



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS MAESTRÍA EN NUTRICIÓN Y
PRODUCCIÓN ANIMAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE MAGÍSTER EN: NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN ANIMAL**

**TEMA: DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y DIGESTIBILIDAD IN
VITRO DE LA GALLINAZA EN ALIMENTACIÓN DE CUYES**

AUTOR: NASIMBA LOACHAMÍN, LIGIA PAULINA

DIRECTOR: ING. MGS. VELA TORMEN, DIEGO ALONSO

SANGOLQUI

2018



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de titulación, *“DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA GALLINAZA EN ALIMENTACIÓN DE CUYES”* fue realizado por la señorita *Nasimba Loachamín, Ligia Paulina* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 22 de agosto del 2018


.....
Ing. Vela Tormen, Diego Alonso Mgs.

CC: 1707754535



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Nasimba Loachamín, Ligia Paulina*, con cédula de ciudadanía n°: 1719997031, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *“Desempeño Productivo Y Digestibilidad In Vitro De La Gallinaza En Alimentación De Cuyes”* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 22 de agosto del 2018

Nasimba Loachamín, Ligia Paulina

C.C: 1719997031



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN

Yo, **Nasimba Loachamín, Ligia Paulina**, con cédula de ciudadanía n°: 1719997031, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Desempeño Productivo Y Digestibilidad In Vitro De La Gallinaza En Alimentación De Cuyes”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 22 de agosto del 2018

Nasimba Loachamín, Ligia Paulina

C.C: 1719997031

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios y la Virgen María por darme la sabiduría y fortaleza para alcanzar una de mis metas.

A mis queridos padres Pablo y Eduarda, por su amor y sus sabios consejos que me han ayudado en cada una de las etapas de mi vida profesional y personal.

A mis hermanas Betty, Rocío y Verónica por su cariño y apoyo incondicional en todos estos años de mi vida.

A mis abuelitos Ignacio, Olimpia, Carmen y José (+) por su amor, cariño y cuidado, y por contagiarme de su alegría y las ganas de vivir la vida con felicidad.

A mis pequeños sobrinos Pablo y Milagros, por ser mi motivación y fuente de inspiración.

Nasimba Loachamín, Ligia Paulina

AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento a Dios y a la Virgen María por regalarme salud y por guiar cada uno de mis pasos.

A mi familia por su amor, paciencia, comprensión y apoyo para la realización de mi tesis, de manera especial a mi hermana Verónica por su apoyo incondicional y por impulsarme a alcanzar mis sueños y objetivos, así como también por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.

Al Ingeniero Diego Vela por a través de sus conocimientos y experiencia profesional haber dirigido y apoyado para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Ingeniero Julio Pazmiño por el apoyo y los aportes brindados para la elaboración de mi tesis.

Al Ingeniero John Atiencia por sus contribuciones y colaboración a la presente investigación.

Al Ingeniero Mario Ortiz por sus consejos y su apoyo incondicional durante todo el período académico de la maestría y del desarrollo del presente trabajo investigativo.

Nasimba Loachamín, Ligia Paulina

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-------------|
| CERTIFICADO DEL DIRECTOR..... | i |
| AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD | ii |
| AUTORIZACIÓN..... | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | vi |
| INDICE DE TABLAS..... | ix |
| INDICE DE FIGURAS..... | xi |
| RESUMEN..... | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| CAPITULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Justificación e importancia..... | 3 |
| 1.3 Objetivos | 4 |
| 1.3.1 Objetivo General | 4 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 1.4 Hipótesis..... | 5 |
| CAPÍTULO II..... | 6 |
| REVISIÓN DE LA LITERATURA | 6 |
| 2.1. Marco de Referencia (antecedentes de la investigación) | 6 |
| 2.1.1. El Cuy..... | 6 |
| 2.1.1.1. Generalidades | 6 |
| 2.1.1.2. Clasificación taxonómica | 7 |
| 2.1.1.3. Crianza comercial del cuy | 7 |
| 2.1.1.4. Propiedades nutritivas de la carne de cuy | 8 |
| 2.1.1.5. Nutrición y alimentación del cuy | 9 |
| 2.1.1.6. Requerimientos nutricionales de los cuyes en sus diferentes etapas..... | 9 |
| 2.1.2. Digestibilidad Aparente (DA) | 12 |
| 2.1.2.1. Coeficiente de Digestibilidad Aparente (CDA) | 13 |
| 2.1.3. Digestibilidad verdadera | 13 |
| 2.1.4. Digestibilidad in Vitro..... | 14 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.5. Estudios sobre digestibilidad..... | 15 |
| 2.1.6. Sistema ANKOM de digestibilidad..... | 16 |
| 2.1.7. Método de Producción de Gas in vitro..... | 17 |
| 2.1.8. La gallinaza | 19 |
| 2.1.8.1. Investigaciones realizadas..... | 20 |
| 2.1.9. Forraje verde | 26 |
| 2.1.9.1. Alfalfa (Medicago sativa)..... | 26 |
| 2.1.9.2. Ray grass perenne o inglés (Lolium perenne)..... | 27 |
| CAPÍTULO III | 28 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 28 |
| 3.1 Ubicación geográfica del lugar de investigación..... | 28 |
| 3.2 Duración de la investigación..... | 28 |
| 3.3 Materiales | 28 |
| 3.3.1 Material experimental..... | 29 |
| 3.3.2 Material de campo. | 29 |
| 3.3.3 Materiales de laboratorio. | 29 |
| 3.4 Equipos..... | 30 |
| 3.5 Métodos..... | 30 |
| 3.5.1 Unidades experimentales (UE) | 30 |
| 3.5.2 Factores de estudio | 30 |
| 3.5.3 Tratamientos y Diseño experimental..... | 31 |
| 3.6 Mediciones experimentales | 33 |
| 3.6.1 Variables | 33 |
| 3.6.2 Análisis estadísticos y pruebas de significancia. | 34 |
| 3.7 Procedimiento experimental..... | 34 |
| 3.7.1 Descripción del experimento | 34 |
| 3.7.2 Metodología de evaluación | 35 |
| CAPÍTULO IV | 44 |
| RESULTADOS Y DISCUSION..... | 44 |
| 4.1 Evaluación del desempeño productivo de la gallinaza en alimentación de cuyes (cavia porcellus l.) en la fase de engorde | 44 |
| 4.1.1 Peso Inicial..... | 44 |
| 4.1.2 Peso final | 45 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.3 Ganancia de peso total | 47 |
| 4.1.4 Ganancia diaria de peso | 48 |
| 4.1.5 Consumo diario de forraje verde, g/día | 50 |
| 4.1.6 Consumo diario de concentrado, g/día | 51 |
| 4.1.7 Consumo de alimento diario base seca, g/día | 53 |
| 4.1.8 Conversión alimenticia | 55 |
| 4.1.9 Rendimiento a la canal..... | 56 |
| 4.1.10 Mortalidad | 58 |
| 4.1.11 Beneficio/Costo (Utilidad) | 58 |
| 4.1.12 Evaluación de la digestibilidad in vitro de la gallinaza en alimentación de cuyes (<i>cavia porcellus l.</i>)..... | 60 |
| CAPÍTULO V | 63 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 63 |
| 5.1 Conclusiones..... | 63 |
| 5.2 Recomendaciones | 64 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 65 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Clasificación zoológica del cuy</i> | 7 |
| Tabla 2 <i>Requerimientos nutricionales de los cuyes en las diferentes etapas fisiológicas</i> | 12 |
| Tabla 3 <i>Requerimientos nutricionales de cuyes en la etapa de engorde</i> | 12 |
| Tabla 4 <i>Coefficiente de digestibilidad in vivo de cuatro forrajeras arbustivas tropicales en cuyes</i> | 16 |
| Tabla 5 <i>Composición nutricional de la gallinaza</i> | 19 |
| Tabla 6 <i>Composición nutricional de la alfalfa en forraje verde o tal como ofrecido</i> | 26 |
| Tabla 7 <i>Composición nutricional del ray grass</i> | 27 |
| Tabla 8 <i>Condiciones meteorológicas de la zona en estudio.</i> | 28 |
| Tabla 9 <i>Esquema del experimento para la fase de engorde</i> | 31 |
| Tabla 10 <i>Dietas experimentales, con diferentes niveles de gallinaza, Kg</i> | 32 |
| Tabla 11 <i>Análisis calculado de las diferentes dietas experimentales</i> | 32 |
| Tabla 12 <i>Esquema del ADEVA</i> | 34 |
| Tabla 13 <i>ADEVA del peso inicial, g</i> | 44 |
| Tabla 14 <i>ADEVA del peso final, g</i> | 45 |
| Tabla 15 <i>ADEVA de la ganancia de peso, g</i> | 47 |
| Tabla 16 <i>ADEVA de la ganancia diaria de peso, g</i> | 48 |
| Tabla 17 <i>ADEVA del consumo diario de forraje verde, g/día.</i> | 50 |
| Tabla 18 <i>ADEVA del consumo diario de concentrado, g</i> | 51 |
| Tabla 19 <i>ADEVA del consumo de alimento diario, g/día</i> | 53 |
| Tabla 20 <i>ADEVA de la conversión alimenticia</i> | 55 |
| Tabla 21 <i>ADEVA del Rendimiento a la Canal, %</i> | 56 |

| | |
|---|----|
| Tabla 22 <i>Análisis de la Utilidad, %</i> | 58 |
| Tabla 23 <i>Evaluación del desempeño productivo de diferentes niveles de gallinaza en la alimentación de cuyes (cavia porcellus l.) en la fase de engorde.</i> | 60 |
| Tabla 24 <i>Coeficientes de Digestibilidad In Vitro (DIV), de diferentes nutrientes de la gallinaza.</i> | 61 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Peso inicial, g..... | 45 |
| Figura 2 Peso final, g | 46 |
| Figura 3 Ganancia de peso, g..... | 48 |
| Figura 4 Ganancia diaria de peso, g..... | 50 |
| Figura 5 Consumo diario de forraje verde, g/día | 51 |
| Figura 6 Consumo diario de concentrado, g/día | 53 |
| Figura 7 Consumo de alimento diario, g/día..... | 54 |
| Figura 8 Conversión alimenticia | 56 |
| Figura 9 Rendimiento a la canal, % | 57 |
| Figura 10 Utilidad del experimento, %..... | 59 |
| Figura 11 Coeficiente de digestibilidad in vitro (DIV) de la gallinaza, %. | 62 |

RESUMEN

En Ecuador, Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia Amaguaña, fue evaluado el desempeño productivo y la digestibilidad *in vitro* (DIV) de la gallinaza, debido al efecto de 4 niveles de inclusión 0, 10, 15 y 20%, codificados como T0, T10, T15 y T20, respectivamente, alimentando cuyes. Midiéndose, Peso inicial (PI), Peso final, Ganancia de peso, Consumo de alimento, Conversión alimenticia, Rendimiento a la canal y Beneficio/Costo de dichas dietas. Se usaron 48 cuyes de 2 meses y un PI medio de 700 ± 20 g, evaluados durante 30 días. Este estudio aplicó un Diseño Completo al Azar, 4 tratamientos, 4 repeticiones y tres unidades experimentales por repetición. Además, se aplicó el análisis de Tukey para la comparación entre medias. También, se suministró forraje verde 330 g, más 30 g de concentrado y agua a voluntad, animal/día, encontrándose, mejor respuesta con T0 comercial en todos los parámetros de estudio, seguido sin diferencias significativas por T20, luego y en su orden T10 y T15. Sin embargo, el T20 reportó un mejor beneficio/costo (7.98%), debido al bajo precio de la gallinaza. Por otra parte, el coeficiente de DIV de la gallinaza, se obtuvo mediante laboratorio, reportando valores en base seca, 57.13%, 60.61% y 66.68%, para Materia Seca, Materia Orgánica y Proteína, respectivamente. Por lo que se recomienda usar gallinaza en dietas para cuyes, ya que se encontraron similares rendimientos zootécnicos.

PALABRAS CLAVES:

- CUY
- COBAYO
- CONEJILLO DE INDIAS

ABSTRACT

In Ecuador, Pichincha province, canton Quito, Amaguaña Parish, was evaluated the productive performance and in vitro digestibility (IVD) of the manure, due to the effect of 4 inclusion levels 0, 10, 15 and 20%, codified as T0, T10, T15 and T20, respectively, feeding of Cuyes (*Cavia porcellus* L.) in fattening. Measuring, initial weight (IW), final weight, weight gain, food intake, feed conversion, carcass yield and benefit/cost of such diets. 48 Cuyes of 2 months and an average IW of 700 ± 20 g were used, evaluated for 30 days. In this study a complete random design was applied, 4 treatments, 4 replicates and three experimental units per repetition. In the same way it was applied Tukey's analysis for the comparison between means. Green Forage was supplied 330 g, plus 30 g concentrate and water at will, animal/day. Meeting, better response with commercial T0 in all the parameters of study, followed without significant differences by T20, then and in its order T10 and T15. However, the T20 reported a better benefit/cost (7.98%), due to the low price of manure. On the other hand, the manure IVD coefficient was obtained by laboratory, reporting values in dry base, 57.13%, 60.61% and 66.68%, for dry matter, organic matter and protein, respectively. Therefore it is recommended to use manure in diets for cuyes, since similar yields were found zootechnical and accepted

KEYWORDS:

- CUY
- COBAYO
- INDIANS CONEJILLO

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Es evidente que el mayor avance hasta los años 80's en materia de producción animal estuvo sustentado en el progreso genético. En este sentido, el trabajo de los genetistas se caracterizó por estar dirigido hacia el logro de una menor conversión alimentaria y una menor proporción de tejido adiposo en el cuerpo de los animales. Sin embargo, este progreso genético parece ser cada vez menos evidente en las circunstancias actuales, sobre todo si se compara con el avance imprevisible de la producción animal a partir de la manipulación biotecnológica. (Lemus, 2008)

En comparación con estos adelantos evidentes, los logros de la ciencia de la nutrición aparecen como más modestos, aun así, es notable el esfuerzo que se hace con vistas a lograr no sólo dietas más eficientes en las especies zootécnicas con requerimientos nutricionales cada vez más exigentes, sino en la incorporación de alimentos no convencionales en la ración de los mismos. Para todo esto último es necesaria una manipulación correcta de los conocimientos en materia de fisiología digestiva, que a su vez también van siendo cada vez más precisos y exactos. (Lemus, 2008)

A la gran calidad nutritiva y el atractivo sabor de la carne de cuy se suma la facilidad de crianza. Con poca inversión, tradicionalmente ha dado al pequeño campesino ingresos adicionales a la economía familiar, por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa o el llano hasta alturas de 4 500 msnm y en zonas tanto frías como cálidas. (Romero, Niveles de gallinaza en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la fase de engorde en el Cantón Salcedo, 2013)

El manejo de la nutrición y alimentación de cuyes, demanda del uso de diferentes fuentes de alimentos que, muchas veces se convierten en limitantes debido a su elevado precio en el mercado, lo cual implica elevar los costos de producción. Ante esta realidad, urge buscar fuentes alternativas que en un determinado momento puedan aportar nutrientes a precios relativamente bajos por su naturaleza y origen, las mismas que tratadas bajo condiciones técnicas son una buena alternativa en alimentación animal.

Las grandes cantidades de estiércol que se producen a diario por concepto de los sistemas de crianza intensivos, hacen que esta se convierta en un problema de impacto social y ambiental en el sentido de que desprenden grandes cantidades de emisiones difusas, olores, atraen moscas y roedores durante el proceso propio de la descomposición, lo que obliga a buscar alternativas viables para el aprovechamiento de este sub producto y más aún si se considera la cantidad de nutrientes que el mismo posee. Por otro lado, la disponibilidad y los precios altos de las materias primas para alimentación animal, hacen que el proceso de crianza y alimentación que esta implica, encarezcan en forma muy sensible el precio final de los animales.

En la actualidad las excretas de aves ponedoras de huevos para consumo humano, explotadas intensivamente en jaulas apropiadas para tal efecto, no son aprovechadas eficientemente, ya que son recolectadas aproximadamente al final de la etapa de producción, desperdiciándose el alto contenido nutricional que poseen. Estas excretas o gallinaza, al ser tratadas y procesadas eficientemente, reducen los factores de contaminación y se convierten en una materia prima interesante desde el punto de vista nutricional, misma que de tener un buen desempeño, podrían disminuir los costos de producción, esto en razón de los altos volúmenes con que se cuenta a disposición, siendo utilizadas como una fuente alternativa de alimentación.

Romero, E. 2013, sostiene adicionalmente, que la gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula.

Gestionar correctamente la alimentación, no solo es imprescindible para mejorar su eficiencia productiva, sino también para bajar costos de producción al aprovechar materias primas con potencial nutricional a costos sumamente bajos en razón de que no se está explotando todo su potencial productivo.

1.2 Justificación e importancia

El diseño de sistemas sostenibles de producción animal para países en desarrollo debe ajustarse a la aceptación de las condiciones de su impacto económico, ecológico, sociológico y etológico. Es por esto que los sistemas de producción desarrollados en la actualidad están condicionados por los costos de producción y dentro de ellos por el factor alimentación, que es el garante de la sustentabilidad de los mismos. (FAO, 2010)

Esta situación motiva la búsqueda de ingredientes de buena calidad, adaptados a condiciones de mínima intervención y principalmente con características nutricionales y rangos de digestibilidad aceptables que posibiliten buenos niveles de inclusión en la dieta de las diversas especies alimentadas con estos, contribuyendo además a solventar en parte los elevados costos por concepto de materias primas y alimentos balanceados necesarios en los sistemas productivos.

Sin embargo, una de los determinantes principales para que una explotación resulte rentable depende de la fuente de alimentación disponible en la zona de crianza, que remplace a los alimentos tradicionales casi en su totalidad, y el animal tenga los requerimientos nutricionales

correspondientes para su normal desarrollo y producción. (Romero, Niveles de gallinaza en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la fase de engorde en el Cantón Salcedo, 2013)

En el caso de la alimentación de cuyes, los forrajes son la base elemental de la dieta, dada la condición herbívora de la especie, donde prima conocer el grado de aprovechamiento de las diversas especies forrajeras, herbáceas, arbustivas y arbóreas susceptibles de utilizar en su alimentación y para lo cual existen numerosas técnicas que permiten predecir de manera más o menos acertada el grado de aprovechamiento a través del tracto digestivo, a fin de diseñar dietas acordes a las necesidades de la especie y que permitan obtener los máximos niveles de rendimiento productivo y económico al final de cada proceso, tal es el caso de la técnica *In Vitro*. Esta técnica consiste en exponer los alimentos a la acción de enzimas digestivas como la pepsina, la tripsina, la celulosa, el líquido ruminal y otras, e incubar las muestras durante un cierto periodo. De esta forma, se considera que la masa que pierden los alimentos se debe a la acción hidrolítica de las enzimas y por tanto se calcula como material digestible.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar el desempeño productivo y la digestibilidad in vitro de la gallinaza en alimentación de cuyes.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la ingestión de dietas a base de gallinaza, sobre el consumo voluntario y comportamiento productivo (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento a la canal, mortalidad) en cuyes alimentados a base de forraje y diferentes niveles de gallinaza.

- Determinar la digestibilidad *in vitro* de la gallinaza.
- Establecer los costos de producción.

1.4 Hipótesis

H0: La inclusión de gallinaza en la alimentación de cuyes en la fase de engorde, no influye en el desempeño productivo a la edad de faenamiento.

H1: La inclusión de gallinaza en la alimentación de cuyes en la fase de engorde, si influye en el desempeño productivo a la edad de faenamiento.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Marco de Referencia (antecedentes de la investigación)

2.1.1. El Cuy

2.1.1.1. Generalidades

El cuy (*Cavia porcellus*), cobayo o curí, es un mamífero roedor, especie nativa de nuestra zona Andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, adicionalmente, se caracteriza por tener una carne muy sabrosa y nutritiva, ser una fuente excelente de proteínas y poseer menos grasa. Los excedentes pueden venderse como abono orgánico y aprovechar el mismo de esta forma. (Palomino, 2006)

Hace por lo menos 3000 años el cuy se estableció como la principal fuente de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron. Después de la conquista de los españoles y mestizos se dedicaron a su cuidado. En la actualidad el cuy se cría en las zonas rurales y suburbanas de estos países. Desafortunadamente, debido a la crianza tradicional, la raza de los cuyes ha ido desmejorando y su número al nivel de las familias ha bajado considerablemente a tal punto que varias familias campesinas no tienen estos animales. (Olmedo, 2015)

Los cobayos constituyen un producto alimenticio de alto valor nutricional y de gran popularidad, identificándose con la vida y costumbres de las sociedades campesinas de nuestro país. Esta especie herbívora posee un ciclo corto de reproducción, es de fácil adaptación a los diferentes ecosistemas y su alimentación es versátil. (Vargas & Yupa, 2011)

El cuy es herbívoro por excelencia; su alimentación se basa en el consumo de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimentos muestra siempre su preferencia por el forraje. (Zaldivar, 2000)

2.1.1.2. Clasificación taxonómica

Según Palomino (2006) el cuy se encuentra ubicado como lo indica el cuadro número 1, mismo que determina la siguiente clasificación zoológica.

Tabla 1
Clasificación zoológica del cuy

| Reino: | Animal |
|---------------|-----------------|
| Sub reino: | Metazoario |
| Tipo: | Cordado |
| Clase: | Mamífero |
| Orden: | Rodentia |
| Suborden: | Hystricomorpha |
| Familia: | Caviidae |
| Género: | Cavia |
| Especie: | Cavia porcellus |

Fuente: (Palomino, 2006)

2.1.1.3. Crianza comercial del cuy

Esta actividad se ubica en valles cercanos a áreas urbanas donde la demanda de carne de cuy es alta, su éxito está en la correcta utilización de la tecnología y líneas productoras selectas, precoces y eficientes convertidores de alimentos. El mismo autor comenta: se alcanza los pesos comerciales a las nueve semanas (900 g peso vivo), y una conversión alimenticia de 4.8-1 con alimentación mixta. Actualmente con crías mejoradas y la técnica de 4 montas que consiste en cambiar un macho luego de cuatro montas/año, se llega a obtener 1200 g en peso vivo y son los más apetecidos, obteniéndolos en un promedio de tres meses. (Castillo, 2009)

Huaraca (2007) expresa que en sistemas de alimentación mixta y sobre la base de balanceados, se debe asegurar la dotación de agua a voluntad por lo que debe dotarse el alimento por lo menos 2 veces al día en un 30 a 40% durante la mañana y el resto por la tarde, si se realiza suministro de concentrado, este debe hacerse en la mañana o al atardecer, el agua debe ser fresca y estar libre de contaminación, asimismo el suministro de forraje no debe realizarse en forma inmediata al corte, porque puede producir problemas digestivos, timpanismo en los cuyes. Debe orearse el forraje a la sombra, por lo menos una hora, cuando se realice un cambio de alimento especialmente del forraje se lo debe hacer gradualmente con el fin de evitar problemas digestivos.

2.1.1.4. Propiedades nutritivas de la carne de cuy

Como alimento, la carne de cuy es una valiosa fuente de proteínas, muy superior a otras carnes. Tiene ventajas incomparables como alimento, por cuanto recientemente gracias a las investigaciones se ha descubierto en su composición sustancias vitales para el ser humano, adicionalmente a sus ventajas proteicas.

Según Romero (2013) la carne del cuy es altamente nutritiva, altamente digestible, bajo en colesterol, deliciosa, tiene alta presencia de sustancias esenciales para el ser humano el AA y el DHA, cabe resaltar que dichas sustancias el ácido graso araquidónico (AA) y ácido graso docosahexaenoico (DHA) no existe en otras carnes, estas sustancias son importantes para el desarrollo de neuronas (especialmente cerebrales), membranas celulares (protección contra agentes externos) y forman el cuerpo de los espermatozoides.

2.1.1.5. Nutrición y alimentación del cuy

Para Vargas & Yupa (2011) en toda explotación pecuaria la alimentación es uno de los factores que mayor incidencia tiene en la productividad animal. Alimentar no es el hecho simplemente de administrar al cuy una cantidad de alimento con el fin de llenar su capacidad digestiva, sino administrarlo en cantidades adecuadas y con nutrientes suficientes que puedan satisfacer sus requerimientos; por esta razón la alimentación en los cuyes debe ser en base a una selección y combinación de productos que tengan ciertos constituyentes que suplan las necesidades del cobayo. Cuando criamos técnicamente a los cobayos debemos administrar una ración basada en un 90% de forraje y 10% de concentrado. Al proporcionar pasto verde, estamos administrando proteínas, minerales, vitamina C, agua y la fibra suficiente para su digestibilidad, y al administrar concentrado, complementamos los requerimientos que el pasto verde no puede proporcionar.

2.1.1.6. Requerimientos nutricionales de los cuyes en sus diferentes etapas

Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje, a pesar de la gran capacidad de consumo del cuy. Las condiciones de medio ambiente, edad y sexo influirán en los requerimientos. El conocimiento de las necesidades de nutrientes de los cuyes nos permite elaborar raciones concentradas que cubran estos requerimientos. (Vargas & Yupa, 2011)

Nutrición. La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, pues el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de esta especie permitirá elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. (Jave, 2014)

Agua. Coronado (2007) declaran que constituye el mayor porcentaje de todo organismo vivo y desempeña un papel fundamental en todos los procesos vitales. La cantidad de agua que necesita un animal depende de diversos factores entre ellos: tipo de alimentación, temperatura del ambiente en el que vive, clima, peso del animal, etc. La cantidad de agua que un animal necesita es el 10% de su peso vivo. El agua es indispensable para un normal crecimiento y desarrollo. El consumo de agua debe hacerse en la mañana o al final de la tarde siempre fresca y libre de contaminación.

Si la alimentación se lleva a cabo solo con concentrados o poco alimento verde se debe suministrar agua por separado; esto favorece los procesos digestivos, para una mejor absorción de nutrientes y procesos enzimáticos. Se recomienda proporcionar agua dentro de las cayeras para que los animales tomen a voluntad, la misma que debe ser limpia y fresca. (Salinas, 2010)

Energía. Todos los animales productores requieren energía para el crecimiento de sus tejidos, para su mantenimiento y sus actividades físicas y químicas. Las fuentes de carbohidratos, como el maíz y el trigo, además de diversas grasas o aceites son la principal fuente de energía de un alimento. Guilcapi (2013) indica que la energía no es un nutriente, pero es una forma de describir los nutrientes que producen energía al ser metabolizados. La energía es necesaria para mantener las funciones metabólicas de los animales y consecuentemente el desarrollo del peso corporal.

Proteína. Guilcapi (2013) en su investigación, indica que las proteínas de la ración, son compuestos complejos que el proceso digestivo las degrada para generar aminoácidos los cuales se absorben y se ensamblan para constituir las proteínas corporales utilizadas en la construcción de tejidos como músculos, nervios y piel. Los niveles de proteína bruta de la dieta no indican la calidad de las proteínas de los ingredientes, pues depende del nivel, equilibrio y digestibilidad de los aminoácidos esenciales del alimento terminado, una vez mezclado.

Además, sostiene, que los requerimientos de proteína por parte de los animales en engorde reflejan los requerimientos de aminoácidos ya que estas son las unidades estructurales de las proteínas. Los aminoácidos, a su vez, son unidades estructurales dentro de los tejidos del animal.

Grasa. A más de los nutrientes descritos el cual requiere del suministro de grasas no saturadas en alrededor de 3% de la ración, la falta de esta suministración genera retardo en el crecimiento, afecciones cutáneas, escaso crecimiento de pelo y posterior caída del mismo. También, generar la presencia de úlceras en la piel y una forma de anemia por reducción del diámetro de los glóbulos rojos. Se puede suministrar aceite de maíz y/o de palma entre el 1 y 3%. (Caycedo, 2000)

Fibra. Carbohidrato, abundante en la naturaleza, presente en los vegetales, de difícil digestión y asimilación por los animales monogástricos, pero muy bien aprovechado por los rumiantes y herbívoros post gástricos, como son los cuyes. Cuando se trate de elaborar una dieta balanceada es importante la inclusión de altos porcentajes de fibra debido a que esta retarda el paso a través del tracto digestivo y favorece la digestibilidad de otros nutrientes. (Caycedo, 2000)

Vitamina C. En los cuyes, el ácido ascórbico es un nutriente indispensable, por no ser sintetizado en su organismo, necesitando de su ingestión diaria, siendo cubierto por el forraje verde. El cuy mejorado, por su potencial de rápido crecimiento y eficiencia de conversión de alimento, necesita de un alimento balanceado y forraje verde como aportadores de nutrientes, utilizando la alternativa de incorporar la vitamina C protegida en el alimento balanceado. El requerimiento de ácido ascórbico se cubre con una ingestión diaria de 5 mg, o la adición de 20mg/100 gr. de alimento. (Mendoza, 2012)

Tabla 2*Requerimientos nutricionales de los cuyes en las diferentes etapas fisiológicas*

| Nutriente | Unidad | Gestación | Lactancia | Crecimiento |
|------------------|---------------|------------------|------------------|--------------------|
| Proteína | % | 18-22 | 18-22 | 13-17 |
| ED | Kcal/Kg | 3000 | 3000 | 2800 |
| 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: (Palomino, 2006)

La tabla 3, indica los requerimientos nutricionales de los cuyes para la etapa de engorde.

Tabla 3*Requerimientos nutricionales de cuyes en la etapa de engorde*

| Requerimiento | Unidades | Valores |
|----------------------|-----------------|----------------|
| Proteína | % | 18 |
| Energía Digestible | Kcal/Kg | 3000 |
| Fibra cruda | % | 10-16 |
| Calcio | % | 1.00 |
| Fósforo total | % | 0.71 |
| Grasa Total | % | 3.0 |
| Sodio | % | 0.2 |
| Lisina | % | 0.82 |
| Metionina | % | 0.36 |
| Metionina + Cistina | % | 0.78 |
| Ácido ascórbico | mg/Kg | 750 |

Fuente: (Palomino, 2006)

2.1.2. Digestibilidad Aparente (DA)

Aguirre (2008) menciona que la digestibilidad de un alimento es eficiente, cuando éste no es excretado por las heces y, que se supone por lo tanto que ha sido absorbido. Por lo general esta fracción absorbida se representa con el cálculo del coeficiente de digestibilidad el mismo que es expresado en porcentaje, que implica la parte asimilable de los principios nutritivos de un alimento.

A la hora de medir la digestibilidad de un alimento, si comparamos la cantidad de dicho alimento ingerida con la cantidad de heces generada estamos infravalorando la digestibilidad del mismo, puesto que junto con las heces aparecen otras sustancias que no provienen del alimento. La digestibilidad aparente es aquella que se mide cuando no se tiene en cuenta las sustancias de origen endógeno que aparecen en las heces. (Aguirre, 2008)

2.1.2.1. Coeficiente de Digestibilidad Aparente (CDA).

Tanto la digestibilidad aparente como la real se miden mediante los llamados coeficientes de digestibilidad. Puede considerarse un coeficiente de digestibilidad del alimento para el conjunto de la materia seca de la ración, o bien hablar de digestibilidad de cada una de las fracciones nutritivas que componen la misma. Así se podrán utilizar términos como digestibilidad de la materia orgánica, digestibilidad de los glúcidos, de las proteínas o de los lípidos. (Aguirre, 2008)

La materia fecal metabólica o endógena es resultante del metabolismo interno del animal y se genera a partir de todo el tracto digestivo. Sus principales componentes son las descamaciones celulares de su epitelio interno, los jugos digestivos, otras secreciones, restos biliares y microorganismos presentes en el intestino grueso. (Aguirre, 2008)

2.1.3. Digestibilidad verdadera

Jiménez (2007) indica que la digestibilidad aparente es tan sólo una medición de la porción de la dieta que no aparece en las heces. Mientras que la digestibilidad verdadera de un nutrimento, es aquella porción del consumo dietético que se absorbe en el aparato digestivo y que no incluye ninguna contribución de otras fuentes del organismo.

2.1.4. Digestibilidad in Vitro.

La composición química de un alimento, es solamente indicativa del contenido de nutrientes del mismo, mas no de su disponibilidad para el animal, por lo que es necesario contar con datos de la digestibilidad. (Aguirre, 2008)

La digestibilidad in vitro de los alimentos o materias primas puede ser estudiada mediante análisis a nivel de laboratorio los cuales simulan el proceso de digestión. Estos métodos in vitro utilizados para obtener valores de digestibilidad deben tener la característica de ser menos costosos que los métodos in vivo, ser fáciles de desarrollar en un tiempo menor, con respuestas eficaces y con condiciones experimentales más exactas. (Alvarez, 2009)

“Las pruebas de digestibilidad in vitro han sido desarrolladas desde los años sesenta y aunque se encuentran muchos métodos de digestibilidad, las cuatro mayores técnicas hasta hoy utilizadas por los nutricionistas son la de Tilley y Terry, (1963), el método de Menke et al. (1979), método de producción de gas de Theodorou et al. (1994), y el método de digestibilidad in situ en bolsas de nylon de Mehrez y Orskov (1977). Todos estos procedimientos simulan la digestibilidad del tracto digestivo, con periodos de incubación similares y utilizando como inóculo líquido ruminal”, indica Álvarez, (2009).

Las digestiones in vitro por lo general no pueden simular en forma precisa los detalles de una digestión in vivo, por lo que cambios que se hagan en las condiciones de incubación in vitro pueden alterar las relaciones entre estos dos métodos, en particular para alimentos con composiciones desbalanceadas. Adicionalmente, Álvarez (2009) sostiene que, la digestibilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de las raciones que consumen los animales domésticos, porque indica el grado en que los nutrientes de los ingredientes van a ser

aprovechados directamente por los animales. Una buena digestibilidad de la dieta resulta en una mayor productividad por parte del animal.

Los ensayos de digestibilidad son tan limitados de realizar, que se han hecho numerosos intentos para poder reproducir en el laboratorio las reacciones que tiene el tracto gastrointestinal del animal. No es fácil reproducir en su totalidad la digestión, la digestión de la proteína, sin embargo, por ejemplo, puede medirse, atacándola *in vitro* con pepsina o tripsina y ácido clorhídrico. El coeficiente de digestibilidad *in vitro* se determina como la proporción de los alimentos que se han disuelto durante la incubación por un período de tiempo adecuado y bajo condiciones controladas de temperatura (Jiménez, Y. 2007 y Mora, I. 2002, citado por Guacho, M. (Guacho, 2009)

2.1.5. Estudios sobre digestibilidad.

Meza (2011) indica que, al evaluar la digestibilidad de forrajes en cuyes criollos y mejorados alimentados con alfalfa, registraron una digestibilidad para la Materia Seca de 64,6% y 66,0%, respectivamente. De igual forma señala que, al evaluar la hoja de morera mediante pruebas de digestibilidad y crecimiento en cuyes, registraron un coeficiente de digestibilidad para la MS del 69,0%.

De igual manera, Meza (2011) citando y coincidiendo con Chauca, L. et al. (1994b), quienes al determinar la digestibilidad de la alfalfa (*Medicago sativa*) producida en la costa central para la alimentación de cuyes, registraron valores de digestibilidad aparente para la MS del 60,67%.

Tabla 4*Coefficiente de digestibilidad in vivo de cuatro forrajeras arbustivas tropicales en cuyes*

| FORRAJES | COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD (%) | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------------|--------|-------|--------------------|---------|---------|--------|--------|--------------------|
| | CDMS | CDPC | CDED | CDFC | CDEE | CDELN | CDTDN | CDMO | CDCnz |
| T0 Dieta | 73.55a | 85.79a | 3570a | 67.76 ^a | 59.12b | 95.40a | 81.14a | 72.90a | 79.90b |
| T1 Morera | 55.93bc | 83.69a | 3466a | 45.17b | 68.56ab | 92.96ab | 78.78a | 59.56a | 79.53b |
| T2 Caraca | 41.37c | 82.14a | 2743b | 77.29 ^a | 35.82c | 76.62c | 62.35b | 36.42b | 91.68a |
| T3 Botón | 62.69ab | 88.70a | 3546a | 84.42 ^a | 83.59a | 89.85b | 80.59a | 62.96a | 89.10ab |
| T4 Cucarda | 62.73ab | 84.23a | 3376a | 83.89 ^a | 69.99ab | 88.87b | 76.73a | 62.89a | 90.20 ^a |
| Sig Est | ** | ns | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Promedio, % | 59.18 | 84.70 | 3340 | 71.68 | 63.41 | 88.74 | 75.91 | 58.95 | 86.00 |
| Coef Var, % | 11.47 | 4.17 | 4.55 | 11.18 | 13.44 | 2.45 | 4.55 | 11.65 | 5.20 |

Fuente: Meza, G. 2011**2.1.6. Sistema ANKOM de digestibilidad**

“El sistema ANKOM (Daisy II, ANKOM Corp., Fairport, NY, EEUU), ha sido recientemente introducido en el mercado para simplificar la estimación de digestibilidad in vitro. Brevemente, el método consiste en digerir muestras de alimentos en bolsas dentro de frascos, los cuales rotan permanentemente dentro de una cámara aislada y mantenida a 39°C. Algunos autores han reportado que la técnica entrega predicciones relativamente precisas de digestibilidad aparente y verdadera (Julier et al., 1999; Vogel et al., 1999). Mould y Nordheim (1998) adaptaron esta técnica para estimar además la tasa de degradación de la materia seca y otras fracciones de los alimentos, retirando bolsas de los frascos a diferentes tiempos de incubación. Esta modificación ha sido adoptada con éxito para evaluar el efecto de aditivos enzimáticos en alfalfa”, según reporta Colombatto, (2000).

Colombatto, (2000) afirma: “ésta técnica tiene desventajas similares a la técnica de la bolsita de nylon. El potencial de pérdida de partículas solubles o simplemente pequeñas limitan el tipo y procesado de las muestras. Adicionalmente, los efectos asociativos entre alimentos incubados en

un mismo frasco de fermentación podrían influenciar en los resultados, aunque Holden (1999) no encontró evidencias de ello. A pesar de esto, la técnica ANKOM representa un medio más rápido y más conveniente para determinar la tasa y extensión de la digestión de alimentos in vitro. Esta técnica se usa corrientemente en algunas universidades de Estados Unidos para evaluar la calidad del ensilaje de maíz y formular raciones”.

2.1.7. Método de Producción de Gas in vitro

Colombatto, 2000, indica que “la técnica de producción de gas in vitro genera datos de cinética de digestión, pero midiendo la fermentación del alimento en lugar de su desaparición. Esta fermentación se mide a través de la producción de gases, principalmente metano, dióxido de carbono e hidrógeno (Van Soest, 1994). Una ventaja determinante de estos sistemas es que tienen en cuenta los componentes solubles de los alimentos, que desaparecen y son considerados como “degradados” en los métodos in situ (Pell y Schofield, 1993). En adición a esto, son menos dependientes de animales fistulados, pueden ser automatizados y así reducir su laboriosidad. Sin embargo, estos métodos automáticos son caros y por lo general no pueden albergar a muchas muestras simultáneamente. Por el contrario, los métodos manuales o semi automatizados tales como el descrito por Mauricio et al. (1999) son más intensivos en cuanto a trabajo, pero pueden evaluar gran número de muestras al mismo tiempo. Existe controversia entre los científicos sobre distintos aspectos de la técnica y sus verdaderos alcances (Beever y Mould, 2000; Pell et al., 2000)”.

“Quizás el principal error que se comete cuando se usa la técnica de producción de gas in vitro es la asunción que la producción de gas es directamente proporcional a la digestión del sustrato y entonces de su valor nutritivo (Beever y Mould, 2000). Esto no es adecuado porque la producción

de gas es dependiente de la composición del sustrato, las poblaciones microbianas y la utilización de hexosas para crecimiento bacteriano. Se ha reportado que los alimentos ricos en precursores de ácido propiónico (por ejemplo, aquellos ricos en almidón) producen menos gas que aquellos ricos en precursores de los ácidos acético y butírico (Williams, 2000). La presencia de amoníaco en forrajes ricos en proteína puede hacer decrecer la producción de gas por una reacción con los ácidos grasos volátiles, tal como fue descrito por Schofield (2000). Como consecuencia de esto, Beaver y Mould (2000) concluyeron que la producción de gas in vitro provee poca información aparte de la estimación de las tasas de fermentación, lo que los llevó a sugerir que los datos obtenidos deberían ser complementados con datos de degradación de los sustratos, perfiles de ácidos grasos volátiles y crecimiento bacteriano, lo que coincide con las recomendaciones dadas por Blümmel et al (1997)”, sostiene Colombatto, 2000.

En términos prácticos, esta técnica tiene un gran potencial. Mauricio et al. (1999) describieron una adaptación de la técnica de producción de gas que permitía incubar 336 frascos al mismo tiempo, lo que reducía el tiempo necesario para construir los perfiles de fermentación de diversos alimentos. Con esta técnica, el Departamento de Agricultura de la Universidad de Reading (Inglaterra) ha evaluado y caracterizado alimentos tan diversos como ensilaje de maíz (a diferentes estados de madurez, variedad, horas de exposición al aire, tratados o no con aditivos enzimáticos o ácidos, etc.), ensilaje de pastura, melazas comerciales, raciones totalmente mezcladas, subproductos de la industria hortícola, forrajes tropicales, granos tratados con álcalis, etc. El laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, por su parte, está poniendo a punto una adaptación nueva, que permitirá evaluar forrajes y ensilajes frescos, esto es, sin ningún secado previo. La utilización de esta técnica como rutina, complementada con análisis químicos (principalmente FDN, proteína cruda y almidón,

dependiendo de la muestra) permitirá entregar una información mucho más precisa. (Mauricio, et al, 1999)

2.1.8. La gallinaza

Es el estiércol de gallina preparado para ser utilizado en la industria ganadera o en la industria agropecuaria. La gallinaza tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo. Es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principal componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne. La gallinaza se utiliza como abono o complemento alimenticio en la crianza de ganado debido a la riqueza química y de nutrientes que contiene. Los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se deben a que las gallinas solo asimilan entre el 30% y 40% de los nutrientes con las que se les alimenta, lo que hace que en su estiércol se encuentren el restante 60% a 70% no asimilado. La gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno, el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula. (FEDNA, 2016)

Tabla 5
Composición nutricional de la gallinaza

| Nutriente | Unidad | Cantidad |
|------------------------------|---------------|-----------------|
| Materia seca | % | 84.50 |
| Energía metabolizable (aves) | Mcal/Kg | 1.03 |
| Energía digestible (cerdos) | Mcal/Kg | 1.30 |
| Proteína | % | 25.50 |
| Metionina | % | 0.16 |
| Metionina + cistina | % | 0.30 |
| Lisina | % | 0.48 |
| Calcio | % | 2.50 |
| Fósforo total | % | 1.60 |

CONTINUA→

| | | |
|--------|---|-------|
| Grasa | % | 2.30 |
| Fibra | % | 18.60 |
| Ceniza | % | 21.00 |

Fuente: (FEDNA, 2016)

La gallinaza es la mezcla de excretas puras de las gallinas, residuos de concentrados, plumas, huevos rotos, etc. La composición química es extremadamente variable y depende del tipo de ave, del tipo de cama, de la alimentación de las aves y otros factores. Uno de los ingredientes más variables es la proteína cruda y es afectada por la humedad que contenga, ya que las bacterias presentes desdoblan el ácido úrico y lo convierten en amoníaco, el cual se evapora. Un aspecto característico de la gallinaza, es su alto grado de cenizas, valores en el orden de 21,6% a 36%, lo cual reduce su valor energético. (Rosales, 2007)

2.1.8.1. Investigaciones realizadas.

Romero (2013) estudiando los niveles de gallinaza en cuyes, en la ciudad de Salcedo, reportó que, el consumo total de alimento en el tratamiento con cuyes hembras más Gallinaza al 10% obtuvo el mayor consumo con 1,343.91 g de concentrado. La mayor ganancia de peso fue para el tratamiento Gallinaza al 20% con 1,135.00 g en hembras. En lo referente a la conversión total el tratamiento con el nivel 10% de gallinaza con 1.29 resulto ser más eficiente que el resto de los tratamientos. El tratamiento con Gallinaza 20% con el mayor porcentaje a la canal (79.21 %). El tratamiento que mostró los mejores beneficios netos fue el T1 cuyes (Machos con 100% Forraje verde) y 5 cuyes (Hembras con 100% Forraje verde) con un valor de 117.35 dólares y una relación beneficio neto de 3.46.

Ayarza, Pérez, & Cook (2007) en la búsqueda de nuevas fuentes proteicas para la elaboración de concentrado suplementario de la alimentación verde en cuyes, se ha estudiado la incorporación

de niveles de 10 y 15 % de gallinaza y estiércol de cuyes en raciones concentradas para engorde. El estudio fue realizado en la Estación Experimental Agropecuaria Huancayo, se elaboraron 5 raciones comparados con un concentrado comercial y una alimentación exclusiva de forraje. Como alimento verde se usó el rye grass.

En este estudio, se emplearon 126 cuyes destetados machos y hembras, distribuidos en un bloque al azar, con 7 tratamientos alimenticios, 2 sexos y 3 repeticiones; los cuyes tuvieron 10 días de adaptación a los alimentos propuestos y 60 días de experimentación. Se controló el incremento de peso vivo y el consumo de concentrados.

El mayor incremento de peso, 361,3 g lo obtuvo el grupo alimentado con forrajes y concentrados comerciales, seguido por el grupo con forraje y la ración sin gallinaza y estiércol, con 325,2 g; estos incrementos son superiores estadísticamente a los demás. Los grupos que contenían gallinaza y estiércol tuvieron un incremento de 278,5 a 312,9 g, compartiéndose en forma similar estadísticamente, el último lugar lo ocupó el grupo con forraje solamente, con un incremento de 205,8 g. Los cuyes machos tuvieron un incremento superior estadísticamente a las hembras; 354,1 vs 238,1 g. El consumo de alimentos concentrados osciló de 19,32 a 20,97 g, siendo de 20,94 para machos y 19,16 para hembras. Al parámetro costo del concentrado por cada kilogramo de peso vivo ganado, los concentrados elaborados en la EEAH tienen un costo menor, comparado con los que registra el concentrado comercial. (Ayarza, Pérez, & Cook, 2007)

Nieto y Valenzuela (2010) en su trabajo de investigación que realizó en la parroquia La Independencia vía Quinindé, Km 48 perteneciente a la provincia de Esmeraldas, con una latitud norte de 10° 04' 80" y una longitud este de 69° 03' 60" y con una altura de 520 msnm se planteó como objetivos el evaluar diferentes niveles de gallinaza en la alimentación de cuyes criollos. Las variables estudiadas fueron: Consumo de alimento (Kg), Ganancia de peso (Kg), Conversión

alimenticia, Rendimiento a la canal (g), y Mortalidad (%). En esta investigación, se emplearon 48 cuyes con un peso promedio de 354 gramos y una edad de 30 días. Se utilizó un diseño completamente el azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron: T1 = Forraje solo. T2 = Forraje + concentrado con adición de gallinaza al 5%. T3 = Forraje + concentrado con adición de gallinaza al 10%. T4 = Forraje + concentrado con adición de gallinaza al 15%.

Los resultados fueron: En el consumo total de alimento el tratamiento 4 (Forraje + concentrado con Gallinaza 15%) reportó el mayor consumo con 3342,07 g de concentrado; mayor ganancia total con 747,35 g. En lo referente a la conversión total el tratamiento 1 (Forraje solo) mostró ser más eficiente que el resto de los tratamientos bajo estudio con 1,10. El tratamiento 3 (Forraje + concentrado con Gallinaza 10%) con el mayor porcentaje a la canal (64,62 %); mayores costos con 101,44 dólares. El mayor beneficio neto y mejor relación beneficio/costo se presentó con el tratamiento 4 (Forraje + concentrado con adición de gallinaza al 15%.) con 4,92 dólares y 0,066 en su orden. (Nieto & Valenzuela, 2010)

De la Torre, R. 2008, en su investigación planteó la formulación de concentrados alimenticios para cuyes con proteína alternativa proveniente de excretas de aves de postura que son consideradas como desechos en planteles avícolas, con la visión de abaratar los costos de producción de cuyes para fines comerciales y poder reemplazar a la harina de pescado. Bajo este propósito se realizó esta investigación, tomando en cuenta dos testigos el primero (T1) con 0% de gallinaza y el segundo (T2) solo con forraje verde en el que se incluyeron pasto King grass (50%), alfalfa (25%) y pasto silvestre (25%). Previo al inicio de la etapa experimental se realizó la elaboración del alimento para los cuyes, bajo estricto control de calidad, para proporcionar inocuidad al producto elaborado. Se elaboraron cinco diferentes balanceados de acuerdo a los tratamientos: T1 (sin reemplazo de la

gallinaza), T2 (25% de reemplazo a la harina de pescado), T3 (con 50% de gallinaza y 50% de harina de pescado), T4 (75% de gallinaza y 25% de harina de pescado), T5 (100% de gallinaza y 0% de harina de pescado).

Para la ejecución de esta investigación se contó con la colaboración de la Asociación Artesanal de Productores de Cuyes “La Chacrita”, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Ibarra la misma que facilitó el uso de sus instalaciones y de inmediato se realizó la adecuación e higienización de las pozas. Se probó con cuyes de pesos aproximados de 350 g, provenientes de uno de los criaderos del cantón Antonio Ante. Según la investigación personal realizada tuvieron un rendimiento a la canal casi uniforme aproximadamente de 70% de rendimiento, bueno en comparación con otros trabajos similares realizados. Al empezar la fase experimental los cuyes alimentados con concentrados alimenticios, tuvieron problemas de consumo, debido al estrés alimentario provocado por el cambio en su sistema (de forraje al concentrado alimenticio), a pesar de haber realizado una semana de pre ensayo para adaptarlos. (De La Torre, 2008)

A las unidades experimentales, alimentadas en base a concentrados alimenticios se le suministró agua a voluntad para facilitar la digestión del alimento. Esta agua era de alta calidad con procesos de purificación para evitar infecciones gastro-intestinales, que pudiera causar la mala calidad de la misma. Las variables evaluadas en este trabajo fueron el Incremento de Peso Promedio Semanal, Consumo de Alimento en Peso Seco y Rendimiento a la Canal. El resto de variables evaluadas como Conversión alimenticia, Digestibilidad aparente y Costos de producción de kg de carne de cuy por tratamiento permitieron inferir mejor los resultados de las variables principales. (De La Torre, 2008)

Olmedo (2015) en su investigación, “Utilización de diferentes niveles de ensilaje de maíz en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde”, realizada en la Provincia de Chimborazo, Cantón Pallatanga, comunidad Gahuin chico ubicada en el km 13 vía a Guamote, evaluó tres niveles de ensilaje de maíz (10, 20, 30%) en remplazo de forraje verde, frente a un testigo (0% de ensilaje de maíz) en 40 cuyes machos destetados a los 21 días de edad, bajo un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones. Analizando el comportamiento productivo en la fase de crecimiento y engorde en cuyes machos, permitió registrar diferencias estadísticas en el consumo de forraje, materia seca total, conversión alimenticia, a diferencia del peso final, ganancia de peso, peso a la canal y en el rendimiento a la canal no se encontró influencia de los tratamientos sobre estos parámetros evaluados; determinándose que el mejor tratamiento (30% de ensilaje de maíz) registro un peso final de 1086,30 g, una ganancia de peso de 784,70 g, un consumo total de forraje en materia seca de 3262,50 g, una conversión alimenticia de 7,32, un peso a la canal de 755,66 g, y un rendimiento a la canal de 59,42 % un beneficio costo de 1.12, donde que por cada dólar invertido se obtendrá 12 centavos de dólar de rentabilidad, además que no se registró mortalidad de tal manera que se concluye que la utilización del ensilaje de maíz no influyó en el comportamiento biológico de los cuyes y se recomienda que, utilizar ensilaje de maíz hasta un nivel de 30% en remplazo de forraje verde en épocas secas ayuda a compensar la falta de forraje.

Castillo (2009) en su estudio, desarrollado en la parroquia Cunchibamba, ubicada en el Cantón Ambato, en la Provincia de Tungurahua, determinó y evaluó los niveles más adecuados de aminoácidos esenciales en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde, para ello se probaron tres diferentes niveles de aminoácidos esenciales, el Tratamiento 1 consistió en probar los niveles recomendados por el NRC tomando como base el aminoácido limitante lisina

0.85% y 0.70%, para el Tratamiento 2 niveles superiores de lisina 0.95% y 0.80%, el Tratamiento 3 niveles inferiores de lisina 0.75% y 0.60%, para la etapa de crecimiento y engorde respectivamente en las raciones alimenticias, a base de concentrado, para la formulación tomó el concepto de proteína ideal. Aplicó un diseño completamente al azar, la investigación duró 120 días, se utilizaron 150 cuyes machos destetados. Al utilizar el Tratamiento 2 se obtuvieron mejores pesos 1754.66 gr con una diferencia altamente significativa $P=0.01$ en relación al Tratamiento 1 y 3, las mejores ganancias de peso fueron de 1486.37gr con el Tratamiento 2, así como la conversión alimenticia 3.75, el rendimiento a la canal 72% y pesos a la canal con 1263.36 gr, con la aplicación del tratamiento 2 se puede obtener un mejor beneficio costo 1.43. Por lo que se recomienda emplear raciones alimenticias formuladas con niveles superiores de aminoácidos esenciales como fue Tratamiento 2 con niveles de lisina de 0.95% para la etapa de crecimiento y 0.80% para la etapa de engorde, por la rentabilidad alcanzada.

Jave (2014) en su investigación realizada en la granja de cuyes "Huacariz San Ignacio" ubicada en la provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca, empleo 30 cuyes machos de la raza Perú, de 30 días de edad aproximadamente a fin de analizar el efecto de contenido de fibra detergente neutro de dos fuentes forrajeras en el comportamiento productivo de cuyes. La distribución fue al azar con 15 cuyes por cada tratamiento. Los tratamientos de estudio fueron dos, el T1 con cuyes alimentados al 100% con alfalfa fresca y el T2 con cuyes alimentados al 100% con Rye grass más trébol. El trabajo duró nueve semanas. Los pesos obtenidos fueron de 1103,60 g para el T1 y de 910,00 g para el T2. Las ganancias de peso vivo/cuy/día fueron de 11,53 g para los cuyes del T1 y de 8,56 g para los cuyes del T2. El consumo total por cuy/día en base a materia seca (BMS) fue de 53,39 g para el T1 y de 51,79 g para el T2. La conversión alimenticia fue de 4,61 para el T1 y de 5,99 para el T2. El aporte de fibra detergente neutro (FDN) de la alfalfa fue de

40,28 % y de 43,83 % del Rye grass más trébol. Se concluye que el aporte de FDN de los dos forrajes utilizados en la alimentación del cuy cubren el mínimo requerido que es de 24 %.

2.1.9. Forraje verde

2.1.9.1. Alfalfa (*Medicago sativa*)

Los nutrientes presentes en el alimento, es el aspecto por el que sobresale la calidad de la alfalfa, lo cual nos permite tener una buena observación de la calidad de este forraje y valoración nutricional, siendo muy apetecido y palatable para los animales herbívoros en general, por su calidad nutricional, éste se incorpora fácilmente al organismo para cumplir con las diferentes funciones vitales del mismo. (Aguirre, 2008)

La alfalfa es una leguminosa muy apetecida por el ganado vacuno, caballar, ovino y específico menores como cuyes y conejos, sea como forraje verde, heno y bajo forma de harina (alfarina). Se la usa sola o en mezcla con otras gramíneas o leguminosas. En la Sierra es común su cultivo para expendio en verde en las ferias de pueblos y ciudades. Como las alfalfas cultivadas poseen coronas sobre el nivel del suelo, son en consecuencia afectadas por el pastoreo excesivo. En el manejo de un alfalfar uno de los cuidados principales es atender a la conservación de la corona en estado óptimo. (León, 2003)

Tabla 6

Composición nutricional de la alfalfa en forraje verde o tal como ofrecido

| Parámetro | Alfalfa |
|--------------------|----------------|
| Humedad, % | 74.7 |
| Materia seca, % | 25.3 |
| Cenizas, % | 2.1 |
| Extracto etéreo, % | 0.3 |

CONTINUA→

| | |
|-------------|-----|
| Proteína, % | 4.3 |
| Fibra, % | 8.0 |
| E.L.N., % | 8.8 |

Fuente: Aguirre, J. 2008

2.1.9.2. Ray grass perenne o inglés (*Lolium perenne*)

El Ray grass es principalmente usado para pastoreo y corte, dura en buena producción de 5 a 6 años, con pastoreos de 30 a 40 días, produce hasta 80 Tm de forraje verde por hectárea, es decir de 10 a 12 Tm por corte. Su valor nutritivo varía según la fertilización, la humedad y la variedad, las variedades diploides de 15-17% y las tetraploides hasta un 25 % de proteína, 36 % ELN, 80 % de digestibilidad y las hojas pueden llegar hasta 3.4 Mcal/Kg de EM. (León, 2003)

También conocido como Rye-grass inglés, es un pasto que se adapta fácilmente a diferentes tipos de suelo que posean buen drenaje y humedad, el óptimo es de textura media con pH ligeramente ácido, aunque puede adaptarse a suelos arcillosos fuertemente alcalinos. Es exigente en fertilidad nitrogenada sobre todo en terrenos ácidos. (Quillagana, 2016)

En la Tabla 7, podemos apreciar la composición nutricional del Ray grass en sus distintas etapas fisiológicas.

Tabla 7
Composición nutricional del ray grass

| VRF ¹ | Humedad | Cenizas | PB | EE | FB | FND | FAD | LAD |
|-------------------|---------|---------|------|------|------|------|------|------|
| Excelente (>151) | 76.2 | 12.4 | 19.7 | 3.99 | 19.1 | 40.5 | 22.6 | 2.34 |
| Primera (125-151) | 76.7 | 12.8 | 14.4 | 3.23 | 23.3 | 46.0 | 27.8 | 2.57 |
| Segunda (103-124) | 73.9 | 13.2 | 12.0 | 2.56 | 26.6 | 52.1 | 31.3 | 3.23 |
| Tercera (87-102) | 70.3 | 12.4 | 10.4 | 2.29 | 30.4 | 59.3 | 35.3 | 4.06 |
| Cuarta (75-86) | 69.2 | 14.4 | 8.00 | 2.33 | 32.3 | 65.2 | 38.0 | 5.24 |

Nota: ¹Valor relativo del forraje = $[(88.9 - (0.779 \times \text{FAD}\%)) \times (120 / \text{FND}\%)] / 1.29$

Fuente: (FEDNA, 2016)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación geográfica del lugar de investigación

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia Amaguaña, Sector Cuendina, Granja Súper Cuy, en un galpón destinado para crecimiento y engorde de cuyes, a una altitud de 2650 msnm, a una longitud 78° 24'57,69" O y una latitud de 00° 22'42,46" S.

Las características climáticas y edafológicas del lugar donde se desarrolló la investigación, se detallan en la tabla 8.

Tabla 8

Condiciones meteorológicas de la zona en estudio.

| Descripción | Unidad |
|-------------------------|-------------|
| Humedad Relativa | 84 % |
| Evaporización | 2500 mm/año |
| Vientos | 2.5 m/s |
| Temperatura Media Anual | 17 ° C |
| Luminosidad | 12h/luz |
| Pluviosidad | 2346 mm |

Fuente: Estación Meteorológica ESPE – IASA. 2017.

3.2 Duración de la investigación

El trabajo investigativo tuvo una duración de 30 días, los cuales fueron destinados a la fase experimental, esto es a la alimentación de los cuyes machos durante la etapa de engorde.

3.3 Materiales

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en la presente investigación, fueron los siguientes:

3.3.1 Material experimental

- Cuyes mestizos, de 2 meses de edad.
- Balanceado comercial
- Gallinaza
- Dietas experimentales
- Forraje verde (Ray grass y alfalfa)

3.3.2 Material de campo.

- Libreta de campo
- Lápiz
- Registros
- Botas de caucho
- Instalaciones adecuadas para engorde
- Comederos
- Bebederos
- Rótulos de identificación
- Carretilla
- Fundas y envases plásticos
- Escobas
- Palas

3.3.3 Materiales de laboratorio.

- Muestras experimentales
- Análisis bromatológico

3.4 Equipos

- Computadora
- Software InfoStat (programa estadístico 2017)
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Balanza digital con capacidad 5 Kg y 1 g de precisión
- Equipo de desinfección
- Kit Veterinario

3.5 Métodos

3.5.1 Unidades experimentales (UE)

En la presente investigación, se utilizaron 48 cuyes machos mestizos, de 60 días de edad, con un peso promedio de 702.56 g, distribuidos en cuatro tratamientos experimentales y cuatro repeticiones por cada tratamiento, siendo el tamaño de la unidad experimental constituida por tres animales.

3.5.2 Factores de estudio

El estudio, evaluó la utilización de la gallinaza como una fuente de alimentación más económica y que pueda sustituir a materias primas tradicionales, por lo que se considera que los diferentes niveles de inclusión de gallinaza propuestos en las dietas para alimentar cuyes en la etapa de engorde, fueron 0%, 10%, 15% y 20 %, respectivamente, más el análisis del coeficiente de digestibilidad *in vitro* de los nutrientes de la gallinaza, determinándose para tal efecto su desempeño productivo.

3.5.3 Tratamientos y Diseño experimental.

Los tratamientos sujetos de evaluación, consistieron en un testigo (balanceado comercial) con 0% de inclusión de gallinaza y tres dietas con diferentes niveles de gallinaza 10, 15 y 20%, respectivamente, con cuatro repeticiones por tratamiento y tres animales por repetición. Los que fueron distribuidos bajo un diseño completo al azar (DCA).

Ajustada perfectamente al siguiente modelo lineal aditivo.

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

Dónde:

Y_{ij} = Valor de la variable en consideración

μ = Promedio

T_i = Efecto del tratamiento

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

En la siguiente tabla, se aprecia el esquema del experimento utilizado para la presente investigación.

Tabla 9

Esquema del experimento para la fase de engorde

| Niveles de gallinaza | Código | Repeticiones | T.U.E. | Total |
|----------------------|--------|--------------|--------|-------|
| Gallinaza 0% | T0 | 4 | 3 | 12 |
| Gallinaza 10% | T10 | 4 | 3 | 12 |
| Gallinaza 15% | T15 | 4 | 3 | 12 |
| Gallinaza 20% | T20 | 4 | 3 | 12 |
| Total | | | | 48 |

Nota: T.U.E. = Tamaño de la unidad experimental.

En la tabla 10, se exponen las dietas o raciones alimenticias que fueron utilizadas para la realización de la presente investigación y la tabla 11, indica el análisis calculado de los aportes nutricionales provenientes de las diferentes dietas propuestas en el estudio.

Tabla 10

Dietas experimentales, con diferentes niveles de gallinaza, Kg

| Materia Prima | \$/Kg | Niveles De Gallinaza | | |
|----------------------------|-------|----------------------|-----------|-----------|
| | | 10% (T10) | 15% (T15) | 20% (T20) |
| Maíz, Grano molido, Kg | 0.36 | 11.46 | 11.51 | 11.28 |
| Soya, Torta 46%, Kg | 0.58 | 3.73 | 3.34 | 2.94 |
| Palmiste, Torta, Kg | 0.28 | 2.00 | 1.20 | 0.80 |
| Aceite, Palma, Kg | 0.80 | 0.10 | 0.30 | 0.40 |
| Gallinaza, Harina, Kg | 0.08 | 2.00 | 3.00 | 4.00 |
| Carbonato, de Calcio, Kg | 0.07 | 0.24 | 0.21 | 0.17 |
| Fosfato, Monocálcico, Kg | 0.75 | 0.23 | 0.18 | 0.12 |
| Sal, Yodada, Kg | 0.25 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Premezcla, Vit. y Min., Kg | 3.20 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| Atrapador, Kg | 0.60 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| DL-Metionina, Kg | 4.00 | 0.05 | 0.05 | 0.06 |
| HCl-Lisina, Kg | 2.72 | 0.01 | 0.02 | 0.04 |
| Vitamina C, Kg | 1.00 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Total, Kg | | 20.00 | 20.00 | 20.000 |

Tabla 11

Análisis calculado de las diferentes dietas experimentales

| Nutriente | Niveles de gallinaza | | | |
|-------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 0% (T0) | 10% (T10) | 15% (T15) | 20% (T20) |
| ED, Kcal/Kg | | 3153 | 3128 | 3074 |
| Proteína, % | | 17.56 | 17.35 | 17.29 |

CONTINUA→

| | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Grasa, % | 3.28 | 4.24 | 4.69 | |
| Fibra, % | 8.32 | 7.98 | 8.29 | |
| Calcio, % | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| Fósforo total, % | 0.70 | 0.69 | 0.68 | |
| Lisina, % | 0.82 | 0.81 | 0.82 | |
| Met + Cis, % | 0.77 | 0.78 | 0.78 | |
| Sodio, % | 0.20 | 0.20 | 0.20 | |
| Vitamina C, ppm | 743 | 743 | 743 | |
| Costo, \$/Kg | 0.620 | 0.384 | 0.376 | 0.363 |

Nota: Met+Cis = Metionina más Cistina
ED = Energía Digestible.

3.6 Mediciones experimentales

3.6.1 Variables

Se consideró evaluar las siguientes variables detallados a continuación.

- Peso inicial, g
- Peso final, g
- Ganancia de peso, g
- Consumo diario de forraje verde, g/día.
- Consumo diario de concentrado, g/día.
- Consumo total de alimento diario base seca, g/día.
- Conversión alimenticia
- Rendimiento a la canal, %
- Mortalidad, %
- Beneficio/costo, %

- Coeficiente de digestibilidad, %

3.6.2 Análisis estadísticos y pruebas de significancia.

Los resultados que se obtuvieron durante la investigación, fueron sujetos a los siguientes análisis estadísticos, para determinar el grado de significancia que se podrían presentar entre los diferentes tratamientos.

- Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias
- Separación de medias según Tukey al nivel de significancia $P \leq 0.05$
- Media
- Desviación estándar

Los resultados experimentales del ensayo, fueron sometidos al análisis de varianza, el mismo que presenta el siguiente esquema.

Tabla 12
Esquema del ADEVA

| Fuentes de variación | Grados de libertad |
|----------------------|--------------------|
| Tratamientos | 3 |
| Error | 12 |
| Total | 15 |

3.7 Procedimiento experimental

3.7.1 Descripción del experimento

El galpón en el que se desarrolló la investigación, está diseñado para la explotación cuyícola, fue desinfectado por aspersion con 15 días de anticipación, con una solución comercial de amonio cuaternario y glutaraldehido en una proporción de 200 cc por bomba de 20 litros.

Para la ejecución del trabajo de campo, se utilizaron 48 animales cuyes machos de 60 días de edad y un peso promedio de 702.56 g, los mismos que fueron alojados en jaulas destinadas al engorde de cuyes (tres animales/repetición), en la que pasarán 30 días en evaluación, distribuidos en forma aleatoria.

La alimentación, consistió en proveerles tanto de forraje verde a razón de 330 g por animal/día, considerando un 70 % de Rye grass y un 30 % de alfalfa, esto es 231 g y 99 g de Ray grass y alfalfa, respectivamente; y, 30 gramos/día de concentrado de acuerdo a la distribución aleatoria, en dos raciones diarias, más agua a voluntad, considerándose para este efecto un período previo de adaptación, el que consistió en 8 días, para su posterior toma y registro de datos.

Parte del manejo fue un control y limpieza diaria, proveerles agua fresca y limpia, un local libre de ruidos y aislado de pájaros y roedores. La utilización de registros de pesos, consumo de alimento y mortalidad, en forma metódica y rutinaria, marcó el desarrollo propio de la investigación.

Los pesos y controles, se reportaron diariamente en los registros respectivos, los que fueron evaluados posteriormente mediante pruebas estadísticas, desarrolladas en computadora, como es el caso de una hoja de Excel y el programa estadístico InfoStat para el análisis de varianza y pruebas de significancia, según Tukey.

Para el caso de la digestibilidad in vitro, se procedió a la toma de una muestra homogénea (1 kilogramo) para ser enviada al laboratorio, en donde mediante pruebas y técnicas especializadas se realizó la determinación de los diferentes grados o porcentajes de digestibilidad que posee la gallinaza, más específicamente de los nutrientes contenidos en la misma.

3.7.2 Metodología de evaluación

El método para evaluar los parámetros de estudio, consistieron en la medición y aplicación de procedimientos matemáticos para cada caso específico, según se detalla a continuación:

3.7.2.1 Peso Inicial (PI)

Se procede con el registro del peso de cada una de las unidades experimentales al inicio de la investigación, mediante el uso de una balanza digital de 5 kg y con 1 g de precisión, valor determinado en gramos.

3.7.2.2 Peso Final (PF)

Del mismo modo que para el peso inicial, al finalizar la investigación se realizaron los respectivos pesajes de los animales, pesos determinados en gramos, esto es a los 30 días posteriores al inicio del ensayo.

3.7.2.3 Ganancia de peso total (GPT)

Es determinada por diferencia, entre el peso registrado al final del experimento y el registrado al inicio del mismo, valores que son expresados en gramos.

$$GPT = PF - PI$$

3.7.2.4 Ganancia de peso diaria (GPD)

Este valor se determina mediante la división entre la ganancia de peso total de los cuyes y el número de días que corresponden al tiempo que dura el experimento, que para el presente caso fue de 30 días.

$$GPD = GPT / 30$$

3.7.2.5 Consumo de Alimento (CA)

Representa la suma de los valores de, la cantidad de forraje verde y la de concentrado consumidos durante el experimento, expresados en gramos.

3.7.2.6 Conversión alimenticia (CA)

Nos indica la relación que existe entre la cantidad de materia seca del alimento ingerido por un animal y la ganancia o incremento de peso que registra el mismo animal en una unidad de tiempo, es decir la transformación de alimento consumido, en peso ganado, para nuestro caso.

$$CA = CTA / GPT$$

3.7.2.7 Mortalidad (M)

Con este dato se reportan las bajas de animales que podrían haberse dado en el período de estudio, determinado mediante el número de animales muertos en el tratamiento, sobre el número total de animales del tratamiento, todo esto multiplicado por 100, valor expresado en porcentaje.

3.7.2.8 Rendimiento a la canal (RC)

Procedimiento que consiste en determinar la proporción de la parte comestible del animal, es así que se determina por la parte eviscerada o el peso a la canal (PC), sobre el peso vivo, todo por 100, valor expresado en porcentaje.

$$RC, \% = (PC / PV) * 100$$

3.7.2.9 Beneficio/Costo (B/C)

El análisis costo/beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad. Es prácticamente la relación existente entre los ingresos netos (IN) que genera la venta de los animales sobre el costo de producción (CP) que, para nuestro caso específico, este último rubro es determinado por los costos que representan los animales, el forraje verde, el concentrado, la mano de obra, entre otros.

$$B/C, \% = (IN / CP) * 100$$

3.7.2.10 Coeficiente de digestibilidad (CD)

La metodología empleada es la prueba de digestibilidad in vitro, con métodos y estándares propios del laboratorio INIAP Santa Catalina, incluyendo enzimas propias de la digestión, mediante un sistema de ambiente controlado.

La técnica empleada para determinar la digestión de la materia seca y materia orgánica in vitro se fundamentó en el procedimiento de la técnica de dos etapas de “Tilley y Terry”, el cual involucra un período de incubación de 48 horas con microorganismos del rumen en un medio buffer y en segundo momento la digestión con una mezcla de ácido clorhídrico-pepsina. Las cantidades de materia seca o materia orgánica que desaparecen después de ambas etapas se consideran como digeridas.

A continuación, se describe la técnica antes mencionada.

Materiales y equipos

- Tubos de centrifuga de 100ml
- Tapones de caucho para tubos de centrifuga
- Soportes para los tubos de ensayo
- Crisoles con filtro de vidrio poroso de 50ml
- Dispositivo de filtración al vacío para los crisoles
- Frasco de fondo redondo de 5 litros de capacidad con cuello corto, grueso, de pirex
- Bureta de 500ml de capacidad
- Baño María con cabida para el frasco de 5 litros
- Incubadora o baño María que dé cabida a los tubos de centrifuga
- Medidor de PH

- Equipo permanente adicional: balanza analítica, estufa para secado, horno incinerador, tanque con CO₂ y válvulas de reducción.
- Materiales de uso constante: termómetros desecadores, cilindros graduados, gasa, lana de vidrio, pinzas, crisoles de porcelana, guantes de asbestos, pipetas, etc.

Preparación de la muestra

La muestra debe estar en base secado al aire (88-92% de contenido de materia seca) y luego molido con tamiz de 1mm. La muestra se debe guardar en recipientes que no dejen entrar el aire y que permitan tomar las muestras con facilidad (frascos de vidrio o plástico).

Reactivos

- Saliva artificial (se necesita 40ml por tubo). Debido a que el fosfato de calcio insoluble se precipita en presencia del Ph alto que proporciona la solución buffer, la saliva se debe preparar en dos porciones separadas si se pretende almacenar por más de dos horas.

Solución buffer

- 9.80 g Bicarbonato de Sodio: NaHCO₃
- 7.00 g Fosfato Disodico Heptahidratado: Na₂ HPO₄ + 7H₂O
- 0.57 g. Cloruro de potasio: KCl
- 0.47 g. Cloruro de Sodio: NaCl
- 0.12 g. Sulfato de magnesio Heptahidratado: MgSO₄ + 7H₂O

Solución de cloruro de calcio al 4%:

- 4.0 g. CaCl₂ en 100 ml de agua destilada.
- Poco antes de usar la saliva artificial, agregar 1 ml de la solución de cloruro de calcio al 4%, por cada litro de la solución buffer.

Solución de Ácido Clorhídrico (HCl) al 20%

- Diluir 200ml de HCl concentrado de un litro de agua de destilada. (Se utilizó 6ml por tubo)

Solución de pepsina al 5%

- Agregar 5g de pepsina a 100ml de agua destilada. (Se utilizó 2ml por tubo)
- Líquido del rumen filtrado (Se ocupó 10 ml por tubo). Existe una gran variación entre laboratorios en cuanto a la fuente del líquido ruminal y la manera de obtenerlo. Se pueden usar bovinos, ovejas y cabras, por lo general es más conveniente utilizar un animal con una fistula permanente en el rumen. El tipo de dieta puede afectar los resultados, por lo tanto es recomendable que los animales donantes reciban una dieta que esté compuesta principalmente de forraje, heno preferiblemente.

Existen muchas variaciones en los métodos empleados para la obtención y preparación del líquido del rumen. Para mayor uniformidad se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- 1) El animal donante no debe tener acceso al alimento o al agua por espacio de una hora antes de la recolección del líquido del rumen.
- 2) El líquido en el rumen no se debe recoger del fondo pues hay muchas partículas pequeñas de alimento que se vienen con la muestra e interfieren con los resultados.

- 3) Filtrar el líquido del rumen a través de lana de vidrio (Colocar 4 capas de gasa en un embudo y cubrir con una capa doble de lana de vidrio).
- 4) Si el líquido del rumen ha de transportarse de cierta distancia al laboratorio, se debe tener cuidado de mantener una condición anaeróbica. Esto se obtiene llenando una botella completamente de líquido y tapándola bien para que no penetre el aire.

Procedimiento

- a. Determinar el contenido de materia seca y orgánica de la muestra de la siguiente manera: Poner una muestra de aproximadamente 0.5gr en un crisol de porcelana y anotar el peso hasta el tercer decimal como mínimo. Secar por una noche a una temperatura de 105°C, dejar enfriar y pesar nuevamente. Luego calcular el porcentaje de materia seca y el porcentaje de materia orgánica en la muestra (en base a materia seca total o libre de humedad).
- b. Pesar las muestras para la digestión in vitro. Coloque aproximadamente 0.5g de la muestra en un tubo de centrifuga numerado y anotar el peso hasta el tercer decimal.
- c. Separe 4 tubos vacíos.
- d. Preparar el baño María
- e. Colocar una cantidad adecuada de solución buffer en un frasco de 5 litros de capacidad con fondo redondo. Agregue 1ml de la solución de cloruro de calcio (CaCl_2) al 4% por cada litro y poner el frasco en baño María a 39° C, haciendo burbujear el dióxido de carbono (CO_2) en forma lenta a través de la solución.
- f. Agregar 2ml de agua destilada a todos los tubos de centrifuga mojando con ella la muestra en estudio

- g. Medir el pH de la saliva artificial que debe oscilar entre 6.9 y 7 ya que el CO₂ burbujeando a través de la solución reduce el pH.
- h. Preparar el líquido del rumen filtrado agregando una parte del líquido por cuatro partes de la saliva artificial en el frasco de fondo redondo.
- i. Permitir que el medio (líquido del rumen más la saliva) se mezcle durante 10 minutos por la acción del CO₂ burbujeante.
- j. Dejar pasar el flujo de CO₂ a través de una bureta y luego llenar con el medio (líquido del rumen más la saliva).
- k. Agregar 50 ml del medio a cada tubo de centrífuga, incluyendo los blancos.
- l. Después de agregar el medio eliminar el aire remanente en los tubos haciendo pasar CO₂ por un tubo por espacio de 15 segundos y rápidamente tapar los tubos.
- m. Colocar los tubos en la incubadora o baño María a 39 ° C.
- n. Mezclar el contenido de los tubos con un movimiento suave de rotación para asegurarse de que todas las partículas de la muestra en estudio estén remojadas con el medio. Repetir esto dos veces el primer día y tres veces el segundo día.
- o. Después de 48 horas de incubación, rotar los tubos a manera de agitar su contenido y eliminar los tapones; lavar las partículas de la muestra que se hayan adherido a los tapones, para que caigan al interior de los tubos, usando una mínima cantidad de agua destilada.
- p. Agregar 1 ml de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 20% y luego de unos minutos rotar el tubo. Agregar otro ml de la misma solución, rotar otra vez y finalmente agregue 4ml de ácido clorhídrico (HCl) al 20% y rotar. (Total de HCl al 20%= 6ml por tubo).
- q. Agregar 2ml de solución de pepsina al 5% por tubo, rotar adecuadamente y ponerlos a baño María a 39 ° C. Repetir la rotación dos veces el primer día y tres veces el segundo día.

Centrifugar los tubos por 15 minutos. Eliminar la porción superior y agregar 50ml de una solución de pepsina al 0.2 %.

- r. Lavar, secar (2 horas) y pesar los crisoles con filtro de vidrio poroso. Esta preparación se debe realizar un día antes al señalado para la digestión.
- s. Después de 46 horas de digestión con pepsina transfiera el contenido de los tubos de centrifuga a los crisoles con filtro de vidrio.
- t. Colocar los crisoles en una estufa de secado a 105 ° C y secarlos durante la noche. Enfriar en un desecador y pesar.
- u. Colocar los crisoles en un horno incinerador a 500° C por tres horas, enfriar en un desecador y pesar.
- v. Anotar los siguientes valores:
 - Peso de la muestra secada al aire puesta en el tubo.
 - Porcentaje de materia seca en la muestra
 - Porcentaje de materia orgánica en la muestra
 - Peso del crisol vacío
 - Peso del crisol con el residuo
 - Peso incinerado del crisol con el residuo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Evaluación del desempeño productivo de la gallinaza en alimentación de cuyes (*cavia porcellus L.*) en la fase de engorde

4.1.1 Peso Inicial

Tabla 13

ADEVA del peso inicial, g

| FV | GL | SC | CM | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|-------------|----|--------|-------|------|------|------|--------|
| Tratamiento | 3 | 46.69 | 15.56 | 0.20 | 3.49 | 1.24 | 0.891 |
| Error | 12 | 913.25 | 76.10 | | | | |
| Total | 15 | 959.94 | | | | | |

Nota: NS = No significativo

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 18.31407

| Niveles de gallinaza (%) | N | Suma | Promedio | Varianza | EE |
|--------------------------|---|------|----------|----------|------|
| T20 | 4 | 2821 | 705.25 a | 56.25 | 4.36 |
| T0 | 4 | 2811 | 702.75 a | 59.58 | 4.36 |
| T10 | 4 | 2806 | 701.50 a | 67.67 | 4.36 |
| T15 | 4 | 2803 | 700.75 a | 120.92 | 4.36 |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el ADEVA de la Tabla 13, podemos apreciar que el peso inicial de los cuyes, esto es a los 60 días de edad, no registran diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se asegurara que la investigación se realizó con una muestra homogénea, pesos que promedian los 702.56 g. Sin embargo, el T20 registró el mayor peso con 705.25 g, T0 con 702.75 g, T10 con 701.5 g y T15 con 700.75 g de peso promedio por animal al inicio del experimento; adicionalmente, la distribución de los animales ante los tratamientos, fue totalmente aleatorizada, sin presentar sesgos o tendencias que puedan llegar a influir en los resultados, como lo demuestra la Figura 1.

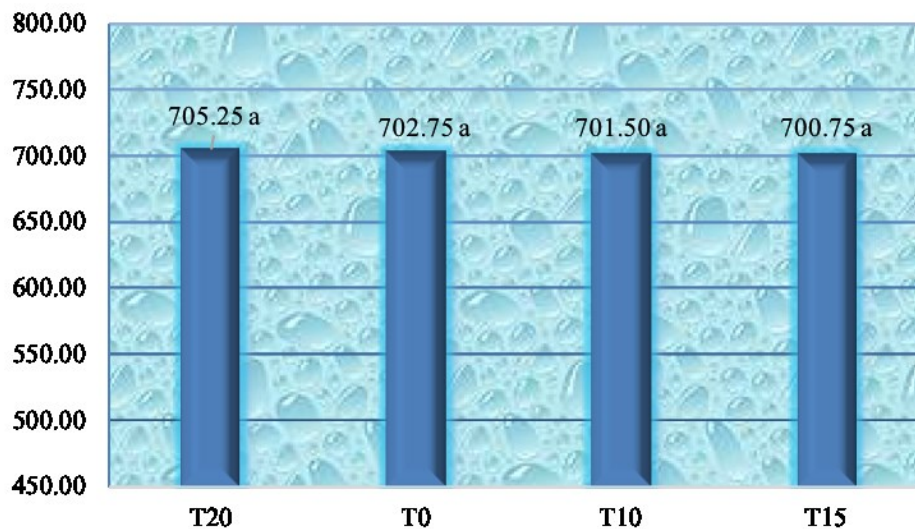


Figura 1. Peso inicial, g

Cabe indicar además que, el proceso de selección de los animales para el ensayo, se llevó a cabo, mediante el pesaje de entre un grupo de cuyes, seleccionando para tal efecto a los machos, con pesos promedios de 700 ± 20 g.

4.1.2 Peso final

Tabla 14

ADEVA del peso final, g

| FV | GL | SC | CM | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|-------------|----|---------|---------|------|------|------|----------|
| Tratamiento | 3 | 4097.50 | 1365.83 | 6.62 | 3.49 | 1.31 | 0.007 ** |
| Error | 12 | 2475.50 | 206.29 | | | | |
| Total | 15 | 6573.00 | | | | | |

Nota: ** = Altamente significativo

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS= 30.15238

| Niveles de gallinaza (%) | N | Suma | Promedio | Varianza | EE |
|--------------------------|---|------|------------|----------|------|
| T0 | 4 | 4473 | 1118.25 a | 28.92 | 7.18 |
| T20 | 4 | 4370 | 1092.50 ab | 41.67 | 7.18 |

CONTINUA→

T10 4 4322 1080.50 b 731.00 7.18

T15 4 4311 1077.75 b 23.58 7.18

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Una vez transcurrido los 30 días del estudio, se registraron los pesos finales de los animales, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, compartiendo el rango de clasificación para los mejores pesos entre el tratamiento testigo (T0) con valores de 1118.25 g y 1092.50 g para el tratamiento con el 20 % de gallinaza (T20), como lo indica la Tabla 14.

Mientras que, entre los niveles que se utilizaron gallinaza, esto es T10, T15 y T20, con el 10, 15 y 20 % de uso de gallinaza en las dietas, reportaron valores de 1080.50 g, 1077.75 g y 1092.50 g, respectivamente, infiriendo que se encuentran diferencias numéricas, mas no así estadísticas entre ellos, como se puede apreciar en la Figura 2, lo que sin duda sugiere una buena aceptación del concentrado por parte de los animales.

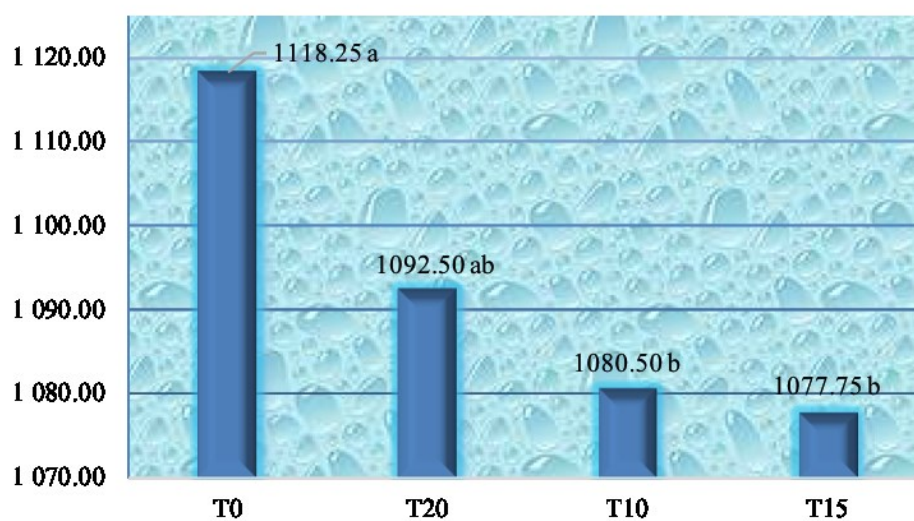


Figura 2. Peso final, g

Valores que son similares a los reportados por Jave, Z. 2014 con 1103g, Nieto y Valenzuela, 2010 con 1100 g, Olmedo, 2015 con 1086 g, Ayarza, et al., 2007, y De Latorre en 2008, los que sugieren el uso de la gallinaza, ya que muestran incrementos de pesos similares a los tratamientos en cada uno de sus estudios.

4.1.3 Ganancia de peso total

Tabla 15

ADEVA de la ganancia de peso, g

| FV | GL | SC | CM | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|-------------|----|---------|---------|------|------|------|---------|
| Tratamiento | 3 | 3789.69 | 1263.23 | 4.54 | 3.49 | 4.28 | 0.024 * |
| Error | 12 | 3335.75 | 277.98 | | | | |
| Total | 15 | 7125.44 | | | | | |

Nota: * = Significativo

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS = 35.00152

| Niveles de gallinaza (%) | N | Suma | Promedio | Varianza | EE |
|--------------------------|---|------|-----------|----------|------|
| T0 | 4 | 1662 | 415.50 a | 140.33 | 8.34 |
| T20 | 4 | 1549 | 387.25 ab | 192.92 | 8.34 |
| T10 | 4 | 1516 | 379.00 b | 602.00 | 8.34 |
| T15 | 4 | 1508 | 377.00 b | 176.67 | 8.34 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La ganancia de peso total en el período de estudio comprendido entre los 60 y 90 días, que corresponden a la etapa de engorde, marcó un comportamiento similar a la del peso final, toda vez que al iniciar con una muestra homogénea (de igual peso), es lógico que para la ganancia de peso, su comportamiento posea igual tendencia, valores que son reportados en la Tabla 15 y Figura 3, en las que se demuestra una mejor ganancia para el T0 o testigo con 415.50 g, compartiendo el rango de significancia con el T20 (387.25 g) y diferenciándose significativamente de T10 (379.00 g) y T15 (377.00 g), registrándose una ganancia media general de 389.69 g por animal y por período de ejecución durante el presente estudio.

Ayarza, 2006, Reporta un valor de 361 g de ganancia de peso, consumiendo forraje verde más gallinaza al 15%. Nieto y Valenzuela, 2010, menciona una ganancia de peso de 747 g pero por 90 días con 15 % de uso gallinaza, al igual que Olmedo, 2005, con un valor 784 g, valores que difieren con Vargas, S. 2011, que indica 1486 g; Romero, E. 2013 con 1135 g de incremento de peso con el 20 % de uso de gallinaza, éstos dos últimos más altos debido a la duración de la investigación.

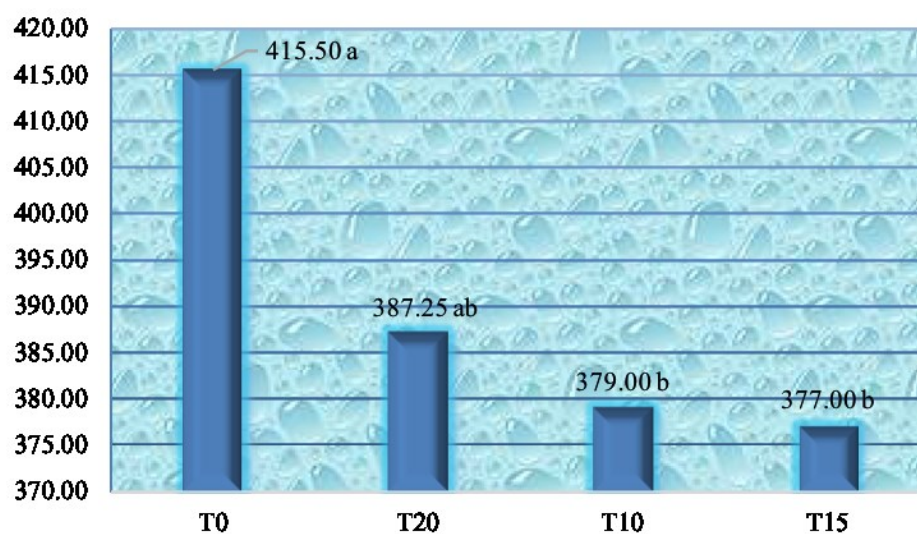


Figura 3. Ganancia de peso, g

4.1.4 Ganancia diaria de peso

Tabla 16

ADEVA de la ganancia diaria de peso, g

| FV | GL | SC | CM | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|-------------|----|------|------|------|------|------|---------|
| Tratamiento | 3 | 4.21 | 1.40 | 4.54 | 3.49 | 4.28 | 0.024 * |
| Error | 12 | 3.71 | 0.31 | | | | |
| Total | 15 | 7.92 | | | | | |

Nota: * = Significativo

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 48.07620

| Niveles de gallinaza (%) | N | Suma | Promedio | Varianza | EE |
|--------------------------|---|-------|----------|----------|------|
| T0 | 4 | 55.40 | 13.85 a | 0.15593 | 0.28 |
| T20 | 4 | 51.63 | 12.91 ab | 0.21435 | 0.28 |
| T10 | 4 | 50.53 | 12.63 b | 0.66889 | 0.28 |
| T15 | 4 | 50.27 | 12.57 b | 0.19630 | 0.28 |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla 16, se refleja una similitud estadística de significancia con el caso anterior, el de la ganancia de peso total, ya que parten de un valor inicial similar (peso inicial). Mostrando una mejor respuesta para el T0 (13.85 g/día), compartiendo el nivel de significancia con T20 (12.91 g/día), los mismos que muestran diferencias significativas con T10 y T15 con valores de 12.63 y 12.57 g/día respectivamente, como se puede apreciar en la figura 4, en el que se registra adicionalmente un promedio general de 12.99 g/día de ganancia de peso de los cuyes alimentados con diferentes niveles de gallinaza para la etapa de engorde.

Los valores encontrados concuerdan con los reportados por Jave, Z. 2014, con una ganancia de peso de 11.53 g/animal/día, Ayarza, 2006, reporta una ganancia diaria de peso de 6 g, Nieto y Valenzuela, 2010, con 12,45 g, quienes recomiendan adicionalmente el uso de la gallinaza en dietas para cuyes, debido a que no se afectan los parámetros productivos comparados con los tratamientos de estudio, propuestos en cada una de sus investigaciones.

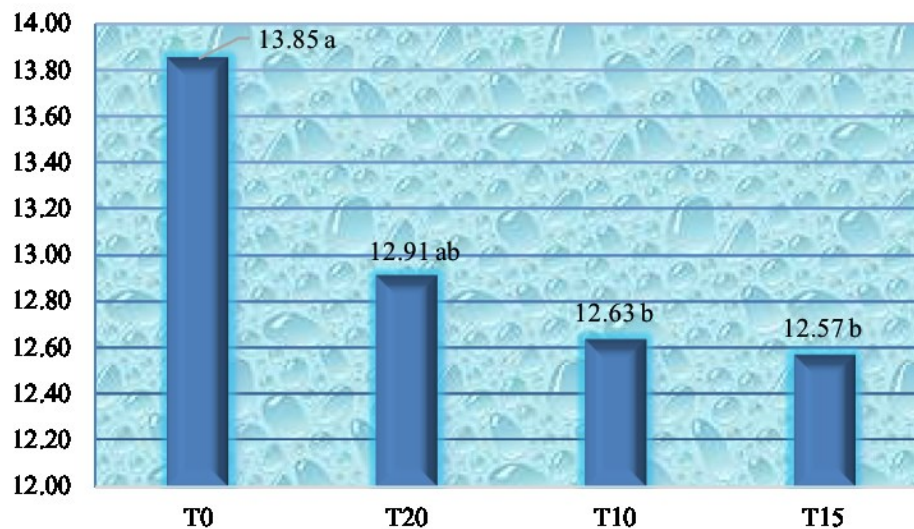


Figura 4. Ganancia diaria de peso, g

4.1.5 Consumo diario de forraje verde, g/día

Tabla 17

ADEVA del consumo diario de forraje verde, g/día.

| F.V. | GL | SC | CM | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|-------------|----|------|------|------|------|------|----------|
| Tratamiento | 3 | 1.08 | 0.36 | 0.62 | 3.49 | 0.25 | 0.616 NS |
| Error | 12 | 6.99 | 0.58 | | | | |
| Total | 15 | 8.07 | | | | | |

Nota: NS = No significativo

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 1.60610

| Niveles de gallinaza (%) | N | Suma | Promedio | Varianza |
|--------------------------|---|---------|----------|----------|
| T15 | 4 | 1218.02 | 304.51 a | 0.17514 |
| T20 | 4 | 1216.44 | 304.11 a | 0.24817 |
| T10 | 4 | 1216.27 | 304.07 a | 0.17934 |
| T0 | 4 | 1215.10 | 303.78 a | 1.7281 |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El consumo diario del forraje, reporta valores numéricamente distintos, pero estadísticamente no significativos, así, 303.78 g/día, 304.07 g/día, 304.51 g/día y 304.11 g, para T0, T10, T15 y T20

respectivamente, según lo demuestra el ADEVA de la Tabla 17 y Figura 5, con un promedio general de 304.11 g/día.

Los resultados del consumo de forraje verde, no muestran diferencias significativas, lo que sugiere una preferencia del animal por satisfacer su requerimiento de forraje, debido a su condición de herbívoros post gástricos que es, o a su vez por el instinto natural de roedor que poseen.

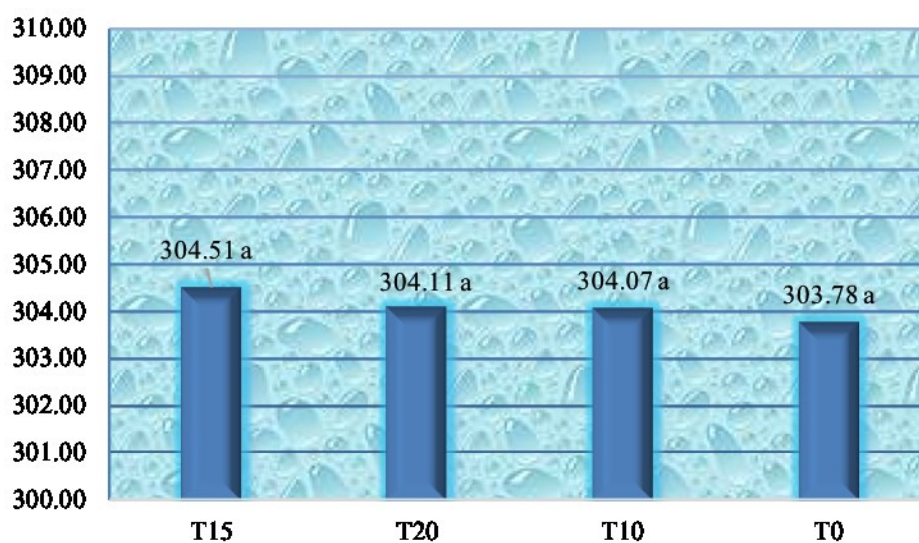


Figura 5. Consumo diario de forraje verde, g/día

4.1.6 Consumo diario de concentrado, g/día

Tabla 18

ADEVA del consumo diario de concentrado, g

| FV | GL | SC | C.M | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|-------------|----|-------|------|-------|------|------|----------|
| Tratamiento | 3 | 12.29 | 4.10 | 77.60 | 3.49 | 0.85 | 0.000 ** |
| Error | 12 | 0.63 | 0.05 | | | | |
| Total | 15 | 12.92 | | | | | |

Nota: ** = Altamente significativo

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 14.47373

| Niveles de gallinaza (%) | N | Suma | Promedio | Varianza |
|--------------------------|---|--------|----------|----------|
| T0 | 4 | 114.12 | 28.53 a | 0.00127 |

CONTINUA→

| | | | | |
|-----|---|---------|----------|---------|
| T20 | 4 | 107.289 | 26.82 b | 0.00107 |
| T10 | 4 | 106.489 | 26.62 bc | 0.09014 |
| T15 | 4 | 104.982 | 26.25 c | 0.11868 |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ratificando la información de lo establecido en el párrafo anterior, vemos que el instinto también lo lleva a satisfacer sus necesidades nutritivas y de llenado estomacal, pero limitada en pequeña medida por la palatabilidad, de ahí que, el consumo del concentrado es muy marcado y existe una diferencia significativa entre los tratamientos, siendo mejor y mayormente consumido el tratamiento T0, sin gallinaza, con 28.53 g/día, valor que es registrado e indicado en el Tabla 18.

Se asume que este comportamiento, entre otros, pudiera ser como consecuencia la palatabilidad para tal preferencia, toda vez que al ser un concentrado comercial y no poseer posiblemente la gallinaza entre sus ingredientes, este alimento, podría aportar mejores características organolépticas.

Adicionalmente, no se encuentran diferencias significativas entre T20 y T10, con 26.82 g/día y 26.62 g/día, respectivamente, debido posiblemente a que, el concentrado con el factor de estudio es aceptado en el mismo grado en todos los tratamientos que utilizan los diferentes niveles la gallinaza.

Finalmente, como podemos apreciar en la Figura 6, con respecto al consumo diario de concentrado, el T15 o 15 % de uso de gallinaza en el alimento concentrado, la diferencia es muy marcada y el consumo baja a 26.25 g/día, compartiendo el rango con T10 (26.62 g/día), atribuible a un posible mayor desperdicio. Observándose un consumo promedio en general de 27.06 g/animal/día de concentrado entre los tratamientos durante el ensayo.

Valores plenamente compartidos con, Ayarza, et. al. (2007) quien en su artículo valores comprendidos entre los 19 y 21 g/día y Nieto y Valenzuela, (2010) quien manifiesta un incremento en el consumo de concentrado, en su estudio con el 15 % de gallinaza.

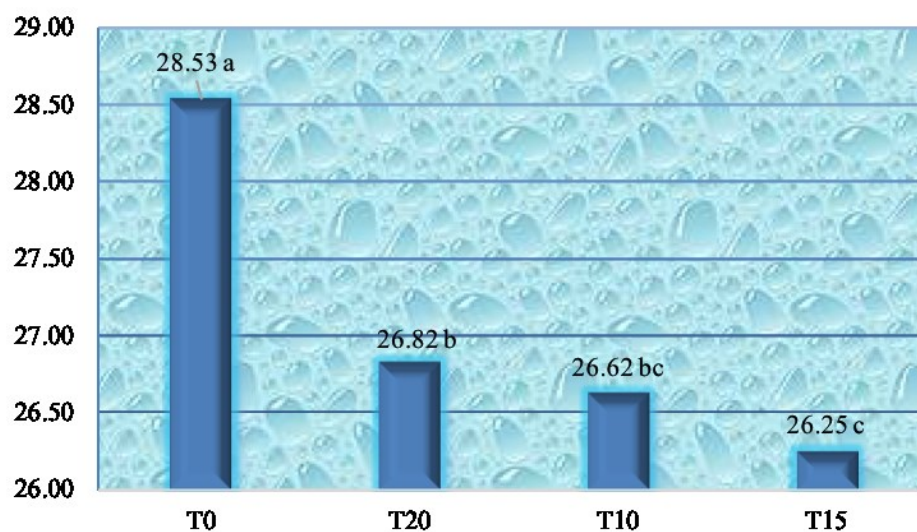


Figura 6. Consumo diario de concentrado, g/día

4.1.7 Consumo de alimento diario base seca, g/día.

Tabla 19

ADEVA del consumo de alimento diario, g/día

| FV | GL | SC | CM | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|--------------------|----|-------|------|-------|------|------|----------|
| Tratamiento | 3 | 14.07 | 4.69 | 75.98 | 3.49 | 0.37 | 0.000 ** |
| Error | 12 | 0.74 | 0.06 | | | | |
| Total | 15 | 14.81 | | | | | |

Nota: ** = Altamente significativo

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 0.51889

| Niveles de gallinaza (%) | N | Suma | Promedio | Varianza |
|--------------------------|---|--------|----------|----------|
| T0 | 4 | 271.63 | 67.91 a | 0.04068 |
| T10 | 4 | 263.74 | 65.94 b | 0.10141 |
| T20 | 4 | 263.29 | 65.82 b | 0.00218 |
| T15 | 4 | 262.17 | 65.54 b | 0.10265 |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Del ADEVA de la Tabla 19, en lo referente al consumo de alimento por animal por día, expresado en base seca y en gramos, nos demuestra diferencias altamente significativas, $P < 0.05$, de lo que se desprende evidentemente que el T0, posee un mayor consumo diario de alimento en base seca con 67.91 g, diferenciándose con aproximadamente entre 2 y 2.4 g/día, lo que marca la diferencia significativa con los tratamientos en estudio.

Mientras que, entre los tratamientos, T10, T20 y T15, reportan valores de 65.94, 65.82 y 65.54 g/día, respectivamente, para el consumo de alimento en base seca, compartiendo el rango sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos, como lo podemos apreciar en la Figura 8. Valores muy similares a los encontrados por Jave (2014) quien informa un consumo en base seca de 53.39 g/animal/día.

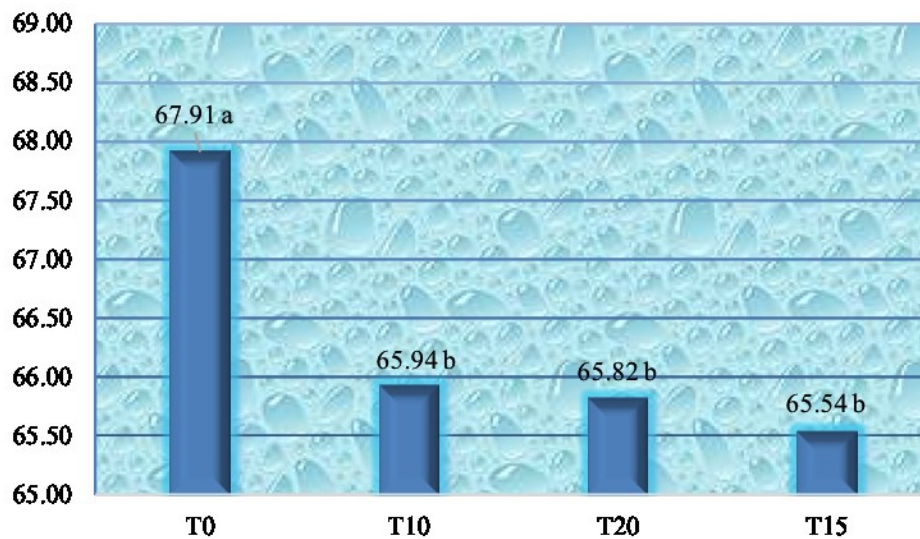


Figura 7. Consumo de alimento diario, g/día

4.1.8 Conversión alimenticia

Tabla 20

ADEVA de la conversión alimenticia

| FV | GL | SC | CM | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|--------------------|----|------|------|------|------|------|----------|
| Tratamiento | 3 | 0.28 | 0.09 | 1.62 | 3.49 | 4.69 | 0.237 NS |
| Error | 12 | 0.69 | 0.06 | | | | |
| Total | 15 | 0.97 | | | | | |

Nota: NS = No significativo

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 0.50524

| Niveles de gallinaza (%) | N | Suma | Promedio | Varianza |
|--------------------------|---|-------|----------|----------|
| T0 | 4 | 19.62 | 4.91 a | 0.01883 |
| T20 | 4 | 20.41 | 5.10 a | 0.03465 |
| T15 | 4 | 20.88 | 5.22 a | 0.03802 |
| T10 | 4 | 20.95 | 5.24 a | 0.13909 |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los datos de conversión alimenticia pese a que, para peso final y ganancia de peso registraron diferencias significativas, el análisis de ADEVA para la conversión alimenticia Tabla 20 y Figura 8, no lo demuestra así, es decir que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para la conversión alimenticia, seguramente debido a que las diferencias entre los valores obtenidos en todos los análisis han sido muy pequeñas y los valores se ajustan a una gran similitud de respuesta, no obstante se registra una mejor conversión para el T0 seguido del T20, T15 y T10, con valores de 4.91, 5.10, 5.22 y 5.24, respectivamente, apreciándose de mejor manera en la Figura 8 y registrando un promedio de 5.12.

Valores muy similares a los reportados por Jave (2014) quien sostiene una conversión alimenticia de 4.61 en promedio, Vargas & Yupa (2011) con 3.75. Mientras que, Romero, E. 2013,

indica que el tratamiento con el 10% de gallinaza le reportó la mejor conversión y difieren con lo encontrado por Olmedo (2015) quien menciona valores de 7.32.

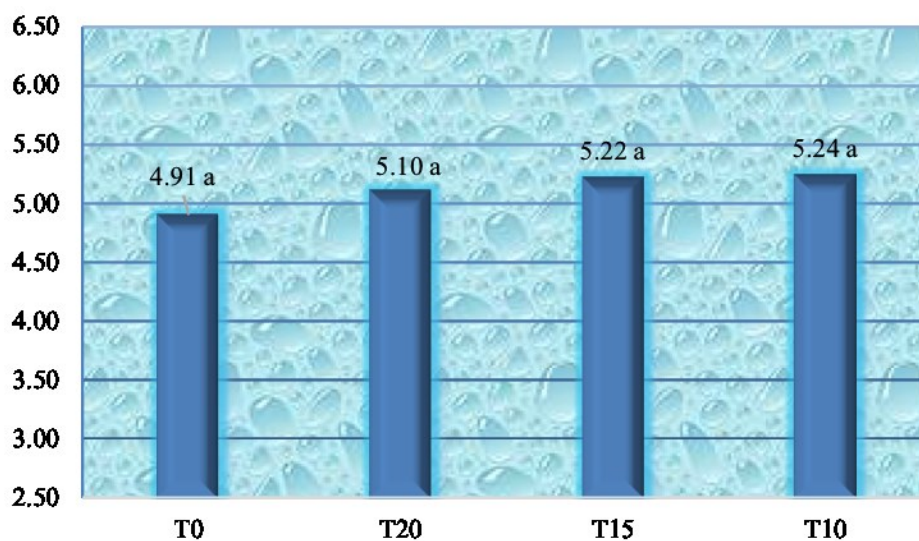


Figura 8. Conversión alimenticia

4.1.9 Rendimiento a la canal

Tabla 21

ADEVA del Rendimiento a la Canal, %

| FV | GL | SC | CM | Fcal | Ftab | CV | P<0.05 |
|-------------|----|-------|------|-------|------|------|----------|
| Tratamiento | 3 | 15.12 | 5.04 | 22.51 | 3.49 | 0.70 | 0.000 ** |
| Error | 12 | 2.69 | 0.22 | | | | |
| Total | 15 | 17.80 | | | | | |

Nota: ** = Altamente significativo

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 0.99357

| Niveles de gallinaza | N | Suma | Promedio | Varianza | EE |
|----------------------|---|---------|----------|----------|------|
| T0 | 4 | 276.316 | 69.08 a | 0.03991 | 0.24 |
| T20 | 4 | 271.797 | 67.95 b | 0.00334 | 0.24 |
| T10 | 4 | 268.948 | 67.24 bc | 0.09977 | 0.24 |
| T15 | 4 | 265.735 | 66.43 c | 0.75218 | 0.24 |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Indudablemente que el mejor rendimiento a la canal lo registra T0 con el 69.08 %, según es reportado en la Tabla 21 y Figura 9, marcándose una diferencia significativa con los demás tratamientos. El promedio general registrado corresponde a 67.67 %, valor considerado como aceptable, lo que implica que no se ha alterado el desempeño de los animales debido al uso de la gallinaza como una fuente alimenticia en el engorde cuyes.

Los tratamientos T20 y T10 le siguen en su orden, compartiendo el rango, con valores de 67.95 % y 67.24 %, respectivamente. Observándose, que el peor desempeño a la canal, lo reporta el T15 con el 66.43 %, atribuible al bajo consumo de materia seca, poco apetecible y posible baja digestibilidad del concentrado.

En lo referente al rendimiento a la canal, los valores son muy cercanos, con pocas diferencias entre los estudios reportados, Olmedo (2015) indica el menor valor con 59.42%; De la Torre, 2008, con el 70%; Vargas (2011) 72% y Romero (2013) encontró en el tratamiento con el 20% de gallinaza un valor de 79.21% de rendimiento a la canal.

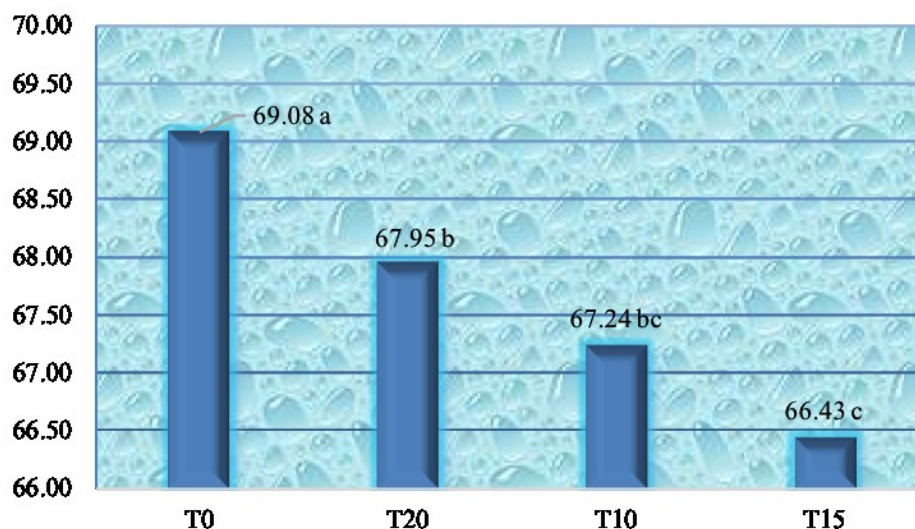


Figura 9. Rendimiento a la canal, %

4.1.10 Mortalidad

Durante el período de estudio, no se registraron muertes de los animales, por lo que no se puede realizar interpretación alguna, menos aún atribuibles la mortalidad al uso de la gallinaza como una fuente adicional de alimentación.

4.1.11 Beneficio/Costo (Utilidad)

Tabla 22

Análisis de la Utilidad, %

| Concepto | T0 | T10 | T15 | T20 |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Peso final, g | 1118.25 | 1080.50 | 1077.75 | 1092.50 |
| Peso a la canal, g | 772.33 | 726.42 | 715.92 | 742.33 |
| Consumo total forraje, Kg/animal | 8.21 | 8.22 | 8.24 | 8.22 |
| Consumo total concentrado, Kg/animal | 0.86 | 0.80 | 0.79 | 0.80 |
| Costo forraje, \$/Kg | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Costo Concentrado, \$/Kg | 0.620 | 0.384 | 0.376 | 0.363 |
| Costo por alimentación, \$/animal | 1.35 | 1.13 | 1.12 | 1.11 |
| Precio cuy inicial, \$/animal | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Mano de obra (medio tiempo), \$/animal | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Desinfección, medicinas, otros, \$/animal | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Faenamiento, \$/animal | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Depreciación construcción | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Costo de producción, \$/animal | 9.96 | 9.74 | 9.73 | 9.72 |
| Precio venta total faenado, \$/animal | 10.50 | 10.50 | 10.50 | 10.50 |
| Utilidad, \$/animal | 0.54 | 0.76 | 0.77 | 0.78 |
| B/C | 1.05 | 1.08 | 1.08 | 1.08 |
| Utilidad, % | 5.40 | 7.82 | 7.92 | 7.98 |

La mejor retribución económica encontrada en el presente estudio, se registró con el tratamiento T20 (7.98 %), mismo que se ve reportado en la Tabla 22 y Figura 10, valores que van muy de cerca con los tratamientos T15, T10, registrando el 7.92 %, 7.82 %, en su orden y respectivamente. Siendo el tratamiento T0 (5.40 %) el de menor rendimiento económico, obviamente por su costo

elevado en el mercado, al ser un alimento comercial, lo que nos demuestra el porqué de la utilización de un alimento alternativo, el mismo que justifica su utilización y elaboración del concentrado manufacturado caseramente en la alimentación de cuyes de engorde. Más aún si se considera que los animales no son vendidos al peso, sino mediante un estimado en forma general.

Valores que en cierta medida son similares a los que reporta Olmedo, 2015 al indicar que, en su estudio, se encontró una utilidad del 12 %.

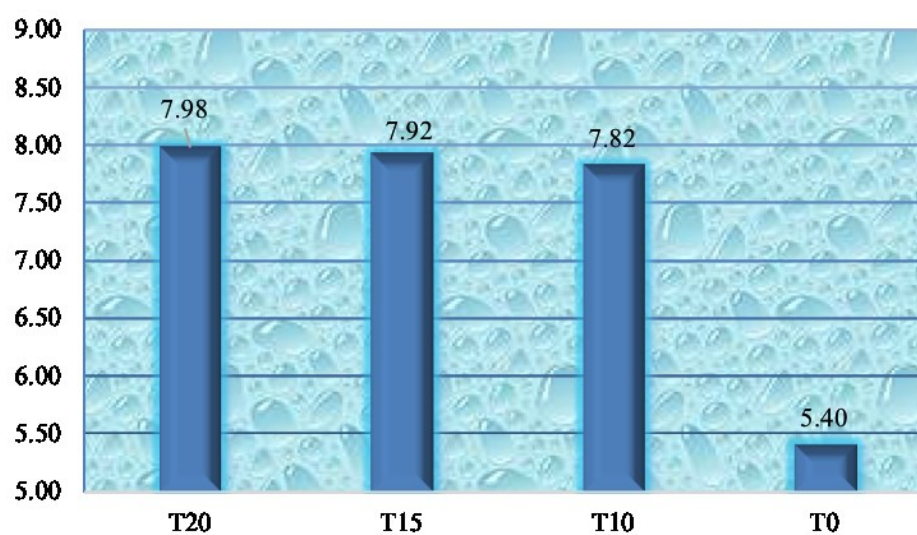


Figura 10. Utilidad del experimento, %

Tabla 23

Evaluación del desempeño productivo de diferentes niveles de gallinaza en la alimentación de cuyes (cavia porcellus l.) en la fase de engorde.

| Variables | Niveles de Gallinaza | | | | \bar{X} | P<0.05 |
|---|----------------------|-----------|-----------|------------|-----------|--------|
| | 0% (T0) | 10% (T10) | 15% (T15) | 20% (T20) | | |
| Peso Inicial, G | 702.75 A | 701.50 A | 700.75 a | 705.25 a | 702.56 | 0.891 |
| Peso Final, G | 1118.25 A | 1080.50 B | 1077.75 a | 1092.50 ab | 1092.25 | 0.007 |
| Ganancia De Peso, G | 415.50 A | 379.00 B | 377.00 b | 387.25 ab | 389.69 | 0.024 |
| Ganancia Diaria De Peso, G/Día | 13.85 A | 12.63 B | 12.57 b | 12.91 ab | 12.99 | 0.024 |
| Consumo Diario De Forraje | 273.78 A | 274.07 A | 274.51 a | 274.11 a | 274.11 | 0.616 |
| Consumo Diario De Concentrado, G/Día | 28.53 A | 26.62 bc | 26.25 c | 26.82 b | 27.05 | 0.0001 |
| Consumo Total De Alimento Diario Base Seca, G/Día | 63.71 A | 61.74 B | 61.35 b | 61.62 b | 62.10 | 0.0001 |
| Conversión Alimenticia | 4.60 A | 4.90 A | 4.89 a | 4.78 a | 4.79 | 0.263 |
| Rendimiento A La Canal, % | 69.08 A | 67.24 bc | 66.43 c | 67.95 b | 67.67 | 0.0001 |
| Utilidad, % | 5.40 | 7.82 | 7.92 | 7.98 | | |

Nota: \bar{X} = Media

4.1.12 Evaluación de la digestibilidad in vitro de la gallinaza en alimentación de cuyes

(cavia porcellus l.)

Según la Tabla 24, correspondiente a los resultados del análisis de laboratorio de Nutrición Animal del INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, se desprende los siguientes datos de las pruebas in vitro de la muestra de gallinaza enviada:

Tabla 24

Coefficientes de Digestibilidad In Vitro (DIV), de diferentes nutrientes de la gallinaza.

| Nutriente | Valor |
|---|--------------|
| Humedad, % | 9.41 |
| Materia Seca, % | 90.59 |
| DIV Materia Seca, % | 57.13 |
| DIV Materia Orgánica, % | 60.61 |
| Proteína, % | 19.42 |
| Proteína Digerible, % | 12.95 |
| Coefficiente de Digestibilidad, Proteína, % | 66.68 |

Fuente: (INIAP, 2018)

Los datos obtenidos nos confirman, que se puede utilizar la gallinaza como una fuente alimenticia, toda vez que la disponibilidad determinada in vitro o laboratorio del 57.13% para la materia seca, 60.61% para la materia orgánica y el 66.68 % para la proteína, la tornan en un alimento idóneo que debería ser considerado en toda dieta, especialmente aquellas encaminadas a alimentar animales herbívoros rumiantes y herbívoros post gástricos como es el caso de los cuyes.

Valores que son corroborados con los reportados por Meza, G. 2011 y los obtenidos por Chauca, L. 1994a, citados por Meza, G. 2011, en los que indican valores de digestibilidad in vivo para la Materia Seca, de ciertos forrajes locales, en criollos de 64.6% y para cuyes mejorados 66.0%, con un promedio general de 59.18%. La digestibilidad aparente para la Materia Orgánica con valores que fluctúan entre 36 y 73% con un promedio de 58.95% y para Proteína valores que van desde 82 al 88%, con un promedio de 84.7%.

Mientras que, Aguirre, J. 2008, concluyó que entre los diferentes alimentos forrajeros utilizados en cuyes, estos presentan valores de coeficientes de digestibilidad en base seca de: 76.53%, 77.42%, 87.28%, 53.51% y 98.44, para la Materia Seca, Materia Orgánica, Proteína Cruda, Extracto Etéreo y Extracto Libre de Nitrógeno, respectivamente.

Jiménez, Y, 2007, estudiando al maíz en alimentación de cuyes, reporta un coeficiente de digestibilidad de 94.08% y 79.64 %, para el maíz de la Costa y Sierra, respectivamente.

Por lo que se puede inferir que la gallinaza, se encuentra dentro del promedio, exceptuando la digestibilidad de la proteína, ya que ésta podría ser considerada adicionalmente como una fuente de nitrógeno no proteico.

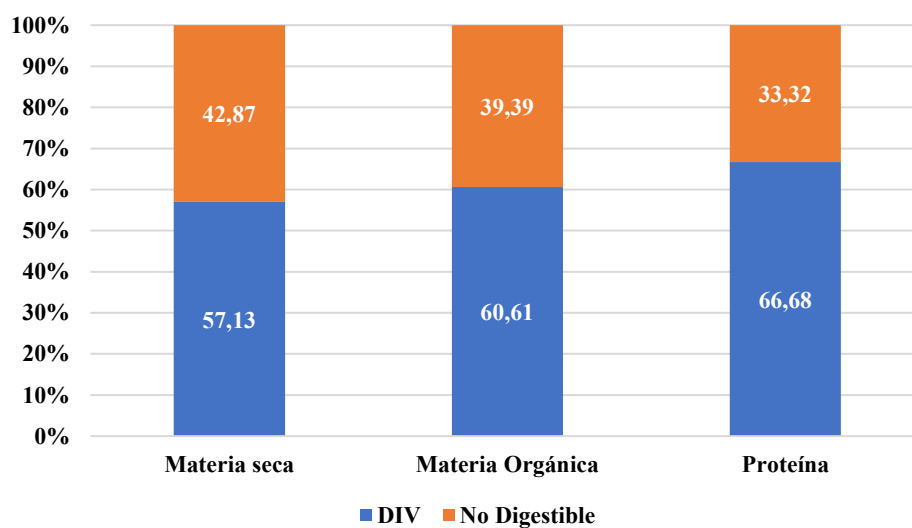


Figura 11. Coeficiente de digestibilidad in vitro (DIV) de la gallinaza, %.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El uso de la gallinaza utilizado en la fase de engorde para la crianza de cuyes no afecta los rendimientos productivos, y puede ser utilizada hasta en un 20% de inclusión en el alimento concentrado en polvo, pues se obtienen similares pesos finales y conversión alimenticia. Adicionalmente, el T20 reporta el mejor beneficio costo. Éste concentrado puede ser empleado, siempre y cuando, se lo provea conjuntamente con una fuente idónea de forraje verde y agua a voluntad.
- El tratamiento T20, con 20 % de inclusión de gallinaza en el concentrado, utilizado en la alimentación de cuyes para la fase de engorde, es el que reporta un mayor rendimiento productivo (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento a la canal y beneficio costo) con respecto a los otros tratamientos con gallinaza.
- El coeficiente de digestibilidad *in vitro* (CDI) de la gallinaza, utilizada en la alimentación de cuyes para la fase de engorde, reporta un 57.13%, 60.61% y 66.68% para la materia seca, materia orgánica y proteína respectivamente, lo que la convierte en una fuente idónea de aporte de nutrientes para la especie en estudio, adicionalmente por los resultados productivos positivos obtenidos en el período de investigación.
- El tratamiento con el 20 % de inclusión (T20) de gallinaza resultó ser el de menor costo de producción en la alimentación de cuyes para la etapa de engorde, con respecto al de los demás tratamientos, teniendo en cuenta el tiempo que transcurre hasta que los animales alcanzan el peso apropiado para su comercialización.

- El uso de la gallinaza, reemplaza a materias primas de elevado precio en el mercado y consecuentemente abarata costos de alimentación ante un balanceado comercial. Obteniéndose adicionalmente buenos rendimientos productivos y a bajo costo.

5.2 Recomendaciones

- Utilizar la gallinaza procedente de planteles avícolas explotadas en jaulas, de preferencia automatizadas, por su alto contenido nutricional y elevado coeficiente de digestibilidad *in vitro*, ya que no afecta el desempeño productivo de los cuyes en la etapa de engorde, como una fuente alternativa de alimentación, pudiendo ser utilizada hasta un 20%, más aún, si pudiera ser mejorada su palatabilidad y presentación del alimento balanceado en polvo, con la inclusión de una fuente energética como lo es el aceite de palma y/o el uso de melaza como aglutinante (pelletizado), para un mayor aprovechamiento nutricional por consumo.
- Debido a la buena respuesta encontrada en la presente investigación, se sugiere realizar investigaciones, incrementando los niveles de uso y ampliar su estudio a otras especies como lo son conejos, cerdos y rumiantes en general, que podrían tolerar fácilmente la inclusión en sus dietas, como buenas alternativas alimenticias.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, J. (2008). *Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1502/1/17T0874.pdf>
- Alvarez, D. (2009). *Eficiencia de la fermentación in vitro de los tractos gastrointestinales del monogástrico y del rumiante*. Palmira-Colombia: Universidad nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Ayarza, N., Pérez, C., & Cook, F. (2007). *Alimentación de cuyes con gallinaza*. Huamanga-Perú: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- Castillo, G. (2009). *Producción de cuyes en los cantones de la provincia del Chimborazo para su comercialización y exportación*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Caycedo, A. (2000). Pasto- Colombia. *Universidad de Nariño*, 323.
- Colombatto, D. (2000). Produccion y nutricion animal. *Departamento de Producción Animal*, 5-6.
- Coronado, M. (2007). Manual técnico para la crianza de cuyes en el valle del Mantaro. 19-26.
- De La Torre, R. (2008). *Evaluación de la gallinaza como reemplazo a la harina de pescado en la elaboración de dietas aglomeradas para cuyes (Cavia Porcellus)*. Ibarra-Ecuador.
- FAO. (2010). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción y Sanidad Animal. *Revista Mundial de Zootecnia*.
- FEDNA. (2016). Obtenido de Publicaciones 2016: <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ray-grass-verde>.
- Guacho, M. (2009). *Valoración energética de diferentes tipos de balanceados utilizados en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus)*. Riobamba-Ecuador. . Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1379/1/17>
- Guilcapi, R. (2013). *Utilización de aminoácidos sintéticos con reducción de proteína bruta en la alimentación de pollos parrilleros*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Huaraca, M. (2007). *Efecto de la utilización de ensilaje de pasto avena con diferentes niveles de contenido ruminal en alimentación de cuyes*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Jave, Z. (2014). *Efecto del contenido de fibra detergente neutro (FDN) de dos fuentes forrajeras en el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en Cajamarca*. Cajamarca-Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Jiménez, Y. (2007). *Valoración energética de diferentes tipos de maíz (Zea mayz) utilizado en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus)* . Obtenido de Riobamba-Ecuador. ESPOCH : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1763/1/17T0783.pdf>
- Lemus, C. (2008). *Fisiología nutricional del cerdo*. La Habana-Cuba.: Universidad Autónoma de Nayarit. 1ra Edición.
- León, R. (2003). *Pastos y Forrajes. Producción y manejo*. Quito-Sangolquí-Ecuador: Ediciones científicas Agustín Alvarez A. Cía. Ltda.

- Mendoza, A. (2012). *Requerimientos de proteína del cuy*. Lima-Perú.
- Meza, G. (2011). *Digestibilidad in vivo de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (Cavia porcellus Linnaeus), en el litoral ecuatoriano*. Obtenido de <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/index.php/english-version/91-coleccion-articulos-esp>
- Nieto, W., & Valenzuela, F. (2010). *Niveles de gallinaza en suplementación para alimentación de cuyes criollos en etapas de crecimiento y engorde en la parroquia la independencia*. Esmeraldas-Ecuador.: Tesis de grado. Universidad Técnica de Esmeraldas. .
- Olmedo, S. (2015). *Utilización de diferentes niveles de ensilaje de maíz en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento engorde*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Palomino, R. (2006). *Crianza y comercialización de cuyes*. Lima-Perú: Colección Granja y Negocios. Ediciones Ripalme.
- Quillagana, S. (2016). *Comparación productiva de tres cultivares de Ryegrass perenne (Lolium perenne) en términos de producción y calidad*. Obtenido de Tambillo-Ecuador. Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8031/1/T-UCE-0004-2>
- Romero, E. (2013). *Niveles de gallinaza en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus L) en la fase de engorde en el Cantón Salcedo*. Cotopaxi: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ingeniería Agropecuaria.
- Romero, E. (2013). *Niveles de gallinaza en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus L.) en la fase de engorde en el Cantón Salcedo*. Salcedo. Cotopaxi. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo: Ingeniería Agropecuaria.
- Rosales, e. a. (2007). La gallinaza . *Revista Colombiana de Biotecnología*. Vol. IX No.
- Salinas, M. (2010). *Crianza y Comercialización de Cuyes*. Ecuador: Fundación Esquel.
- Vargas, S., & Yupa, E. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (cavia porcellus), con dos tipos de alimentos balanceado. *Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Cuenca-Ecuador .
- Zaldivar, M. (2000). *Curso Andino de Cuyes y Metodologías de desarrollo*. Cajamarca -Perú: FAO.INIAA.