio	N	Tratamiento	Significancia
3	0.78	5	3	A
2	0.51	5	2	B
1	0.49	5	1	B

Cuadro 43. Análisis de varianza de nutrientes metabolizables de extracto libre de nitrógeno.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	21.852	10.926	16.59	0.0004 **
Error	12	7.905	0.659		
Total	14	29.756			

\*\* : Alta significancia estadística.

CV : 1.58 %.

Cuadro 44. Prueba de comparación LSD en extracto libre de nitrógeno.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	52.82	5	3	A
2	51.34	5	2	B
3	49.87	5	1	C

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Cuadro 45. Análisis de varianza de nutrientes metabolizables de energía.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	21734.093	10867.046	2.08	0.1672 N.S.
Error	12	62576.26	5214.6884		
Total	14	84310.353			

N.S. : No existe significancia estadística.

CV : 2.35 %.

Cuadro 46. Prueba de comparación LSD de la energía.

OM	Promedio	N	Tratamientos	Significancia
1	3113.13	5	2	A
2	3081.00	5	3	A
3	3021.26	5	1	A

Cuadro 47. Análisis de varianza en tiempo de tránsito del alimento.

FV	GL	SC	CM	F- valor	Significancia
Tratamiento	2	376.852	188.43	0.57	0.568 N.S.
Error	57	18840.172	330.53		
Total	59	19217.024			

N.S. : No existe significancia estadística.

CV : 1.43 %.

Cuadro 48. Prueba de comparación de Tukey sobre tiempo de tránsito del alimento.

OM	Promedio (min)	N	Tratamientos	Significancia
1	192.13	20	2	a
2	189.35	20	3	a
3	186	20	1	a

**Cuadro 49. Datos en minutos y horas suministro de alimento de tres formas físicas de presentación de raciones tiempo de tránsito alimentar.**

Tratamiento	Repetición	UE	Hora aliment	Hora defec	Minutos	Horas	Minutos
1	1	1	8:16:00	11:09:00	2:53:00	2.53	173
1	2	2	8:16:00	11:26:00	3:10:00	3.10	190
1	3	3	8:16:00	11:26:00	3:10:00	3.10	190
1	4	4	8:16:00	11:51:00	3:35:00	3.35	215
1	5	1	8:16:00	11:02:00	2:46:00	2.46	166
1	6	2	8:16:00	11:10:00	2:54:00	2.54	174
1	7	3	8:16:00	11:17:00	3:01:00	3.01	181
1	8	4	8:16:00	11:55:00	3:39:00	3.39	219
1	9	1	8:16:00	11:08:00	2:52:00	2.52	172
1	10	2	8:16:00	11:11:00	2:55:00	2.52	172
1	11	3	8:16:00	11:16:00	3:00:00	3.00	180
1	12	4	8:16:00	11:44:00	3:28:00	3.28	208
1	13	1	8:16:00	10:59:00	2:43:00	2.43	163
1	14	2	8:16:00	11:22:00	3:06:00	3.06	186
1	15	3	8:16:00	11:25:00	3:09:00	3.09	189
1	16	4	8:16:00	11:54:00	3:38:00	3.38	218
1	17	1	8:16:00	10:59:00	2:43:00	2.43	163
1	18	2	8:16:00	11:19:00	3:03:00	3.03	183
1	19	3	8:16:00	11:15:00	2:59:00	2.59	179
1	20	4	8:16:00	11:35:00	3:19:00	3.19	199
2	1	1	8:16:00	11:07:00	2:51:00	2.51	171
2	2	2	8:16:00	11:13:00	2:57:00	2.57	177
2	3	3	8:16:00	11:20:00	3:04:00	3.04	184
2	4	4	8:16:00	11:56:00	3:40:00	3.40	220
2	5	1	8:16:00	11:00:00	2:44:00	2.44	164

2	6	2	8:16:00	11:07:00	2:51:00	2.51	171
2	7	3	8:16:00	11:15:00	2:59:00	2.59	179
2	8	4	8:16:00	11:49:00	3:33:00	3.33	213
2	9	1	8:16:00	11:12:00	2:56:00	2.56	176
2	10	2	8:16:00	11:20:00	3:04:00	180	184
2	11	3	8:16:00	11:51:00	3:35:00	3.35	215
2	12	4	8:16:00	12:06:00	3:50:00	3.5	230
2	13	1	8:16:00	11:17:00	3:01:00	3.01	181
2	14	2	8:16:00	11:39:00	3:23:00	3.23	203
2	15	3	8:16:00	12:38:00	4:22:00	4.22	262
2	16	4	8:16:00	12:41:00	4:25:00	4.25	265
2	17	1	8:16:00	11:17:00	3:01:00	3.01	181
2	18	2	8:16:00	11:20:00	3:04:00	3.04	184
2	19	3	8:16:00	11:56:00	3:40:00	3.4	184
2	20	4	8:16:00	12:14:00	3:58:00	3.58	238
3	1	1	8:17:00	11:12:00	2:55:00	2.55	175
3	2	2	8:17:00	11:27:00	3:10:00	3.1	190
3	3	3	8:17:00	11:29:00	3:12:00	3.12	192
3	4	4	8:17:00	11:37:00	3:20:00	3.2	200
3	5	1	8:17:00	11:02:00	2:45:00	2.45	165
3	6	2	8:17:00	11:22:00	3:05:00	3.05	185
3	7	3	8:17:00	11:29:00	3:12:00	3.12	192
3	8	4	8:17:00	11:56:00	3:39:00	3.39	219
3	9	1	8:17:00	11:08:00	2:51:00	2.51	171
3	10	2	8:17:00	11:10:00	2:53:00	2.53	173
3	11	3	8:17:00	11:30:00	3:13:00	3.13	193
3	12	4	8:17:00	11:43:00	3:26:00	3.26	206
3	13	1	8:17:00	11:02:00	2:45:00	2.45	165

---

3	14	2	8:17:00	11:14:00	2:57:00	2.57	177
3	15	3	8:17:00	11:42:00	3:25:00	3.25	205
3	16	4	8:17:00	11:44:00	3:27:00	3.27	207
3	17	1	8:17:00	11:14:00	2:57:00	2.57	177
3	18	2	8:17:00	11:23:00	3:06:00	3.06	186
3	19	3	8:17:00	11:40:00	3:23:00	3.23	203
3	20	4	8:17:00	11:43:00	3:26:00	3.26	206

---

---

Anexo 2. Panel fotográfico.



Figura 11. Codificación de las muestras de excretas.



Figura 12. Preparación y pesado de muestras para primera materia seca.

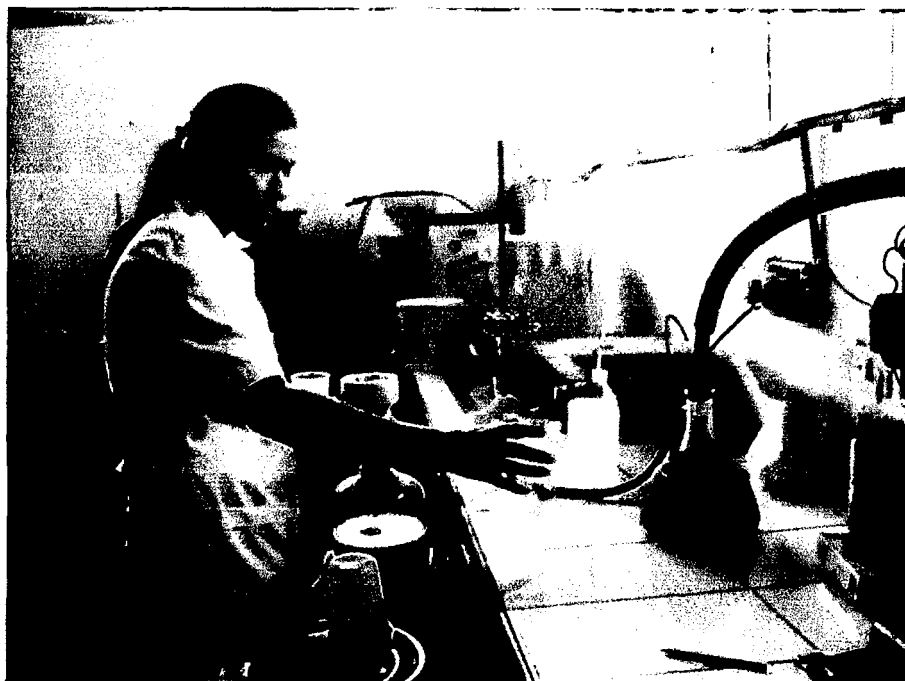


Figura 13. Proceso para el análisis de fibra en las muestras de excretas y alimentos.



Figura 14. Incineración de las muestras para fibra.