FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA ALFALFA (*Medicago sativa*).

Trabajo de tesis previo a la obtención del título de
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

AUTOR

Luis Dirney Ortega Ortega

DIRECTOR

Luis Antonio Aguirre Mendoza

LOJA - ECUADOR
2019

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Luis Antonio Aguirre Mendoza

CERTIFICA

Que he revisado la presente tesis titulada **"EFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1^{A} (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA ALFALFA (*Medicago sativa*)."** realizada por el Sr. Egresado **Luis Dirney Ortega Ortega**, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos impuestos por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **AUTORIZO QUE SE CONTINÚE CON EL TRÁMITE DE GRADUACIÓN**.

Loja, 08 de Marzo de 2019

Atentamente

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza PhD
Director de Tesis

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

EFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1^A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA ALFALFA (*Medicago sativa*).

POR

Luis Dirney Ortega Ortega

Tesis presentada al tribunal de grado como requisito previo a la obtención del título de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

HA SIDO APROBADO

Agosto 2019

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dra. Stephanie Fernanda Chávez Arrese Ph.D.
VOCAL

Dr. Mauro Iván Guevara Palacios Ph.D.
VOCAL

AUTORÍA

Yo, **Luis Dirney Ortega Ortega**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis que ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones, y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

AUTOR: Luis Dirney Ortega Ortega

FIRMA:

CÉDULA: 1900828540

FECHA: Agosto 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo **Luis Dirney Ortega Ortega**, declaro ser el autor de la tesis titulada "EFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1^{A} (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA ALFALFA (*Medicago sativa*).", como requisito para optar al grado de Médico Veterinario Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI): Las Personas puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero, con fines académicos. Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja, a los 13 días del mes de Agosto del 2019.

FIRMA:

Autor: Luis Dirney Ortega Ortega
Cédula de identidad: 1900828540
Dirección: Loja, Eugenio Espejo y Epiclachima, Miraflores
Correo electrónico: luchodir-10@hotmail.com
Teléfono: 0989273022

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:

Luis Antonio Aguirre Mendoza

Tribunal de Grado:

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D. (Presidente)
Dra. Stephanie Fernanda Chávez Arrese Ph.D. (Vocal)
Dr. Mauro Iván Guevara Palacios Ph.D. (Vocal)

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero y profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja a través de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por abrirme las puertas para formarme como médico veterinario zootecnista entregado a la solución de problemas de producción agropecuaria al servicio del país. Dejo constancia de mi agradecimiento al Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, en calidad de director y coautor de Tesis, quien me brindo sus consejos oportunos para poder culminar con éxito el presente trabajo. A todos mis maestros de forma especial al Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán que me guio para cumplir una meta más de mi vida. De la misma manera como no agradecer a mi madre, novia, hermanos y amigos quienes día a día me alentaron y motivaron para cumplir este sueño.

Luis Dirney Ortega Ortega

DEDICATORIA

A mi madre y hermanos por ser el pilar de mi vida por forjarme valores y principios elementales que me han permitido conseguir cada objetivo planteado, además fue el centro de motivación y apoyo económico y moral en mi vida estudiantil. A mis compañeros que de una u otra manera me motivaba a perseguir este sueño. A cada uno de los docentes que formaron parte de mi formación académica.

Luis Dirney Ortega Ortega

Índice general

ÍNDICE DE TABLAS.....XIII

ÍNDICE DE FIGURAS.....XV

RESUMEN.....XVII

ABSTRACT.....XVIII

1. INTRODUCCIÓN.....1

2. REVISIÓN DE LITERATURA 3

2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL COBAYO.....3

2.2. MORFOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO DEL COBAYO.....4

2.2.1. Cavidad oral.....4

2.2.2. Faringe.....4

2.2.3. Esófago.....5

2.2.4. Estómago.....5

2.2.5. Intestino delgado.....5

2.2.6. Intestino grueso.....6

2.2.7. Órganos accesorios.....6

Hígado.....6

Páncrea.....7

Bazo.....7

2.3. FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL COBAYO.....…...…...……... 7

2.3.1. Procesos digestivos.….....…...……...…...……....…...……..… 8

2.4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO...……... 9

2.4.1. Proteína (aminoácidos)……..... 9

2.4.2. Carbohidrato……. 10

2.4.3. Minerales...…….…… ……. 10

2.4.4. Vitaminas……....……. 10

2.4.5. Agua . . . . . ……... 11

2.5. FIBRA . . . . . ……. 12

2.5.1. Composición química de la fibra…....…… 12

Celulosa..……..…….…… …….. 13

Hemicelulosa…….…… 13

Lignina……...……... 14

Azucares.……...…… 14

Almidón…….... 15

Pectinas.……..... 15

2.5.2. Métodos de Medición de Fibra……... 16

Fibra cruda…… 16

Fibra neutro detergente (FND)……...…… 16

Fibra ácido detergente (FDA)……. 17

Fibra dietética……. 17

2.5.3. Procesos de Digestibilidad de la Fibra……... 19

Cecotrofia……... 19

2.6. LA ALFALFA COMO FUENTE DE ALIMENTO EN COBAYOS.. 21

2.6.1. Alfalfa *(Medicago sativa)*…….. 21

3. METODOLOGÍA 23

3.1. MATERIAL Y MÉTODOS 23
3.1.1. Materiales 23
Materiales de campo 23
Materiales de Laboratorio 24
Materiales de Oficina 24
3.1.2. MÉTODOS 24
Ubicación del área de estudio 24
3.1.3. Ubicación 25
Ubicación de la Granja San Ignacio 25
3.1.4. Descripción y adecuación de las instalaciones 26
Desinfección del galpón 26
Preparación del galpón 26
Recepción de los cuyes 27
3.1.5. Tamaño de la Muestra 27
3.1.6. Descripción de los tratamientos 28
Tratamiento 1 28
Tratamiento 2 28
Tratamiento 3 28
Tratamiento 4 28
3.1.7. Diseño experimental 29
3.1.8. Fase de Laboratorio 29
3.1.9. Composición de las dietas administradas en los tratamientos 30
3.1.10. Variables en Estudio 31
Parámetros productivos 31
Parámetros digestivos 31
Relación entre parámetros productivos y digestivos 31

Peso vivo 32
Ganancia media diaria 32
Consumo medio diario 32
Eficiencia alimenticia 32
Mortalidad 33
Parámetros digestivos 33
3.1.11. Análisis estadístico 33

4. RESULTADOS 34

4.1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS 34
4.1.1. Peso Vivo 34
4.1.2. Ganancia Media Diaria 37
4.1.3. Consumo Medio Diario 37
4.1.4. Eficiencia Alimenticia 38
4.1.5. Mortalidad 39
4.2. PARÁMETROS DIGESTIVOS 41
4.2.1. Pesos y Medidas Relativas Digestivos 41
4.2.2. Medidas de los órganos digestivos 44
4.2.3. pH 45
4.3. CORRELACIÓN 46
4.3.1. Relación de las dietas con parámetros productivos y digestivos 46

5. DISCUSIÓN 47

5.1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS 47
5.1.1. Peso vivo 47
5.1.2. Ganancia media diaria 49
5.1.3. Consumo Medio Diario 49

5.1.4. Eficiencia alimenticia 50

5.1.5. Mortalidad 51

5.2. PARÁMETROS DIGESTIVOS 52

5.2.1. Pesos Absolutos Del Tracto Digestivo (g) 52

5.2.2. Pesos Relativos % PV 53

5.2.3. Medidas del tracto digestivo 53

5.2.4. pH 53

5.3. CORRELACIÓN 54

5.3.1. Relación Del Valor Bromatológico De Las Dietas Con Los Parámetros Productivos Y Digestivos De Los Cuyes 54

6. CONCLUSIONES……....…….....…… 56

7. RECOMENDACIONES……....…….....……... 57

8. BIBLIOGRAFÍA.....……....……....……...…… 63

Índice de tablas

1. Descripción zoológica del cuy. 3

2. Requerimientos nutricionales del cobayo 11

3. Composición Química de la Alfalfa 22

4. Arreglo factorial 2 x 2 29

5. Ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas 8,5 % FC Y 9,1 % FC, para la etapa de crecimiento y engorde 30

6. Análisis del peso vivo de cada semana por tratamiento con el error estándar y P. Valor 35

7. Análisis de la ganancia media diaria de cada semana por tratamiento..... 37

8. Análisis del consumo medio diarios de cada semana por tratamiento….. 38

9. Análisis de la eficiencia alimenticia de cada semana por tratamiento…... 39

10. Análisis del porcentaje de mortalidad por tratamiento 40

11. Análisis de pesos, medidas absolutas, medidas relativas y pH de órganos digestivos con el error estándar y P. Valor 42

12. Relación del valor bromatológico de las dietas con los parámetros productivos y digestivos de los cuyes 46

Índice de figuras

1. Aparato Digestivo del Cuy (Nuñez, 2015)…… 7
2. Alfalfa (Sandoval, 2013)..... 21
3. Ubicación de la Granja de cuyes San Ignacio Google Maps (2018)……..25
4. Laboratorio de Bromatológico de la UNL Google Maps (2018) 25
5. Distribución de las 16 unidades experimentales 29
6. Efecto del nivel de fibra en el peso vivo de cuyes en cebo 36
7. Efecto del nivel de fibra y el sexo en el peso vivo de cuyes en cebo…….36
8. Mortalidad acumulada de cada tratamiento 40
9. Pesos absolutos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de Fibra x sexo tomados a los 64 días de edad..... 43
10. Pesos relativos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra tomados a los 64 días de edad..... 43
11. Medidas del sistema digestivo (Intestino delgado) tomados a los 64 días de edad..... 44
12. Medidas del sistema digestivo (Intestino grueso) tomados a los 64 días de edad..... 44
13. pH del estómago, tomados a los 64 días de edad 45
14. pH del ciego, tomados a los 64 días de edad..... 45
15. Mezclado de las materias primas 64
16. Peletizado de las dietas 64
17. Distribución e identificación de las unidades experimentales 65

18. Control semanal de pesos.....65

19. Colocación de las dietas respectivas 66

20. Visita y revisión del director de tesis 66

21. Toma de datos de parámetros digestivos 67

22. Medidas, Pesos Y pH de órganos digestivos 67

23. Salida del SAS de resultados de correlación, con sus p-valores 68

24. Salida del SAS de resultados del análisis de peso semanal, con sus p-valores.....69

25. Salida del SAS de resultados del análisis de peso semanal, con sus p-valores.....70

26. Salida del SAS de resultados del análisis de mortalidad, con sus p-valores.....71

27. Salida del SAS de resultados del análisis de peso semanal, con sus p-valores.....72

28. Salida del SAS de resultados de análisis de parámetros digestivos, con sus p-valores.....72

29. Salida del SAS de resultados de análisis de parámetros digestivos, con sus p-valores.....73

EFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1[A] (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA ALFALFA (*Medicago sativa*)

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de niveles bajos de fibra cruda sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos tipo 1A (*Cavia porcellus)*, utilizando como fuente de fibra la alfalfa (*Medicago sativa)*. Se utilizaron ciento sesenta cuyes, 80 machos y 80 hembras de 15 días de edad y fueron alojados en grupos de 10 animales (unidad experimental) y se tuvo 4 repeticiones por cada tratamiento. El experimento fue desarrollado bajo un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial dos por dos. Para la experimentación se elaboraron dos dietas iso-proteicas e iso-energéticas: la primera dieta con 8,5 % FC, la segunda dieta se formuló con 9,1 % FC. Se probó cuatro repeticiones que fueron: Machos y hembras 8,5 % FC, Machos y hembras 9,1 % FC las dietas fueron suministradas ad libitum. Los animales fueron sacrificados para registrar los parámetros digestivos el día 64 de experimentación (un animal por unidad experimental). Se pesó el tracto digestivo total, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ciego. Además, se midió el intestino delgado, intestino grueso y se tomó el pH de ciego y estómago. La dieta que mejoró los parámetros productivos en machos y hembras fue la de 9,1 % FC, ya que los animales que se les administro esta dieta obtuvieron un peso final mayor. En los parámetros digestivos, se determinó que en ninguna de las dietas existió cambios significativos a nivel anatómico. Además se evidencio correlación ente varios órganos digestivos como: intestino delgado, intestino grueso y ciegos, con el peso total del tracto digestivo, y la mortalidad se relaciona con los componentes de la dieta.

Palabras claves: Dietas, FC (Fibra cruda), Parámetros Digestivos, Productivos, pH.

ABSTRACT

The objective of this reserach was to evaluate the effect of low levels of raw fiber on productive and digestive parameters in guinea pigs type 1^{A} (Cavia porcellus), using "*alfalfa"* (Medicago sativa) as a source of fiber. In this investigation, One hundred and sixty (80 males and 80 females) 15-day-old guinea pigs. They were separated in groups of 10 animals (experimental unit) with four repetitions for each treatment. The experiment was developed under a completely randomized design with a two-by-two factorial arrangement. For that, iso-protein diet and iso-energetic diet were prepared. The first one was prepared with 8,5% CF and the second one was prepared with 9,1% CF. Four repetitions were tested: 8,5% CF males and females and 9,1% CF males and females. The diets were supplied "ad libitum". The animals were sacrificed to record digestive parameters on the 49th day of experimentation (one animal per experimental unit). The total digestive tract, stomach, small intestine, large intestine and blind were weighed. In addition, the small intestine, large intestine was measured and the pH of the cecum and stomach was valued. As a result, the diet formulated with 9,1 % CF showed the best productive parameters in males and females guinea pigs because at the end of experimentation this group achieved a greater weight. The studies showed evidence that no one of the diets caused significant changes anatomically and physiologically level. In addition, there was a correlation between several digestive organs such as: small intestine, large intestine and blind with the total weight of the digestive tract and mortality is related to the components of the diet also.

Keywords: Diets, CF (Crude Fiber), Digestive Parameters, Productive Parameters, pH.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de cuyes, es una actividad pecuaria tradicional de las familias campesinas que habitan las regiones Andinas de Colombia, Bolivia, Perú y nuestro país, esto ha permitido garantizar la seguridad alimentaria de estas comunidades (Guambo y Vidal, 2016). Actualmente la industria dedicada a la crianza de cuyes ha experi- mentado un aumento en la producción de carne, tanto a nivel industrial, y sobre todo en la explotación familiar (Majin, 2010). Esto porque se ha convertido en una de las más importantes opciones de alimentación en nuestro país y debido a la creciente demanda de la carne de este animal, los productores buscan crear y optimizar las técnicas de crianza y manejo. En el país, la crianza está siendo tecnificada con animales mejorados para incrementar los parámetros productivos que permita obtener una mayor rentabilidad económica para la explotación (Guambo y Vidal, 2016).

Hay que señalar que, como en toda explotación pecuaria en la producción de cuyes, la nutrición y alimentación constituye uno de los egresos de mayor importancia, pues representa más del 70 % de los costos de producción del criadero. Por estas razones, esta especie productora de carne debe ser alimentada con eficiencia, es decir hay que cubrir los requerimientos nutritivos para que exteriorice toda su conformación genética, hay que puntualizar que, mejorando el nivel nutricional de los cuyes, se puede intensificar la crianza de tal modo que se aproveche su precocidad (Majin, 2010).

En nuestra zona la alimentación de los cuyes, se basa en la utilización de forrajes, hortalizas y residuos de cosechas, pero los forrajes en determinadas épocas del año, escasean, por la falta de agua de riego y de las lluvias. Ante esta situación los

productores de cuyes se ven obligados a descartar animales de diferentes edades y estado fisiológico, perdiendo los avances genéticos y vendiendo sus animales a bajos precios; esto ocasiona pérdidas económicas y productivas, que van en declive del desarrollo de la microempresa pecuaria familiar (Majin, 2010). Lo que nos motivó a realizar este trabajo investigativo es proponer un sistema alimenticio alternativo de uso de programas de alimentación intensivo en base sólo a balanceado, esta dieta alterativa busca establecer el nivel óptimo de fibra para el correcto funcionamiento fisiológico y productivo del tracto digestivo del cobayo (Condori, 2014).

Por todo lo expuesto el presente trabajo tiene por objetivo evaluar niveles de 8.5 % y 9.1 % de fibra cruda en dietas para cuyes en la etapa de engorde y su efecto sobre el comportamiento productivo y los cambios morfométricos del tracto digestivo, todo esto medido por las variables productivas que son: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. Concerniente a los parámetros digestivos que fueron evaluados son: pesos, medidas absolutas y relativas de órganos digestivos como: estómago, intestino delgado y Ciegos. Complementariamente se evaluó el pH de estómago y ciegos para establecer un correcto funcionamiento fisiológico del tracto digestivo. Todo esto busca contribuir al mejoramiento de los sistemas de alimentación de cuyes en el país con la difusión de los resultados entre los pequeños, medianos y grandes productores de cobayos.

Para el cumplimiento de esta investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar niveles bajos de fibra cruda en los parámetros productivos de cobayos cuando se utiliza la alfalfa como fuente de fibra.
- Determinar el efecto de dietas con bajos contenidos de fibra cruda en los parámetros digestivos de cobayos en las que la alfalfa será la fuente de fibra.
- Relacionar la composición de las dietas, con diferentes niveles de fibra, a los parámetros productivos y digestivos de los cuyes.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL COBAYO

Se define al cuy (cobayo, curí o conejillo de indias) como un mamífero roedor originario de la zona andina de Sudamérica (Ecuador, Perú y Bolivia). Además, menciona que es un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (Sandoval, 2013).

Tabla 1: Descripción zoológica del cuy.

Descripción zoológica del cobayo	
Reino	Animal
Subreino	Metazoarios
Tipo	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Mamífero
Subclase	Theria o placentarios
Orden	Rodentra o Rodor
Suborden	Iiytricomorpha
Familia	Cavidae
Género	Cavia
Especie	Porcellus
Nombres comunes	Rata de América. Sacha Cuy Conejillo de Indias Conejo de América Cuy Cobayo

Fuente: (Sandoval, 2013)

2.2 MORFOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO DEL COBAYO

El aparato digestivo del cobayo se inicia en la cavidad oral y se termina en el ano, la longitud promedio en un animal adulto es de 2.3 m, además consta de órganos accesorios que ayudan a la digestión entres los cuales tenemos los dientes, glándulas salivales, páncreas, hígado y vesícula biliar (Jaramillo, 2017).

2.2.1. Cavidad oral

La parte externa de la cavidad oral la conforman los labios que son pliegues músculo-membranosas sumamente delgados: superior e inferior. Los labios lateralmente forman las comisuras labiales. La superficie externa está cubierta de pelos abundantes, pelos finos, presenta además pelos táctiles desarrollados y numerosos, y su parte interna se encuentra revestida por la mucosa de la boca (Guerra, 2009).

Posee cuatro pares de glándulas salivales entre las cuales tenemos parótida, mandibular, sublingual y molar. Además, estos animales tienen incisivos superiores de crecimiento continuo y las piezas dentarias son muy afiladas en forma de bisel esto es característico en los roedores (Jaramillo, 2017).

2.2.2. Faringe

La faringe es un tubo musculoso membranoso que se encuentra situado a continuación de la boca, su forma se asemeja a un embudo, por la parte anterior limita con la cavidad bucal y la más estrecha continúa con el esófago. Además, la faringe es un órgano que cumple una doble función tanto para el paso del sistema digestivo y el aparato respiratorio (Angosto y Villarejo, 2014).

2.2.3. Esófago

Conducto musculoso que impulsa el alimento de la faringe al estómago, todo esto a través de contracciones peristálticas rítmicas que se originan en las paredes musculares del esófago (Jaramillo, 2017).

2.2.4. Estómago

Los cobayos tienen un estomago completamente glandular, es decir son monogástricos. Se distinguen 4 estructuras que son cardias, fundus, cuerpo y píloro (Angosto y Villarejo, 2014). Tan bien el estómago de estos animales posee dos curvaturas, que cuando está repleto alcanza en la curvatura mayor 16.5 cm y la curvatura menor 3 cm (Guerra, 2009).

2.2.5. Intestino delgado

El intestino es un tubo largo y enrollado, fijado a la pared abdominal por el mesenterio denominado meso duodeno, presenta una longitud de 125 cm. El intestino delgado empieza en el píloro y termina en el ciego. Está dividido en tres partes: duodeno que alcanza una longitud de 10 a 12 cm, yeyuno 90 cm e íleon con aproximadamente 10 cm. La estructura intestinal lo integran tres capas: serosa, muscular y mucosa. La capa mucosa está provista de glándulas de dos tipos de acuerdo con su estructura: glándulas intestinales o glándulas de Lieberkühn y las glándulas duodenales o glándulas de Brunner (Arce, 2017).

2.2.6. Intestino grueso

El intestino grueso va desde el orificio ileocecal hasta el ano. Tiene una longitud aproximada de 170 cm. Se divide en tres porciones bien marcadas: ciego, colon y recto (Sandoval, 2013).

- **Ciegos:** Es la primera porción del intestino grueso, su saco ciego que mide 15 cm y 7 cm de diámetro, su extremidad ciega termina en una punta de roma. Y contiene aproximadamente el 65 % del volumen de contenido gastrointestinal y hasta un 15 % del peso corporal.
- **El colon:** Denomina así la segunda porción del intestino grueso, se inicia a nivel del orificio ileocecal y termina en el recto.
- **Recto:** Es la porción terminal del intestino grueso, cuya abertura final es el ano (Sandoval, 2013).

2.2.7. Órganos accesorios

Hígado

El hígado es un órgano voluminoso importantísimo en el metabolismo, localizado sobre la superficie abdominal del músculo diafragma, su color normal es el marrón oscuro con un peso promedio de 24 g. Su forma es irregular con numerosas fisuras en su borde ventral, está compuesto por 5 lóbulos (Sandoval, 2013)

Páncreas

El páncreas es una glándula mixta. Está formado de dos lóbulos izquierdo y derecho, con una estructura lobulada, normalmente es de color amarillo pálido, con un peso promedio de 15 g. Presenta un producto de excreción (bilis) que se une al conducto hepático para desembocar en el duodeno (Jaramillo, 2017).

Bazo

El bazo no interviene en el proceso de la digestión, se considera únicamente entre los órganos del aparato digestivo por relación anatómica. El bazo está localizado en el lado izquierdo del estómago, presenta una longitud de 4,5 cm con un espesor de 1 cm. su color es rojo vinoso (Angosto y Villarejo, 2014).

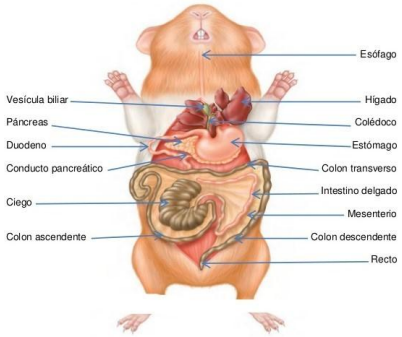

Figura 1: Aparato Digestivo del Cuy (Nuñez, 2015)

2.3 FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL COBAYO

Se menciona que la fisiología digestiva estudia los procesos físicos, químicos y biológicos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser llevados y aprovechados por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Este es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y la

distribución de estos a lo largo del tracto digestivo (Chauca, 1997).

2.3.1. Procesos digestivos

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. Sin embargo, el movimiento y la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido. El estómago secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver al alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo, además destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo. Pero hay que puntualizar que en el estómago no hay absorción (Angosto y Villarejo, 2014).

El intestino delgado cumple con la mayor parte de la digestión, en este órgano es absorbida la mayor parte del agua, vitaminas y otros micro elementos. Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso en el cual no hay digestión enzimática; sin embargo, esta especie tiene un ciego desarrollado donde existe digestión microbiana (Valverde, 2016).

En el ciego se cumplen procesos de fermentación de alimento y clasificación de las heces para la cecotrofágia, este proceso es importantísimo ya que acumula 250 a 600 cc de contenido. El alimento procedente del intestino delgado que llega al ciego se compone de un sustrato rico en celulosa proteínas y otros alimentos. La mayor parte del contenido son productos celulolíticos que llegan sin ser degradados ya que en el estómago e intestino delgado no existen enzimas capaces de desdoblar estas sustancias (Jaramillo, 2017).

La destrucción de la celulosa por parte de microrganismos está dada gracias a la producción de enzimas. Las cuales son capaces de metabolizar estos alimentos y por ende al ocurrir este proceso se obtiene nutrientes que luego serán aprovechados por el animal en el segundo ciclo de digestión (Angosto y Villarejo, 2014).

2.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. Por lo que se debe subministrar forraje suficiente a los animales considerando que, el cuy es un animal herbívoro y tiene gran palatabilidad por el forraje (León *et al.*, 2016).

Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependerán de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (Chauca, 1997). El objetivo de la alimentación consiste, en hacer una selección y combinación de adecuada de los diferentes nutrientes que tiene el alimento, con el fin obtener eficiencia productiva desde el punto de vista económico y nutricional (Chauca, 1997).

2.4.1. Proteína (aminoácidos)

Son importantes porque forman los músculos del cuerpo, los pelos y las vísceras. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos ya que no pueden ser sintetizados. Los forrajes más ricos en proteína son las leguminosas: maní forrajero, kudzú, alfalfa, trébol, madero negro, caupí, gandul, etc. Las gramíneas son buenas fuentes de energía y tienen un contenido bajo en proteína entre ellas las más utilizada son maíz forrajero, el King gras y pasto elefante. Otras plantas con gran cantidad de proteína son nacedero, ramio, bore y morera (Quintana, 2009).

2.4.2. Carbohidratos

Encargados de proporcionar la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer y reproducirse. Los cuyes responden eficientemente al suministro de altas cantidades de energía, ya que logran mayores ganancias de peso con raciones de 70,8 % que con 62,6 % de NDT (Nutrientes Digestibles totales). Por ende, a mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora (Chauca, 1997).

Los carbohidratos, lípidos y azúcares proveen de energía al animal, los alimentos de origen vegetal en su composición tienen carbohidratos, fibrosos y no fibrosos. Los alimentos ricos en carbohidratos, son los que contiene azúcares y almidones. Las principales fuentes de energía son todos los granos como sorgo, maíz, trigo y los subproductos de éstos como la pulidura de arroz, afrechos (Vílchez, 2014).

2.4.3. Minerales

El cuy tiene una elevada ingestión de minerales. Los minerales esenciales son: calcio, potasio, sodio, fósforo, magnesio y cloro. Los minerales principalmente son los que forman huesos, músculo, nervios y los dientes. Si los cobayos reciben cantidades adecuadas de pastos, no es necesario proporcionar minerales en su alimentación, porque con el contenido de minerales que tienen los pastos es suficiente para suplir las necesidades de estos. Además, si el animal tiene a disposición sal mineralizada, es capaz de regular la cantidad que debe consumir (Chauca, 1997).

2.4.4. Vitaminas

Son importantes ya que activan las funciones del cuerpo. Además, ayudan a los animales a crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades. La vitamina más importante en la alimentación de los cuyes es la vitamina C debido a que su falta produce serios problemas en el crecimiento y en algunos ca

sos pueden causarles la muerte. Pero el proporcionar forraje fresco al animal asegura una suficiente cantidad de vitamina C (León *et al.*, 2016).

2.4.5. Agua

El agua es uno de los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. Por ser el principal componente del cuerpo, es indispensable para un crecimiento y desarrollo normal. Las fuentes de agua para los animales son: el agua asociada con el alimento (forraje fresco) que no es suficiente y el agua ofrecida para bebida. Por esta razón se debe proporcionar agua de bebida a los cuyes, especialmente si se dispones de poco forraje, si está muy maduro o seco y si en la alimentación se está dando balanceado los requerimientos de agua son mayores. El agua requerida es más o menos de 120 cm^3 por cada 40 g de materia seca de alimento consumido. El agua debe subministrarse en la mañana y al final de la tarde, siempre fresca y libre de contaminación (Chauca, 1997).

Tabla 2: Requerimientos nutricionales del cobayo

Nutrientes	Unidad	Etapas		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteína	%	18	18-22	13-17
Energía digestible	kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8-17	8-17	10
Calcio	%	1.4	1,4	0,8-1,0
Fosforo	%	0,8	0,8	0,4-1,0
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: (Chauca, 1997)

2.5 FIBRA

La fibra por su composición química se la define como un conjunto de componentes que no constituyen una entidad propia y que tridimensionalmente está compuesta de hemicelulosa, celulosa y lignina, adicionalmente se le asocian minerales y otros componentes. La conceptualización de fibra ha evolucionado a lo largo de los años ya que en principio hacía referencia a partes de los alimentos sin aparente valor nutritivo. Van Soest en 1967 fue el primer investigador que empezó a utilizar el término fibra para describir a los componentes indigestibles que constituyen la pared celular de las plantas (Knudsen, 2001).

Mertens y Trowell empezaron a utilizar el término fibra con la finalidad de diferenciar algunos componentes fibrosos de los alimentos como la celulosa, hemicelulosa y lignina que para la época eran medidos por el método de fibra cruda. Además, implementaron el concepto de la fibra de la dieta en humanos haciendo referencia a los componentes de la pared celular de la planta que son resistentes a la hidrólisis de las enzimas digestivas de los mamíferos (Hernández, 2010)

Señalamos también que la composición química de la fibra va a depender de la fuente y del método utilizado para medirla, partiendo desde este punto es muy importante que el método de medición involucre los principios bilógicos y químicos de los diferentes componentes de esta. De lo contrario si el método no es el adecuando se obviará varios componentes que están integrando la fibra total de la dieta (Hernández, 2010).

2.5.1. Composición química de la fibra

El 50 a 80 % de la materia seca de los forrajes está compuesta de carbohidratos los cuales son el depósito de energía fotosintética que tienen las plantas. Las características nutritivas de los forrajes son muy variables y dependen de la composición

de los azucares y el tipo de enlace que los une (Bach y Calsamiglia, 2006).

Celulosa

Es la que forma la estructura de la pared celular de las plantas y está conformada solamente por unidades de glucosa, es la molécula más abundante en la naturaleza. Tridimensionalmente está conformada por al menos 10000 unidades de glucosa con enlaces $\beta 1-4$ de glucopiranosa (Hernández, 2010).

La celulosa está formada por residuos lineales de glucosa que están unidos mediante los enlaces glucósidicos beta y tienen a formar cristales. Es una materia fibrosa, insoluble en agua y difícilmente es degradada por las enzimas. Solo un 43 % de la celulosa puede ser digerida por la flora bacteriana a nivel intestinal (Hernández, 2010).

Por lo general la celulosa esta combina con una cantidad variable de lignina, hemicelulosa, cutina y minerales formando la matriz estructural de la pared celular de las plantas. La disponibilidad nutricional de la celulosa es esencialmente insoluble y resiste externamente a la degradación enzimática. Se ha aceptado que la digestión de los forrajes esta sobre todo regulada por la cantidad de lignina que poseen estos (Knudsen, 2001).

Hemicelulosa

Esta parte de la pared celular de las plantas se relaciona con las gomas, que las encontramos en menos cantidad que la celulosa y su estructura química es de un tamaño menor en relación a la celulosa. En las gramíneas por lo general encontramos la mayoría de las hemicelulosas como xylanos con ramificaciones de arabinosa y ácidos glucurónicos. Los monogástricos suelen digerir con mayor facilidad la hemicelulosa a diferencia de los rumiantes que digieren más fácilmente la celulosa (Hernández, 2010).

La hemicelulosa engloba un conjunto de polisacáridos solubles en soluciones básicas y con capacidad de unirse a la celulosa a través de puentes de hidrogeno. Es una mezcla compleja y heterogénea de un buen número de polímeros de monosacáridos que incluyen a la glucosa, xilosa, manosa, arabinosa y galactosa (Bach y Calsamiglia, 2006).

Lignina

Es de composición fenólica con un elevado peso molecular. Le da rigidez a la estructura y limita la disponibilidad de carbohidratos estructurales para los microrganismos que son capaces de degradarlos (Hernández, 2010). Es un polímero compuesto de alcoholes de hidroxicinamil, ácidos fenólicos y compuestos no fenólicos que son totalmente indigestible en el tubo digestivo. La lignina actúa de manera negativa y directamente sobre la digestión total de un forraje. Así mismo tiene un efecto indirecto ya que impide f˜ısicamente que las bacterias accedan a las zonas degradables de la fibra (Bach y Calsamiglia, 2006).

Este efecto está más marcado sobre todo en gramíneas, a diferencia de las leguminosas, pues las gramíneas tienen mayor contenido de ácidos fenólicos. El contenido de lignina depende de la especie de forraje, siendo mayor en leguminosas que en gramíneas. además, el estado vegetativo del forraje tiene mucho que ver ya que a mayor madurez la concentración de lignina sube (Bach y Calsamiglia, 2006).

Azucares

Son monosacáridos y disacáridos que están contenidos en los alimentos. Muchos azucares en las plantas están unidos por enlaces glucosídicos formando así moléculas más complejas como disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los enlaces unen las moléculas de azúcar con otros componentes como fenoles, lípidos o alcaloides, ácidos nucleicos, péptido, etc. Las estructuras de mayor interés en nutrición animal

por su acción inhibitoria y toxicidad son los azucares unidos a fenoles, terpenos o alcaloides (Hernández, 2010).

Almidón

Es una macromolécula compuesta de dos polisacáridos, la amilosa (en proporción del 25 %) y la amilopectina (75 %). Es el glúcido de reserva de la mayoría de los vegetales. La degradación del almidón en rumiantes es realizada por bacterias amilolíticas y ciertos protozoos (Hernández, 2010). La degradación del almidón, está regulada por las amilasas secretadas por el páncreas y las glándulas salivales, estas son las encargadas de degradar los carbohidratos. De esta forma, los polisacáridos que se encuentran en el alimento, son degradados a glúcidos más simples con capacidad para atravesar la pared digestiva o ser absorbidos en el intestino (Bach y Calsamiglia, 2006).

Pectinas

Conformada por ácidos uronicos (ácido galacturónico, ramnosa). Las leguminosas los contienen en cantidades elevadas. Son el principal componente de la lámina media de la pared celular y constituyen el 30 % del peso seco de la pared celular primaria de células vegetales. Las pectinas también proporcionan superficies cargadas que regulan el pH y el balance iónico. Por ende, la implementación de pectinas en la alimentación de rumiantes se considera una práctica segura para aportar energía. Debido a la disponibilidad completa para la digestión, esta no ha tenido gran interés en su cuantificación. Generalmente las pectinas son degradadas por enzimas bacterianas extracelulares: exo y endopectatoliasas, pectano metil esterasa y poligalacturonidasas (Hernández, 2010).

2.5.2. Métodos de Medición de Fibra

Los métodos para el análisis total de fibra se dividen en dos grupos: métodos gravimétricos y enzimático químico. El método gravimétrico se fundamenta en pesar el residuo que queda después de una solubilización enzimática o química de los componentes que no corresponden a la fibra. Los métodos gravimétricos son sencillos y rápidos, ya que se limitan solo al cálculo de las fibras totales. Por lo contrario, los métodos enzimático químicos son más complejos y lentos por que proporcionan la cantidad de cada uno de los azucares neutros y ácidos, además se puede estimar por separado la lignina y añadirla a los azucares individuales dando como resultado el contenido de fibra total (Hernández, 2010).

Fibra cruda

Se denomina así a los residuos insolubles que después de una incubación en solución àcida, seguida por una alcalina. No han sido aún determinados. La extracción àcida elimina almidones, azucares, parte de la pectina y hemicelulosa de algunos alimentos. Así mismo la extracción básica elimina proteínas, resto de hemicelulosa y parte de la lignina. Por ende, la fibra bruta está integrada básicamente por celulosa adicionada de pequeñas cantidades de lignina y hemicelulosa. Sin embargo, el método empleado para determinar la fibra bruta tiene limitaciones al momento de solubilizar la lignina. Actualmente se han implementado nuevos métodos para el análisis de fibra, de esta manera proporciona mayor precisión a los investigadores que están inmersos en temas relacionados con la alimentación de rumiantes (Cruz y González, 2000).

Fibra neutro detergente (FND)

Hace referencia a residuos insolubles en solución detergente neutra y se compone de celulosa hemicelulosa y lignina. Aún que tan bien existe componentes en mínimas

cantidades como residuos de almidón cenizas y nitrógeno. Van Soest recomienda que para la determinación de (FND) se debe utilizar amilasas termoestables especificas (libres de actividad hemicelulasa, proteasa o glucanasa), esto sobre todo si evaluamos concentrados o ensilados de maíz, la proteasa es una encima que cataliza la digestión (Calsamiglia, 1997).

Fibra ácido detergente (FDA)

Es el material insoluble que queda en una solución detergente ácida, y está constituida fundamentalmente por celulosa y lignina, aunque muchas veces suelen existir otros componentes minoritarios como nitrógeno y/o minerales. Como en el caso de la FND, Van Soest en 1991 sugieren la corrección por el contenido en nitrógeno y cenizas. La diferencia entre FND y FAD consiste fundamentalmente en la hemicelulosa. Es necesario apuntar que la determinación secuencial de FAD y lignina permite un cálculo más preciso del contenido de celulosa y hemicelulosa, pero el método no secuencial es más adecuado para la determinación de cenizas ácidas insolubles, taninos y nitrógeno insoluble en FAD (Calsamiglia, 1997).

Fibra dietética

La fibra dietética es una mezcla muy compleja de polímeros de carbohidratos que están asociados con una cantidad variable de otros componentes que no son carbohidratos. La fibra dietética se encuentra predominantemente en las paredes celulares de las plantas y consiste en polisacáridos sin almidón, junto con lignina, proteína, ácidos grasos, ceras, etc. (Knudsen, 2001).

Históricamente, fue Hipsley en 1953 quien primero introdujo el termino de fibra dietética como un abreviado para constituyentes no digeribles que, ahora se sabe, constituyen la pared celular de la planta (Knudsen, 2001).

De esta manera la fibra dietética se la define como un conjunto heterogéneo de sustancias que se encuentran en los alimentos de origen vegetal, cuya principal caracter´ıstica diferencial es que no son digeridas en el intestino delgado, y como consecuencia llegan sin modificar al intestino grueso. Esta fibra dietética posee una porción soluble y otra insoluble (Oller, 2015).

La fibra dietética (FD) es capaz de hidratarse, absorber agua y retenerla, aumenta la viscosidad del medio en que se encuentra cuando se expone al agua. El aumento de su viscosidad depende de los polisacáridos contenidos en la FD (Oller, 2015).

a **La fibra dietética soluble:** Es posible encontrarla en el maíz, trigo y en algunos cítricos. Esta afecta la motilidad intestinal y retrasa el flujo de la digestión (ralentiza), sin beneficio alguno en la digestión y absorción de nutrientes. La fibra dietética soluble tiene capacidad de absorber agua, y tiene influencia negativa sobre el vaciado gástrico, favoreciendo la fermentación de algunas porciones de carbohidratos y prote´ınas, pudiendo generar efectos positivos y negativos dependiendo del efecto sobre el valor del pH intestinal (Torero, 2017).

b **En el caso de la fibra dietética insoluble:** Es fácil encontrarla en harinas integrales, follajes de leguminosas y gram´ıneas. Inversamente a lo que ocurre con la porción soluble, esta reduce el tiempo de tránsito de los alimentos a nivel intestinal, al igual que la soluble absorbe agua y la retiene, pero por el tamaño de las cadenas, gana peso y tiende a instalarse hacia el fondo del intestino, generando una estimulación física que favorece el peristaltismo y limita los procesos digestivos. Este detalle acelera el vaciado gástrico e intestinal (Torero, 2017).

2.5.3. Procesos de Digestibilidad de la Fibra

Los cuyes tienen una eficiente utilización de la fibra principalmente por la digestión microbiana realizada a nivel del ciego y colon, produciendo ácidos grasos volátiles que pueden satisfacer parte de sus requerimientos de energía. Este componente tiene importancia en la composición de las dietas, no solo por la habilidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes; ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (Chauca, 1997).

La fibra limita el consumo voluntario y además incrementa las secreciones digestivas debido al aumento de volumen de la misma dado que absorbe agua a nivel intestinal. Esta capacidad de retener agua genera una pérdida de rendimiento al gancho, dado que obliga a un crecimiento del intestino (Torero, 2017).

El aporte de fibra está dado por el consumo de los forrajes. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje no menor de 18 % (Chauca, 1997).

Cecotrofía

El cuy es un animal que realiza cecotrofía, ya que produce dos tipos de heces, una rica en nitrógeno que es reutilizada (cecótrofo) y otra que es eliminada como heces duras (Soria, 2014). Los cobayos toman las heces y las ingieren nuevamente pasando al estómago e inicia un segundo ciclo de digestión que se realiza generalmente durante la noche.

Este proceso constituye una de las características esenciales de la digestión del cuy. Este doble proceso de digestión tiene una singular importancia para el aprovechamiento de azufre. Las heces que ingiere el cuy actúan notablemente como suplemento alimenticio (Soria, 2014).

Una vez que la digesta ha pasado por el intestino delgado absorbiéndose la mayor parte de nutrientes, esta llega al ciego (órgano colonizado por microorganismos capaces de degradar la fibra del alimento) donde la fibra es separada mecánicamente según su tamaño por el peristaltismo (movimiento) en el ciego para solamente degradarse la fibra corta (<0,3mm.), mientras que la fibra larga (<0,3mm) es expulsada (López, 2013).

Seguidamente ocurren movimientos hacia adelante y hacia atrás que hacen que las partículas largas de fibra continúen su camino hasta el colon y finalmente se expulsen, mientras que las partículas cortas de fibra se retendrán en las paredes del ciego junto con el agua y se fermentarán (López, 2013).

Las partículas largas de fibra que se excretan mayormente en la noche y son lo que nosotros conocemos claramente como heces verdaderas, técnicamente se le llaman heces duras. Son muy secas, con mucha fibra, poca proteína y redondas. Estas el conejo no las come, pues claro siempre las vemos en el piso de la jaula. Por otro lado, está ese alimento fermentado que se retuvo en el ciego. Cuando está en este órgano se le llama contenido cecal, su fermentación se da durante toda la noche, cosa que en la mañana es expulsado por el ano. En este momento ya se le conoce como cecótrofo y el conejo lo consume directamente desde el ano antes de que caiga al suelo. Al cecótrofo también se le conoce como heces blandas (López, 2013).

2.6 LA ALFALFA COMO FUENTE DE ALIMENTO EN COBAYOS

2.6.1. Alfalfa *(Medicago sativa)*

Es una planta herbácea de porte erecto, originaria de Asia Menor y del sur del Cáucaso. Posee un sistema radicular pivotante, que puede llegar hasta los 9 metros de profundidad. Los tallos parten de una corona leñosa, que después del parto da lugar a los nuevos brotes. La inflorescencia consiste en un racimo que contiene entre 5 y 30 flores de color azul, violáceo o, más raramente, blanco. Las legumbres presentan una apariencia retorcida, con entre 1 y 5 vueltas en espiral, contienen varias semillas de forma arriñonada. La tasa de fecundación cruzada está en torno al 80 o 90 %; la planta necesita el concurso de insectos para la polinización (Sandoval, 2013).

Varias de las variedades se adaptan muy bien a las condiciones de la Sierra Central, llegando a producir altos rendimientos de materia seca que pueden variar entre 13-20 Toneladas por hectárea al año en siete cortes anuales, incluyendo a los meses de bajas temperaturas (Quintana, 2009).

Figura 2: Alfafa (Sandoval, 2013)

Una diferencia de las gramíneas, en comparación a la alfalfa es que no posee grandes cantidades de polisacáridos de reserva en forma de pentosas, pero contiene pequeñas cantidades de almidón y relativamente grandes de pectina. El contenido

en proteínas es alto, pudiendo llegar a más del 20 % cuando la planta es cortada al principio de la floración (Quintana, 2009).

Tabla 3: Composición Química de la Alfalfa

Parámetro	Digestibilidad (%) MS
Proteína cruda	63,0
Fibra cruda	41,0
Nutrientes digestibles totales	59,9

Fuente: (Quintana, 2009)

3. METODOLOGÍA

3.1 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.1. Materiales

Materiales de campo

- 160 cuyes
- Comederos
- Bebederos
- Botas
- Alimento (balanceado)
- Posas para cuyes
- Desinfectante
- Viruta
- Pleibo
- Overol
- Guantes

Materiales de Laboratorio

- Balanza graduada en gramos
- Cajas Petri
- Cajas de muestras
- Bisturí
- Cinta métrica
- Peachímetro

Materiales de Oficina

- Computador
- Impresora
- Cámara digital
- Calculadora
- Papelería (Cuaderno de registro, lápiz, esfero, borrador, etc.)

3.1.2. MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

- **Mapa**

Figura 3: Ubicación de la Granja de cuyes San Ignacio Google Maps (2018)

- **Laboratorio Bromatológico de la Universidad Nacional de Loja**

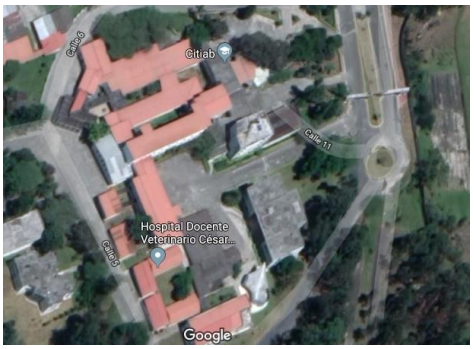

Figura 4: Laboratorio de Bromatológico de la UNL Google Maps (2018)

3.1.3. Ubicación

Ubicación de la Granja San Ignacio

El trabajo de campo con los tratamientos de fibra cruda en cuyes tipo 1^{A} *(Cavia porcellus)*, se llevó a cabo en el cantón Gonzanamá, perteneciente a la provincia de Loja la cual limita al norte con el cantón Catamayo, al sur con los cantones Calvas y Quilanga, al este con los cantones Catamayo y Loja y al oeste con los cantones Paltas y Calvas; las instalaciones donde se realizó el trabajo de campo están localizadas en la

parroquia Purunuma en la Granja de cuyes San Ignacio con coordenadas -4,208106, -79,364114; este lugar cuenta con las siguientes características meteorológicas:

- **Altitud:** 2 500 m.s.n.m.
- **Temperatura:** oscila de 12 a 21°C con un promedio de 13,5 ^{o}C
- **Precipitaciones:** 1022 mm anuales.
- **Humedad relativa:** media de aproximadamente el 70 %
- **Formación Ecológica:** Cálido-templado

3.1.4. Descripción y adecuación de las instalaciones

Desinfección del galpón

La desinfección del galpón se realizó 15 días antes de empezar el experimento, se inició con una limpieza general seca utilizando lanza llamas, para continuar con la limpieza húmeda que incluyo la desinfección con productos a base de amonio cuaternario y detergente en polvo para la limpieza de la instalación interna. La desinfección del material de cama y tamo de arroz se hizo con amonio cuaternario usando fumigadora de espalda.

Preparación del galpón

El galpón en el que se realizó investigación tiene un área de 120 m^2 el cual nos permitió trabajar con los 160 cuyes. Para la división de las pozas se utilizó listones de madera y malla ojo de pollo, el área aproximada de cada repetición fue de 1m largo x 1m ancho x 0, 70 m de altura. El material que se ocupó como cama fue el tamo de arroz, la misma que debe tener un espesor de 10 a 15 cm. Para colocar los comederos de los cuyes procedimos hacer una depresión de la cama en el lugar donde se colocó

estos. Además, dos horas entes de que ingresen los cuyes se colocó los bebederos con el agua de bebida.

Recepción de los cuyes

Los cuyes fueron pesados en grupos de 10 animales, además los examinamos para descartar cualquier anomalía anatómica, seguidamente procedimos a colocarlos en cada unidad experimental de forma aleatoria.

3.1.5. Tamaño de la Muestra

Se trabajo con 160 cuyes Perú tipo 1^A (50 %machos y 50 %hembras); distribuidos en 4 tratamientos, para lo cual tuvimos en cada tratamiento, 4 unidades experimentales conformadas cada una por 10 animales. Los cuyes fueron del tipo 1^A de 20 días de edad. Las unidades experimentales se identificaron del 1 al 16. Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n \leq s^2.t^2,2/d^2$$

En donde:

s= desviación estándar.

t= valor fijo dado para una determinada probabilidad y grados de libertad.

d= diferencias entre medias que deseamos detectar a una probabilidad determinada.

Por tanto, se estableció un n de 40 cuyes para estudiar los parámetros productivos y digestivos. Señalando que esto es cuando cada animal es una unidad experimental. En nuestro caso para evitar la variabilidad individual se estableció que cada unidad experimental estará conformada de 10 animales.

3.1.6. Descripción de los tratamientos

Las dietas del proyecto que se formuló son isoenergeticas e isoproteicas, elaboradas con el 16 % de prote´ına y 2800 de Energía Digestible (kcal/kg). Cada tratamiento se aplicó desde los 15 hasta los 64 días de edad de los cuyes. Durante todo el periodo de experimentación los animales recibieron los tratamientos que les corresponde a libitum.

Tratamiento 1

El tratamiento 1 se formuló con 8,5 % FC, el cual consistió en alimentar a los animales (machos) a libitum, durante los 49 días que duro el trabajo de campo.

Tratamiento 2

El tratamiento 2 se formuló con 8,5 % FC, el cual consistió en alimentar a los animales (hembras) a libitum, durante los 49 días que duro el trabajo de campo.

Tratamiento 3

El tratamiento 3 fue ajustado con 9,1 % FC, el cual se lo administro a los animales (machos) a libitum, durante los 49 d´ıas que duro el trabajo de campo.

Tratamiento 4

El tratamiento 4 fue ajustado con 9,1 % FC, el cual se lo administro a los animales (hembras) a libitum, durante los 49 días que duro el trabajo de campo.

3.1.7. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2 x 2. El sexo por ración y los tratamientos se asignaron al azar dentro de cada sexo. Como observamos en la Tabla 4 y Figura 5.

Tabla 4: Arreglo factorial 2 x 2

SEXO	NIVELES	TRATAMIENTOS	REPETICIONES
Hembras	8,5 % FC	Hembras 1 ración 1	4 (10 animales)
	9,1 % FC	Hembras 1 ración 2	4 (10 animales)
Machos	8,5 % FC	Machos 1 ración 1	4 (10 animales)
	9,1 % FC	Machos 1 ración 2	4 (10 animales)

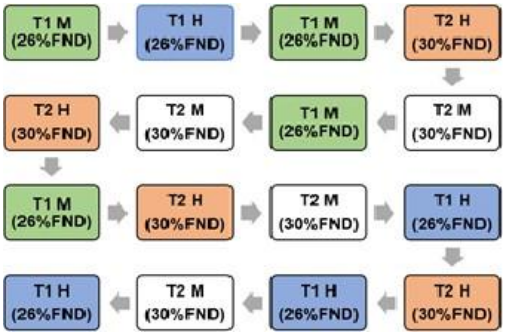

Figura 5: Distribución de las 16 unidades experimentales

3.1.8. Fase de Laboratorio

Luego de culminar la fase de campo procedimos a realizar los trabajos de laboratorio que consistió en el sacrificio de un animal por unidad experimental y se tomó los respectivos datos digestivos. En el laboratorio de bromatología realizamos el análisis bromatológico de las dietas aplicadas

3.1.9. Composición de las dietas administradas en los tratamientos

Realizada la distribución de tratamientos y repeticiones, se procedió a elaborar las dietas. En la Tabla 5 se detalla cada uno de los insumos, y el porcentaje que se utilizó en la realización de las dietas. Los ingredientes fueron los mismos en los dos casos.

Tabla 5: Ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas 8,5 % FC Y 9,1 % FC, para la etapa de crecimiento y engorde

	Dietas Experimentales	
	8,5 % FC	9,1 % FC
Ingredientes		
Afrecho de trigo (Cema)	28,0	28,0
Harina de trigo	31,4	28,6
Alfarina	26,1	36,0
Soya	6,71	3,91
Aceite de palma	5,65	10,8
Malaza	1,00	1,00
Sal	0,29	0,29
L-Lisina-HCL	0,44	0,50
DL-Metionina	0,13	0,13
Premezcla[1]	0,50	0,50
Carbonato de calcio	1,31	0,93
Atrapador	0,10	0,10
Análisis bromatológico		
Grasa	1,81	1,13
Fibra	8,50	9,10
Ceniza	7,84	10,3
Humedad	88,5	88,8

[1]Vitamina A1 12000000 UI, Vitamina D3 2400000 UI, Vitamina E 15000 UI, Vitamina K3 2500 mg, Vitamina B1 3000 mg, Vitamina B2 8000 m, Vitamina B6 3500 mg, Vitamina B12 15 mg, Niacina 35000 mg, Biotina 75 mg, Acido Pantoténico 12000mg, Ac. Fólico 1000 mg, Cloruro de Colina 1000 mg, Antioxidante 2000 mg, Manganeso 75000 mg, Zinc 50000 mg, Hierro30000 mg, Cobre 5000 mg, Yodo 5000 mg, Cobalto 200 mg, Selenio 250 mg, Atrapador de Toxinas 2000 g,m, Antimicótico 5000 mg, Antioxidante 125 g, Promotor de Crecimiento 40 g, Anticoccidial 500 g, Metionina 1500 g, Lisina 350 g, Treonina 100 g, Enzimas 50 g, Excipientes c.s.p. 10000g.

3.1.10. Variables en Estudio

Parámetros productivos

- Peso vivo (g)
- Consumo medio diario (g)
- Ganancia media diaria (g)
- Eficiencia alimenticia (g/g)
- Mortalidad (%)

Parámetros digestivos

a) Pesos en gramos y medidas absolutas y relativas de órganos digestivos

- Estómago
- Intestino Delgado
- Intestino Grueso
- Ciegos

b) pH de órganos digestivos

- Estómago
- Ciegos

Relación entre parámetros productivos y digestivos

Se elaboró cuadros de correlaciones entre los parámetros productivos, digestivos y la composición bromatológica de la ración alimenticia.

Peso vivo

Se tomó el peso final de los animales existentes en cada unidad experimental, y se procedió a sacar un promedio por cada uno de los tratamientos.

Ganancia media diaria

Se pesó los animales al inicio de cada semana y al final de la misma, luego realizamos una resta y ese valor se lo dividió para siete, que son los días de la semana.

Ganancia Media Diaria = Peso Final – Peso Inicial / 7 días

Consumo medio diario

El consumo medio diario se lo obtuvo semanalmente, para esto se pesó la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de alimento sobrante, luego realizamos una resta: el alimento ofrecido menos el alimento sobrante y dividimos para los siete días de la semana y tenemos el consumo medio diario.

Consumo Medio Diario = Alimento Ofrecido – Alimento sobrante

Eficiencia alimenticia

Se la obtuvo calculando la relación entre ganancia de peso y consumo de alimento.

Eficiencia Alimenticia = Ganancia De Peso / Consumo De Alimento

Mortalidad

La mortalidad se la registro diariamente y luego se sacó porcentaje de acuerdo al tratamiento.

Parámetros digestivos

Se tomó los pesos, medidas y pH de órganos del tracto digestivo como: estómago y ciegos. Estos datos se los tomo al final del periodo de experimentación, se sacrificó un animal por unidad experimental.

3.1.11. Análisis estadístico

Los parámetros productivos como: peso final se analizó a través de un modelo de medidas repetidas, utilizando el procedimiento MIXED del programa estad´ıstico SAS (SAS University Edition 2016). La mortalidad se evaluó a través del procedimiento GENMOD del programa estadístico SAS, considerándola una variable binomial. Para analizar los resultados de los parámetros digestivos se realizó un análisis de varianza a través del procedimiento GLM del programa SAS, en el que se incluyó como efecto principal el tratamiento y el sexo. Después se comparó las medias a través del t-test. Las probabilidades menores a 0,05 se consideraron como significativas.

4. RESULTADOS

4.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.1.1. Peso Vivo

En la tabla Tabla 6, Figura 6 y 7 se muestran los resultados de los pesos semanales por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra por sexo.

Como nos muestra la Tabla 6, en la semana 4 de edad de la interacción nivel x sexo no se observó diferencias en los pesos (P = 0,44), obteniendo de media 363 g. En la semana 5 de edad no se evidenció diferencias en los pesos de los animales (P = 0,26), en ninguno de los tratamientos, obteniendo una media de 427 g. Para la sexta semana (P = 0,17), séptima (P = 0,21) y octava (P = 0,13) semana de edad, no se mostró diferencias en los pesos en ninguno de los tratamientos, teniendo como media 425 g, 476 g, 555 g para la semana 6, 7 y 8 respectivamente. En la novena semana se muestra que los animales del tratamiento machos y hembras con 8,5 % FC disminuyeron de peso (P = 0,03), con respecto a los animales de la dieta de 9,1 % FC. Finalmente, en la décima semana se registró que los animales de las dietas con 8,5 % FC machos y hembras tuvieron menos peso (P = 0,01), como se visualiza en la Figura 6 y 7 en comparación a los animales machos y hembras de la dieta con 9,1 % FC.

Tabla 6: Análisis del peso vivo de cada semana por tratamiento con el error estándar y P. Valor

Variables	**Edad, semanas**							
	3	4	5	6	7	8	9	10
Nivel de fibra								
8,5 % FC	297	357	418	408	414	463	537	630
9,1 % FC	290	370	440	410	440	490	570	670
Sexo								
Machos	290	362	423	394	423	472	556	657
Hembras	300	366	432	424	428	480	555	647
Nivel x sexo								
Machos – 8,5 FC	288	351	408	394	411	455	534 [b]	630 [b]
Hembras – 8,5 FC	307	364	427	422	418	471	541 [ab]	630 [b]
Machos – 9,1 FC	291	373	437	394	435	490	578 [a]	684 [a]
Hembras – 9,1 FC	293	367	436	425	437	488	569 [ab]	665 [ab]
Error Estandar de la media								
Nivel de Fibra	16,8	16,8	16,8	16,8	17,3	17,3	17,3	17,3
Sexo	21,5	21,5	21,5	21,5	21,4	21,4	21,4	21,4
Nivel x Sexo	36,3	36,3	36,3	36,3	36,2	36,2	30,6	36,2
P-valor								
Nivel de Fibra	0,72	0,44	0,26	0,91	0,21	0,13	0,03	0,01
Sexo	0,63	0,86	0,67	0,17	0,83	0,73	0,96	0,64
Nivel x Sexo	0,59	0,71	0,60	0,39	0,52	0,56	0,25	0,09

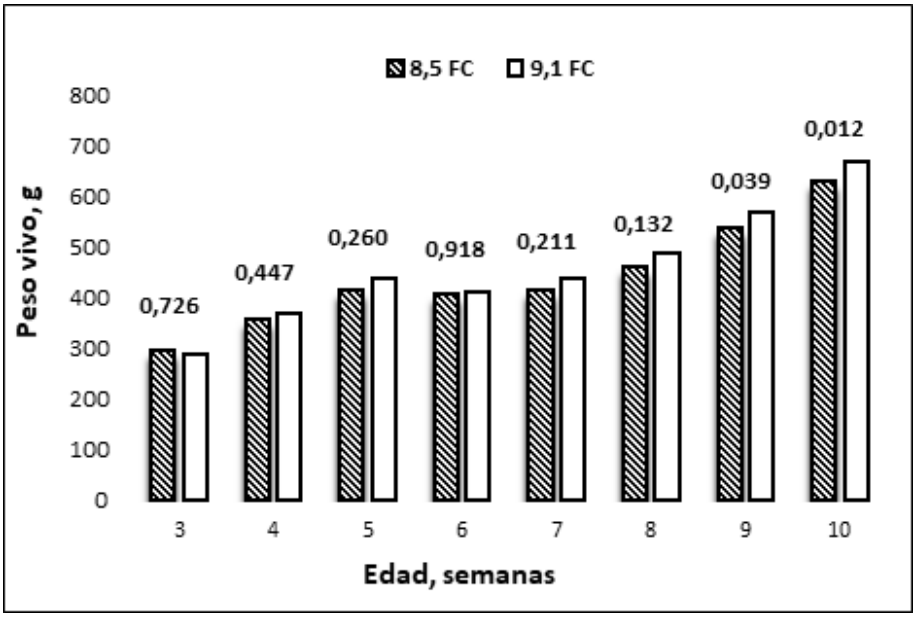

Figura 6: Efecto del nivel de fibra en el peso vivo de cuyes en cebo

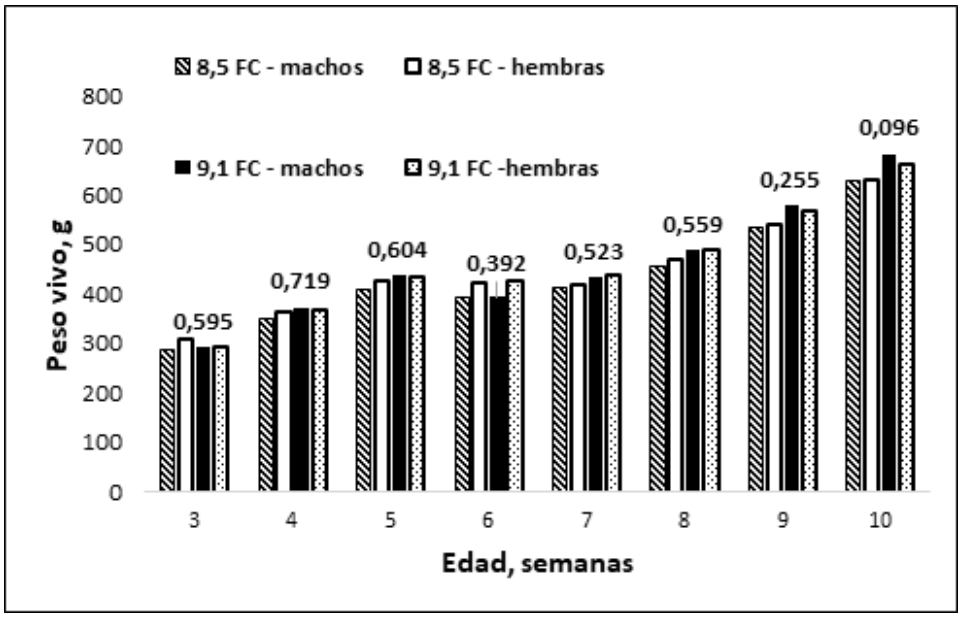

Figura 7: Efecto del nivel de fibra y el sexo en el peso vivo de cuyes en cebo

4.1.2. Ganancia Media Diaria

En la Tabla 7 se describen los resultados semanales de la ganancia media diaria por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra por sexo.

La Tabla 7 nos indica la ganancia media diaria que los animales registraron, así se pudo observar que los machos de 8,5 % FC y 9,1 % FC, llegaron a ganar en la semana 10 de edad 15,3 g/día y 14,4 g/día respectivamente, frente a las hembras con 8,5 % FC y 9,1 % FC que alcanzaron 12,6 g, y 13,6 g/día, para cada uno de los tratamientos.

Tabla 7: Análisis de la ganancia media diaria de cada semana por tratamiento

Variables	Edad, Semanas						
	4	5	6	7	8	9	10
Nivel de fibra							
8,5 % FC	9,89	8,61	-3,43	3,19	7,59	11,2	13,9
9,1 % FC	9,82	8,74	-1,83	2,11	7,09	11,6	14,0
Sexo							
Machos	10,3	8,86	-4,32	4,42	7,18	12,0	14,8
Hembras	9,37	10,6	-1,16	0,56	7,45	10,7	13,1
Nivel de fibra x sexo							
Machos – 8,5 FC	11.7	8,20	-6,13	0,70	7,54	12,4	15,3
Hembras – 8,5 FC	8,07	9,02	-0,73	-0,62	7,64	9,99	12,6
Machos – 9,1 FC	8,96	9,21	-2,06	2,48	6,91	11,7	14,4
Hembras – 9,1 FC	10,6	8,28	-1,61	1,74	7,27	11,5	13,6

4.1.3. Consumo Medio Diario

En la Tabla 8 se resumen los resultados semanales del consumo medio diario por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra por sexo.

En la Tabla 8, se muestra el consumo diario de alimento en las 4 repeticiones que

se realizó, así tenemos que en la semana 10 el consumo de alimento para la dieta de machos con 8,5 % FC, fue mayor al resto con 27,8 g, así mismo las hembras de 8,5 % FC, consumieron 26,3 g, en los machos de 9,1 % FC, el consumo llego a 28,4 g, finalmente las hembras de 9,1 % FC consumieron 26,9 g.

Tabla 8: Análisis del consumo medio diarios de cada semana por tratamiento

Variables	**Edad, semanas**						
	4	5	6	7	8	9	10
Nivel de fibra							
8,5 % FC	26,0	26,9	22,7	25,0	24,7	25,1	27,1
9,1 % FC	26,6	27,4	23,5	25,8	25,1	26,1	27,7
Sexo							
Machos	27,2	27,6	23,7	26,0	25,2	25,7	28,1
Hembras	25,3	26,8	22,5	24,8	24,6	25,6	26,6
Nivel de fibra x sexo							
Machos - 8,5 % FC	27,0	27,3	23,5	25,7	25,1	24,9	27,8
Hembras - 8,5 % FC	25,0	26,5	22,0	24,3	24,3	25,3	26,3
Machos - 9,1 % FC	27,5	27,7	24,0	26,3	25,3	26,3	28,4
Hembras - 9,1 % FC	25,7	27,0	23,0	25,3	24,9	25,8	26,9

4.1.4. Eficiencia Alimenticia

En la Tabla 9 se muestran los resultados semanales de la eficiencia alimenticia por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra por sexo.

En la eficiencia alimenticia como demuestra la Tabla 9 se observa que, en la semana 10 de edad, se registró para machos y hembras del grupo de 8,5 % FC, una eficiencia alimenticia de 1,81 g y 2,09 g respectivamente. Por otra parte, los animales de la dieta de 9,1 % FC, tanto machos y hembras llegaron a una eficiencia alimenticia de 1,98 g y 1,97 g.

Tabla 9: Análisis de la eficiencia alimenticia de cada semana por tratamiento

Variables	**Edad, semana**						
	4	5	6	7	8	9	10
Nivel de fibra							
8,5 % FC	2,70	3,25	-6,71	11,0	3,44	2,27	1,95
9,1 % FC	2,74	3,15	-19,6	14,0	3,59	2,25	1,97
Sexo							
Machos	2,69	3,13	-9,55	8,52	3,5	2,15	1,91
Hembras	2,75	3,03	-16,7	18,0	3,4	2,39	2,03
Nivel de fibra x sexo							
Machos - 8,5 % FC	2,30	3,33	-6,79	5,46	3,34	2,01	1,81
Hembras - 8,5 % FC	3,10	3,17	-6,63	16,6	3,55	2,53	2,09
Machos - 9,1 % FC	3,07	3,04	-12,3	8,53	3,76	2,25	1,98
Hembras - 9,1 % FC	2,41	3,26	-26,9	19,5	3,43	2,24	1,97

4.1.5. Mortalidad

En la Tabla 10 se describen los resultados semanales de mortalidad por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra por sexo.

En la Tabla 10 se muestran los resultados de mortalidad de esta mera se observó que el mayor porcentaje de animales muertos se presentó en machos de 8,5 % FC, que llego a una mortalidad de 60 %, así mismo los machos de 9,1 % FC, llegaron a una mortalidad de 50 %, el grupo de hembras de 9,1 % FC, mostr+o una mortalidad de 42,5 %. finalmente, la mortalidad más baja se dio en el grupo de hembras de 8,5 % FC, que llego a 17,5 %, existiendo una interacción de sexo (P = 0,0004) y de nivel x sexo (P = 0,0002). Como se puede apreciar en la Figura 8.

Tabla 10: Análisis del porcentaje de mortalidad por tratamiento

Variables	Porcentaje
Nivel de fibra	
8,5 % FC	38,7
9,1 % FC	46,2
Sexo	
Machos	55,0
Hembras	30,0
Nivel de fibra por sexo	
Machos 8,5 % FC	60,0
Hembras 8,5 % FC	17,5
Machos 9,1 % FC	50,0
Hembras 9,1 % FC	42,5
P valor	
Nivel de fibra	0,29
Sexo	0,0004
Nivel x Sexo	0,0002

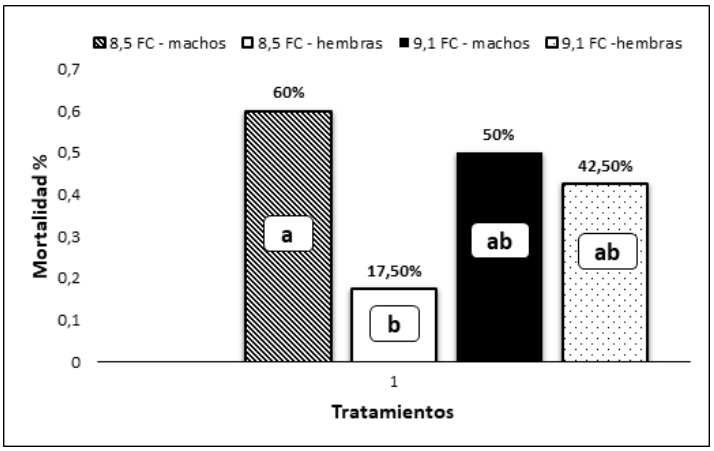

Figura 8: Mortalidad acumulada de cada tratamiento

4.2 PARÁMETROS DIGESTIVOS

4.2.1. Pesos y Medidas Relativas Digestivos

En la Tabla 11, Figura 9 y 10 se describen los pesos absolutos y medidas relativas de órganos digestivos por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra por sexo.

Para los parámetros digestivos analizados en el proyecto la Tabla 11 muestra los siguientes resultados, en lo que es el peso total del tracto digestivo no se encontró diferencias en ninguna de las repeticiones (P = 0,98), teniendo un promedio de 133 g de la misma manera no se evidenció diferencia en los pesos de estómago (P = 0,75), intestino delgado (P = 0,47), intestino grueso (P = 0,62) y ciegos (P = 0,66), en ninguna de las comparaciones, teniendo un promedio de 26,5 g, 24,5 g, 30,6 g y 52,4 g respectivamente para cada uno de los órganos como se evidencia en la Figura 9. En el peso relativos no hubo diferencias en tracto digestivo (P = 0,16), estómago (P = 0,25), intestino delgado (P = 0,93), intestino grueso (P = 0,82) y ciegos (P = 0,26), teniendo un promedio de 17,2 %, 3,43 %, 3,13 %, 3,96 % y 6,79 %, de cada uno de los órganos antes citados como lo graficamos en la Figura 10.

Tabla 11: Análisis de pesos, medidas absolutas, medidas relativas y ph de órganos digestivos con el error estándar y P. Valor

Variables	Niveles de fibra			Sexo			Niveles x Sexo					P valor		
Pesos absolutos	**8.5 % FC**	**9.1 % FC**	**EE**	**Hembras**	**Machos**	**EE**	**Hembras - 8.5 % FC**	**Hembras - 9.1 % FC**	**Machos - 8.5 % FC**	**Machos - 9.1 % FC**	EE	**Nivel**	**Sexo**	**Nivel x Sexo**
T. Digestivo	137	128	5,83	130	135	5,83	134	126	140	131	8,81	0,31	0,51	0,98
Estomago	26,2	26,8	2,59	25,3	27,7	2,59	24,5	26,2	28,0	27,5	3,91	0,86	0,51	0,75
I. Delgado	25,4	23,6	2,41	23,3	25,6	2,41	25,5	21,2	25,3	26,0	3,65	0,59	0,50	0,47
I. Grueso	33,08	28,2	3,14	32,0	29,3	3,14	35,5	28,5	30,6	28,0	4,75	0,28	0,54	0,62
Ciego	53,8	51,0	1,92	51,0	53,8	1,92	53,0	49,0	54,6	53,0	2,90	0,30	0,30	0,66
Pesos relativos % Pv														
T. Digestivo	17,7	16,7	0,82	18,2	16,2	0,82	17,9	18,6	17,5	14,89	1,24	0,40	0,09	0,16
Estomago	3,39	3,47	0,31	3,57	3,29	0,31	3,27	3,86	3,52	3,07	0,48	0,86	0,54	0,25
I. Delgado	3,26	3,01	0,23	3,25	3,03	0,23	3,36	3,13	3,17	2,89	0,35	0,44	0,50	0,93
I. Grueso	4,24	3,68	0,38	4,44	3,48	0,38	4,66	4,22	3,82	3,14	0,57	0,30	0,09	0,82
Ciego	6,97	6,61	0,30	7,15	6,43	0,30	7,08	7,21	6,85	6,02	0,45	0,40	0,1	0,26
Medidas del tracto digestivo (m)														
I. Delgado	2,31	2,22	0,06	2,22	2,30	0,06	2,31	2,14	2,31	2,30	0,10	0,33	0,41	0,38
I. Grueso	1,21	1,12	0,06	1,16	1,18	0,06	1,19	1,12	1,24	1,12	0,09	0,31	0,78	0,76
pH														
Estomago	1,69	1,62	0,06	1,69	1,62	0,06	1,73	1,65	1,66	1,58	0,10	0,42	0,49	0,99
Ciego	6,86	6,62	0,13	6,78	6,70	0,13	7,04	6,52	6,68	6,72	0,20	0,23	0,67	0,16

EE: Desviación estándar del error

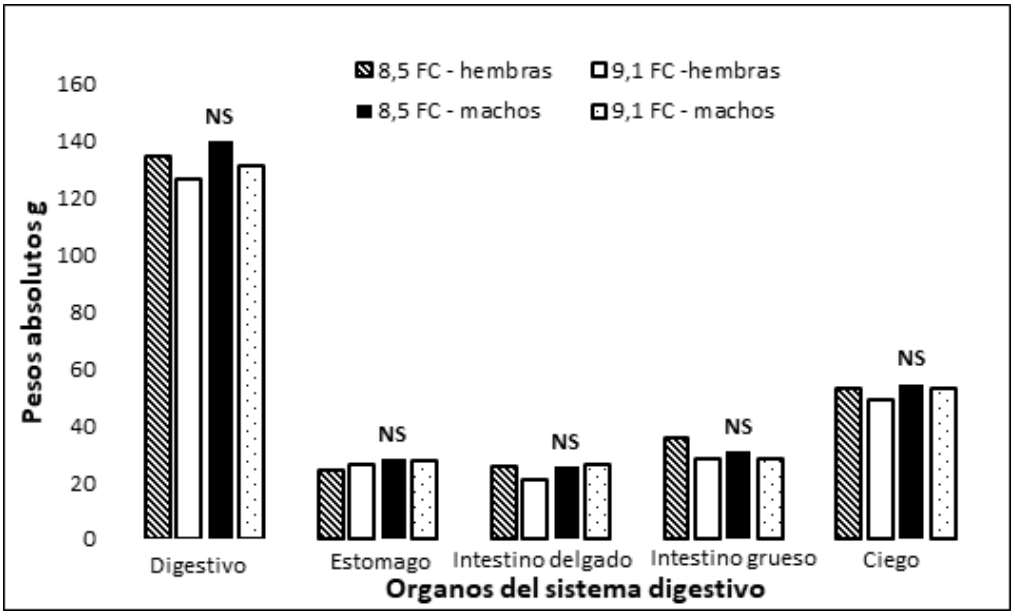

Figura 9: Pesos absolutos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de Fibra x sexo tomados a los 64 d´ıas de edad

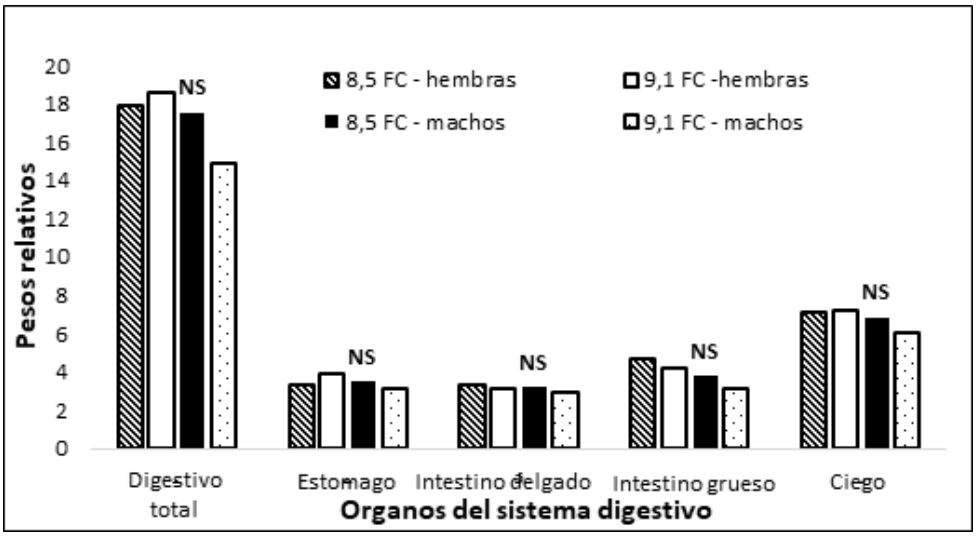

Figura 10: Pesos relativos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra tomados a los 64 d´ıas de edad

4.2.2. Medidas de los órganos digestivos

En la Tabla 11, Figura 11 y 12 se describen las medidas de órganos digestivos (Intestino delgado e Intestino grueso) por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra por sexo.

Como se puede observar en la tabla Tabla 11 las medidas de intestino delgado (P = 0,38) e intestino grueso (P = 0,76), no presentaron diferencias en ningun tratamiento, registrando una media de 2,26 m para intestino delgado y 1,16m para intestino grueso.

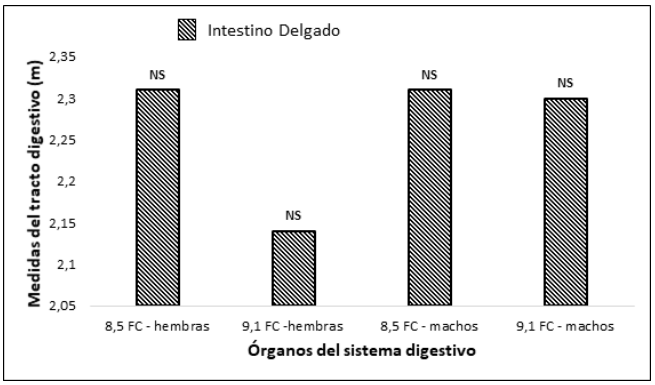

Figura 11: Medidas del sistema digestivo (Intestino delgado) tomados a los 64 días de edad

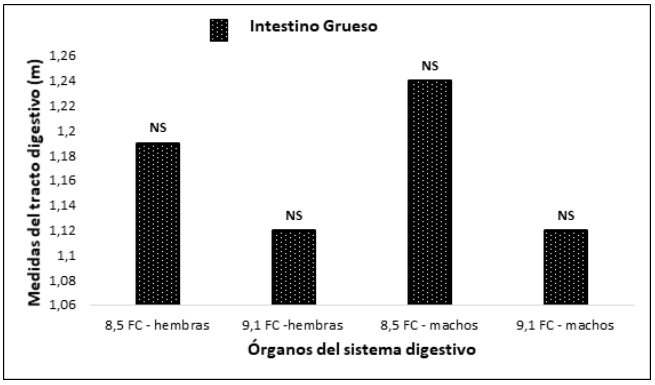

Figura 12: Medidas del sistema digestivo (Intestino grueso) tomados a los 64 días de edad

4.2.3. pH

En la Tabla 11, Figura 13 y 14 se describe el pH de órganos digestivos (estómago y ciego) por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra por sexo.

El pH de estómago (P = 0,99) y ciegos (P = 0,16) que se tomo datos, al igual que los pesos y medidas no registro diferencias en ninguna de las repeticiones que se realizó, teniendo una media de pH de 1,65 y 6,74 para estómago y ciegos respectivamente.

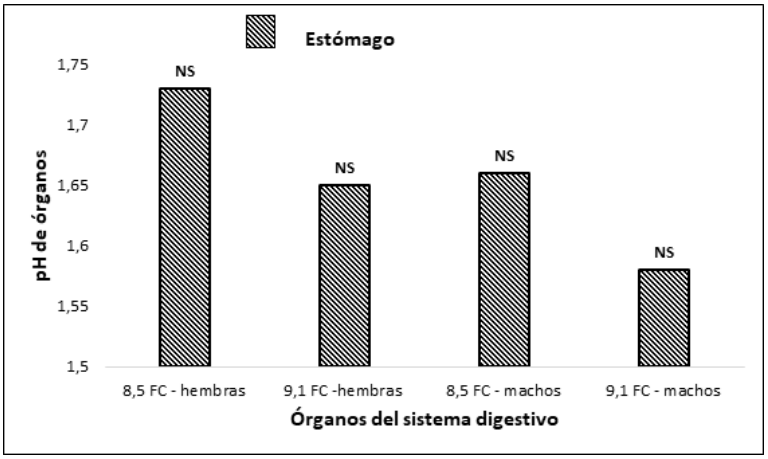

Figura 13: pH del estómago, tomados a los 64 días de edad

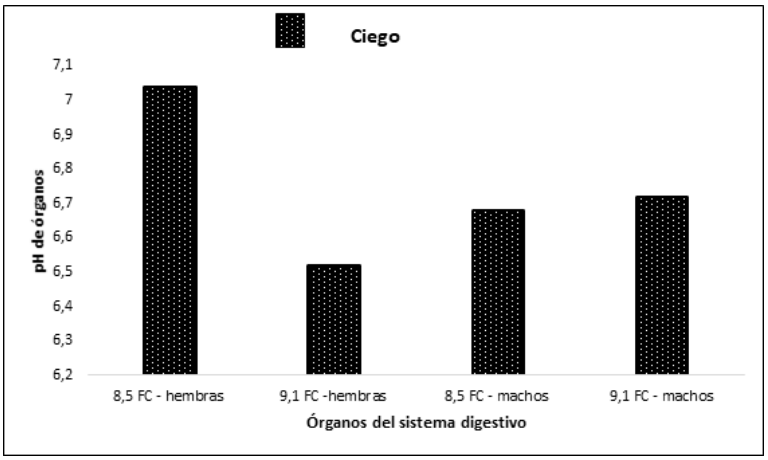

Figura 14: pH del ciego, tomados a los 64 días de edad

4.3 CORRELACIÓN

4.3.1. Relación de las dietas con parámetros productivos y digestivos

En la Tabla 12 se visualiza la correlación de las dietas con los parámetros productivos y digestivos.

Como se visualiza en la Tabla 12, que analiza la variable de correlación se pu- do determinar correlaciones significativas (P = 0,001), entre los pesos de: intestino delgado, intestino grueso y ciegos, con el peso total del tracto digestivo, el peso los ciegos (P = 0,05), con el peso del intestino delgado, el pH de los ciegos (P = 0,04), con el peso del estómago, la mortalidad (P = 0,03), se correlaciona con el porcentaje de fibra, grasa, cenizas y materia seca.

Tabla 12: Relación del valor bromatológico de las dietas con los parámetros productivos y digestivos de los cuyes

Peso Final	Peso Final	P. T. Digestivo	P. I. Delgado	P. I. Grueso	P. Estomago	P. Ciegos	Ciego pH	Estomago pH	Mortalidad
P. T.Digestivo	1 -0,33	1							
P. I. Delgado	-0,24	**0,74**	1						
P. I. Grueso	-0,04	**0,75**	0,65	1					
P. Estomago	-0,35	0,61	0,49	0,13	1				
P. Ciegos	-0,45	**0,64**	**0,50**	0,29	0,41	1			
Ciegos pH	0,01	-0,08	0,24	0,18	**-0,53**	0,16	1		
Estomago pH	-0,04	0,19	0,09	0,20	0,03	0,38	-0,008	1	
Mortalidad	-0,21	-0,02	-0,06	-0,31	0,13	-0,01	-0,36	-0,16	1
Fibra	0,18	-0,24	-0,08	-0,29	0,10	-0,32	-0,35	-0,27	**0,54**
Grasa	-0,18	0,24	0,08	0,29	-0,10	0,32	0,35	0,27	**-0,54**
Cenizas	0,18	-0,24	-0,08	-0,29	0,10	-0,32	-0,35	-0,27	**0,54**
Materia Seca	0,18	-0,24	-0,29	-0,29	0,10	-0,32	-0,35	-0,27	**0,54**

Los valores en negrita son significativos ($p \leq 0,05$).

5. DISCUSIÓN

5.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

5.1.1. Peso vivo

Los datos que logramos obtener en esta investigación, concerniente al peso final a la décima semana de edad para cada uno de los tratamientos es de: T1-M 8,5 % FC = 630 g, T2-H 8,5 % FC = 629 g, T3-M 9,1 % FC = 683 g y T4-H 9,1 % FC = 664 g. Estos datos se asemejan a los que reporta. León *et al.* (2016), en su trabajo investigativo de adición de 45 mg de Vitamina C protegida en alimento balanceado con exclusión de forraje verde en la dieta, ya que los animales alcanzaron un peso promedio de 0,632 kg. Vílchez (2014), evaluó diferentes densidades de nutrientes en dietas con exclusión de forraje registrando una ganancia total T1 = 0,690 kg, T2 = 0,686 kg, T3 = 0,724 kg y T4 = 0,748 kg en cada una de sus repeticiones, así mismo. Coba y Vergara (2007), trabajo con dos tamaños de partícula y dos niveles de fibra detergente neutra en dietas peletizadas y determino una ganancia total en el T1 = 683 g , T2 (24 % FND-8mm) = 713 g, T3 (2mm-32 % FND) = 659 g, y T4 (8mm-32 % FND) = 637 g). Vidaurre y Vergara (2009), en su publicación de dietas peletizadas para cuyes en crecimiento con exclusión de forraje verde obtuvo una ganancia total en el T1 = 624 g, T2 = 620 g, y T3 = 650 g, estos tres últimos autores al igual que los antes mencionados concuerdan con los pesos finales obtenidos en nuestro trabajo de titulación.

Por otra parte, en contraste a nuestra investigación tenemos que. Airahuacho

(2007), en su trabajo reporta pesos de 1161 g, 925 g, y 1081 g a las 7 semanas de experimen- tación, así mismo. Inga *et al.* (2008), en su investigación de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento, con exclusión de forraje obtuvo pesos en el T1 10 % FC = 1089 g, T2 8 % FC = 1063 g T3 10 % FC = 1020 g y T4 10 % FC = 1083 g, este autor nos aclara que los niveles de energ´ıa digestible y fibra cruda en dietas de crecimiento, con exclusión de forraje verde, para cuyes mejorados no afecto la ganancia de peso. Yoplac *et al.* (2017), difiera de nues- tros resultados, ya que el obtuvo un peso promedio de 1075 g. Condori (2014), que trabajo con niveles bajos de fibra en dietas de inicio y crecimiento con exclusión de forraje llego a pesos mayores a los nuestros en el T1. 6 % FC = 978 g, T2. 8 % FC = 947 g, y T3. 10 % FC = 933 g, lo que concuerda con nuestro trabajo, es que, con di- ferentes niveles de fibra cruda (6, 8 y 10 %) no existe diferencias significativas entre tratamientos con respecto a la ganancia de peso. Perea *et al.* (2007), que suministro dietas con exclusión de forraje alcanzó un peso final de 873 g. Por su parte. Quinta- na (2009), reporto pesos de 863 g en sus animales que solo recibieron concentrado en su alimentación. Tenorio (2008), que evaluó tres programas de alimentación con exclusión de forraje reporta pesos a los 63 días en el T1 = 1017 g, T2 = 1034 g, y T3
= 1055 g, que no asemejan a los pesos alcanzados en nuestra investigación.

Finalmente. Remigio y Vergara (2007), que implemento programas de alimenta- ción en cuyes mejorados y evaluó la ganancia de peso por sexo nos menciona que al igual que en nuestra investigación los machos son los que ganaron más peso respecto a las hembras, pero hay que puntualizar que los peso promedio tanto de machos (T1 = 1047 g, T2 = 1081 g, T3 = 1051 g, y T4 = 1033 g) y hembras (T1 = 885 g, T2 = 764 g, T3 = 834 g y T4 = 760 g) en su investigación son mayores a los que nosotros registramos.

5.1.2. Ganancia media diaria

En nuestro trabajo investigativo la ganancia media diaria registrada fue de 15,3 g/día en machos con el 8,5 % FC, 12,6 g/día en hembras con 8,5 % FC, 14,4 g/día en machos con 9,1 % FC y 13,6 g/día en hembras con 9,1 % FC. Esto concuerda con varios autores que evaluaron la ganancia media diaria en sus diferentes investigaciones como citamos a continuación: Remigio y Vergara (2007), 13,6 y 13,8 g/día. Perea *et al*. (2007), 10,7 a 12,2 g/día. Airahuacho (2007), 15,4 y 16,2 g/día. Inga *et al*. (2008), 15,13 a 16,55 g/día. Morales (2009), 14,25 a 14,98 y 14,82 g/día (control). Vidaurre y Vergara (2009), 12,6 g y 13,25 g/día. Sin embargo. Valverde Gómez (2011), no concuerda con nuestro trabajo ya que obtuvo incrementos de pesos menores señalando que el mejor incremento de peso se evidencio en animales alimentados con balaceado comercial; con ganancias de 7,94 g/día y 6,08 g/día para los niveles de 20 % y 30 % de fibra en relación al testigo con 4,82 g/día. Así mismo. Valverde (2016), determinó que los cuyes responden eficientemente al suministro de altos niveles de fibra, ya que se logran mayores ganancias de peso con raciones con 20 % que con 10 % de FC. Por su parte. Sandoval (2013), quien demuestra en su investigación que a mayores niveles de fibra en la ración alimenticia la conversión alimenticia mejora existiendo un crecimiento compensatorio.

5.1.3. Consumo Medio Diario

Concerniente al consumo medio diario en las 4 repeticiones realizadas, se registró que el consumo en machos alimentados con 8,5 % FC, fue de 27,8 g, así mismo las hembras del tratamiento con 8,5 % FC, consumieron 26,3 g, en los machos de 9,1 % FC, el consumo llego a 28,4 g, finalmente las hembras de 9,1 % FC, consumieron 26,9 g. Nuestro trabajo se asemeja a la investigación de. Condori (2014), que evaluó niveles bajos de fibra en dietas de inicio y crecimiento con exclusión de forraje y obtuvo consumos de 30,3 g, 33,1 g y 33,9 g, respectivamente en cada una de sus repe-

ticiones. Así mismo encontramos discrepancia con autores como: Meza *et al.* (2014), que registra consumos diarios de alimento en los tratamientos T0, T2, T3, y T1 48,3 g, 45,8 g, 45,1 g, y 44,1 g. Por su parte. Morales (2009), registro en su trabajo un consumo medio diario de 56,9 g y 58,9 g en dietas con 10 % FC con exclusión de forraje. Determinando que el consumo de alimento está altamente relacionado con el nivel de fibra, energía y proteína de la dieta, todo esto se corrobora con la literatura que nos describe. Meza *et al.* (2014), señalando que el consumo diario es un indicador de la calidad del alimento y digestibilidad y que las propiedades organolépticas, como el olor y sabor limitan o incrementan la ingesta diaria. Al igual que. Chauca (1997), menciona que la regulación del consumo diario de alimento, el cuy la realiza en base al nivel energético de la dieta. Señalando que una ración más concentrada nutricionalmente en carbohidratos, fibras y proteínas determina un mayor consumo. Y por último. Chiliquinga y Marilu (2012), señalan que la regulación del consumo voluntario en cobayos depende del nivel energético de la ración. Una ración más concentrada en carbohidratos, grasa y proteínas determinan un menor consumo alimenticio.

5.1.4. Eficiencia alimenticia

La eficiencia alimenticia que nuestro ensayo registro en machos y hembras del grupo con 8,5 % FC, fue de 1,81 g y 2,09 g respectivamente. Por otra parte, los animales de la dieta con 9,1 % FC, tanto machos y hembras fue de 1,98 g y 1,97 g. Esto concuerda con. Inga *et al.* (2008), ya que el determinó una eficiencia alimenticia de 2,86 g. Por su parte. Vidaurre y Vergara (2009), registraron eficiencias alimenticias de 3,2 g y 3,19 g. Así mismo. Airahuacho (2007), señala en su investigación eficiencias alimenticias de 3,31 g a 3,82 g. León *et al.* (2016), en su trabajo promedio una eficiencia alimenticia de 3,92 g. Otro autor que concuerda con esta investigación es. Morales (2009), que trabajo con dietas con exclusión de forraje y menciona que a las 8 semanas de edad se observó en el tratamiento con mayor nivel de energía (3,18 g y 3,32 g), mientras que el tratamiento control fue el que mostró la eficiencia más alta con (4,01 g). Por otro lado, varios autores se alejan de nuestro trabajo. Así tene-

mos que. Rosales *et al.* (2014), determinó una eficiencia alimenticia para machos de 4,51 g y para hembras un valor de 4,52 g. El grupo testigo obtuvo el índice de 4,8 g resultando ser el menos eficiente. El trabajo hecho por. Condori (2014), en cuyes con una alimentación a base de alfalfa verde, concentrado comercial y cebada obtuvo eficiencias alimenticias para machos y hembras de 5,9 g y 6,47 g respectivamente así mismo la alfalfa verde con 6,94 g y 7,4 g, para el concentrado comercial una eficiencia alimenticia de 8,11 g y para la cebada más alfalfa verde se determinó la eficiencia en 8,51 g. Quintana (2009), determino en su ensayo conversiones alimenticias de 5,7 g, 5,6 g, 5,1 g, y 5,3 g. Así mismo. Majin (2010), reporta un promedio de 6,84 g. Castillo *et al.* (2012), nos dice que el índice de eficiencia alimenticia que el registró fue de 6,9 g a 5,5 g.

5.1.5. Mortalidad

Yoplac *et al.* (2017), en su trabajo nos reporta una mortalidad de cero animales. Rosales *et al.* (2014), uso suero de leche líquido en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, la mortalidad en su experimentación fue del 3,33 %. Gualavisi (2012), en la etapa de engorde registro 4 muertes distribuidas en el T1 = 2, T2 = 1, y T3 = 1. Silva (2013), no registro muertes en ninguno de los tratamientos de su estudio. Por su parte. Condori (2014), que evaluó dietas con 8 % y 10 % de fibra cruda, así como en la dieta control registró una mortalidad total de 8 animales de un total de 160 iniciales, lo cual representa 5 %, estando dentro del rango de los parámetros productivos de la crianza de cuyes. Todos los autores antes mencionados difieren totalmente de los resultados que se registró en la presente investigación, ya que la mortalidad en el T1-M 8,5 % FC = 60 %, T2-H 8,5 % FC = 17,5 %, T3-M 9,1 % FC = 50 % y T4-H 9,1 % FC = 42,5 %.

La elevada mortalidad se atribuye a que los animales en la semana 5 y 6 de edad, presentaron un cuadro clínico de avitaminosis C, que conllevo a muerte masiva de animales. Este cuadro clínico se logró controlar con la adición de ácido ascórbico

en el agua de bebida. La carencia de vitamina C produce pérdida de apetito, crecimiento retardado, parálisis de miembros posteriores, inflamación de las articulaciones y modificaciones en los huesos y dientes. Internamente presentan hemorragias y congestión pulmonar, además una disminución de la temperatura del cuerpo, en los últimos estados tienden a echarse de cara, en general muestran cambios degenerativos y si no se realiza el tratamiento la muerte puede sobrevenir, entre los 10 y 28 días (Ordóñez, 2016). Esto es corroborado por. Tenorio (2008), que en su trabajo nos menciona que el déficit de vitamina C se muestra por signos como la pérdida de peso, seguido por anemia y hemorragias. Además, los animales afectados mueren 3 a 4 semanas después de notar signos anteriormente nombrados o por infecciones bacterianas secundarias, a la que los cobayos son susceptibles.

En el trabajo de Martínez (2016), se evaluó dietas para reproductoras con varios niveles de vitamina C, y reportó que la mortalidad fue de 100 % en la repetición con 0 % de vitamina C. Además, puntualiza que los animales que murieron presentaron s´ıntomas como: movimiento especial de los miembros posteriores, levantando en simultáneo de ambos miembros, algo así como ocurre en la locomoción de los conejos, esto concuerda con la sintomatolog´ıa que los animales de nuestro trabajo presentaron antes de la muerte.

5.2 PARÁMETROS DIGESTIVOS

5.2.1. Pesos Absolutos Del Tracto Digestivo (g)

Jaramillo (2017), en su trabajo determinación de características morfo-fisiológicas del tracto digestivo del cuy, reportó que el peso del tracto digestivo total es de 119 g, estómago 20 g, y ciego 53,2 g, estos resultados concuerdan con los nuestros únicamente en el peso de los ciegos el cual es de 52,4 g, y difieren con el peso de estómago 26,5 g y tracto digestivo total 133 g. Complementariamente se pesó el intestino delgado e intestino grueso, que dieron pesos de 24,5 g y 30,6 g respectivamente.

5.2.2. Pesos Relativos % PV

Concerniente al peso relativo % PV. No hubo diferencias entre tracto digestivo, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ciegos, teniendo un promedio de de 17,2 %, 3,43 %, 3,13 %, 3,96 % y 6,79 % respectivamente de cada uno de los órganos antes citados. Estos resultados difieren con los publicados por. Jaramillo (2017), que obtuvo pesos promedio del tracto digestivo de 13,6 %, estómago 2,01 %, y ciegos 5,52 %.

5.2.3. Medidas del tracto digestivo

En las medidas se obtuvo para intestino delgado 2,26 m e intestino grueso 1,16 m, estos resultados concuerdan en cierta parte con. Jaramillo (2017), que determinó una medida de 225 m para intestino delgado y 132 m para intestino grueso, este último dato claramente es mayor al que nosotros pudimos determinar. Por su parte Arce (2017), reporta las medidas del intestino delgado, de cuyes criollos machos y hembras, las cuales fueron 1,83 m y 1,93 m, respectivamente. Así mismo Suckow (2012), determinó en su investigación, que el intestino delgado mide aproximadamente 1,25 m de longitud, y el intestino grueso de 70–75 m de largo. Arroyo (2014), en su trabajo de cuyes criollos machos y hembras, evidenció que la medida del intestino delgado fue de 1,83 m en machos y 1,93 m en hembras. Angosto y Villarejo (2014), que trabajó con cuyes criollos y mejorados, estipulo que el intestino delgado mide 1,74 m y el intestino grueso 1,16 m en los animales criollos, por otro lado, en cobayos mejorados el intestino delgado midió 2,04 m y el intestino grueso 1,32 m.

5.2.4. pH

Jaramillo (2017), en su investigación reportó que el pH de estómago es de 1,53 y el de los Ciegos de 6,63, estos resultados concuerdan con los encontrados en la

presente investigación, ya que se obtuvo un pH de 1,65 en estómago y 6,74 para los ciegos. Además, Guevara *et al.* (2016), demostró que no existe alteración de pH en los órganos digestivos de los cobayos al ser alimentarlos con una ración de 20 % de fibra, pero recalca que la fibra ayuda a una mejora de digestibilidad del alimento en el tracto digestivo.

5.3 CORRELACIÓN

5.3.1. Relación Del Valor Bromatológico De Las Dietas Con Los Parámetros Productivos Y Digestivos De Los Cuyes

Sarmiento (2014), reportó que existen correlaciones altamente significativas para todos los tratamientos de su investigación entre consumo de balanceado e incremento de peso. Así mismo. Vargas y Yupa (2011), ,reportó en su trabajo que hubo correlación entre los órganos digestivos como intestino delgado, intestino grueso y ciegos, existiendo mayor desarrollo intestinal en machos. Por su parte. Abed *et al.* (2012), que investigó el efecto de la fibra soluble e insoluble de la pulpa de remolacha (PR) sobre la fisiología digestiva en conejos demostró que las fracciones soluble e insoluble de la PR producen efectos diferentes en el trato digestivo de los animales. Y menciona que la fracción insoluble parece tener más influencia en el peso del aparato digestivo y la acidez del ciego, mientras que la fracción soluble afecta más a la viscosidad y el número de células caliciformes. Esto se corrobora con lo que nos menciona. Costa (1992), que nos indica que una alimentación incorrecta, ya sea por exceso de proteína, falta de fibra, exceso de glúcidos o racionamiento inadecuado, produce un desequilibrio en la relación pH-microflora-AGV, de manera que la proporción de AGV varía y el hígado no puede metabolizar adecuadamente los cuerpos cetónicos. Los autores antes citados concuerdan con nuestro trabajo ya que se determino relaciones significativas entre los pesos de: intestino delgado, intestino grueso y ciegos, con el peso total del tracto digestivo. El peso de los ciegos, con el peso

del intestino delgado. El pH de los ciegos con el peso del estómago. Y la mortalidad se correlaciona con el porcentaje de fibra, grasa, cenizas y materia seca de la dieta. Finalmente citamos el trabajo de. Brenes *et al.* (1978), que corrobora el papel de la fibra para estimular y facilitar el tránsito digestivo de los alimentos, principalmente por su fracción indigestible. Asimismo, el tamaño de la partícula de la fibra pare- ce que influye en la motilidad intestinal, que resulta atenuada cuando las part´ıculas fibrosas están finamente divididas.

6. CONCLUSIONES

Luego de terminar los análisis estadísticos y discusiones de los resultados obtenidos en esta investigación se concluye lo siguiente.

- La dieta que mostró mejora de los parámetros productivos en machos y hembras fue la que se formuló con el 9,1 % FC, ya que al finalizar la experimentación los animales de dicha dieta lograron un mejor peso final.
- Para los parámetros digestivos, se pudo determinar que ninguna de las dietas ocasionó cambios en el peso y medidas de los órganos digestivos al sacrificio.
- Se determinó correlación ente varios órganos digestivos como: intestino delgado, intestino grueso y ciegos, con el peso total del tracto digestivo, y la mortalidad se relaciona con los componentes de la dieta.

7. RECOMENDACIONES

- Seguir realizando investigaciones similares, donde la toma de datos de los parámetros digestivos se realice antes, durante y después del proyecto, para poder determinar con claridad los cambios anatómicos y fisiológicos del tracto digestivo.
- Seguir evaluando diferentes niveles de fibra en la alimentación de cobayos, con la finalidad de establecer el nivel óptimo con el que se puede formular una dieta, para potenciar al máximo los parámetros productivos de la especie,
- Recomendamos utilizar una dieta balanceada con el 9,1 % FC, para cuyes en la etapa de engorde, ya que se obtuvo mejores pesos finales con esta dieta experimental
- Al momento de establecer un sistema de alimentación con restricción de forraje, se debe garantizar que el concentrado supla los requerimientos óptimos de vitamina “C”.

8. BIBLIOGRAFÍA

Abed, E., Rodrigo, A., David, M., Javier, G., Rosa, C., y cols. (2012). Efecto de la fibra soluble e insoluble de la pulpa de remolacha sobre la fisiologia digestiva de gazapos destetados a 25 d. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, *6*(1).

Airahuacho, F. (2007). Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del nrc (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (cavia porcellus). *Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima–Perú*.

Angosto, M. C., y Villarejo, A. L. D. (2014). Fisiolog´ıa del aparato digestivo. *Monograf´ıas de la Real Academia Nacional de Farmacia*.

Arce, N., Olivas. (2017). Estudio histologico de las vellosidades intestinales de cuyes (cavia porcellus) criollos y mejorados según el sistema de alimentacion.

Arroyo, H. P. S. (2014). Estudio morfométrico del estómago del cobayo (cavia porcellus) lactante.

Bach, A., y Calsamiglia, S. (2006). La fibra en los rumiantes:¿ qu´ımica o f´ısica? *XII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España*, 99–112.

Brenes, A., Payá, Brenes Payá, J., y Pontes Pontes, M. (1978). Requerimientos nutritivos del conejo. *Cunicultura*, *3*(13),0117–127.

Calsamiglia, S. (1997). Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. *XIII Curso de Especialización FEDN, Madrid*.

Castillo, C., Carcelén, F., Quevedo, W., y Ara, M. (2012). Efecto de la suplementación con bloques minerales sobre la productividad de cuyes alimentados con forraje. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *23*(4), 414–419.

Chauca, L., Zaldívar. (1997). *Producción de cuyes (cavia porcellus)* (Vol. 138). Food & Agriculture Org.

Chiliquinga, A., y Marilu, A. (2012). *Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes* (B.S. thesis).

Coba, k., y Vergara, V. (2007). *Los niveles evaluados fueron 2 y 8mm TP y 24 y 32 % FDN.* (Tesis Doctoral). Descargado de `http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog{_}Alimentos/resumenes{_}investigacion/CUYES.pdf`

Condori, R. W., Apaza. (2014). Evaluación de bajos niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (cavia porcellus) con exclusión de forraje.

Costa, P., Batllori. (1992). La alimentación y la patología digestiva del conejo. *Cunicultura*, *17*(98), 0205–217.

Cruz, M. M., Calvo, y González, J. S. (2000). La fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*, *6*(1), 39–74.

Gualavisi, S. (2012). *Evaluación de cuatro niveles de levadura de cerveza (saccharomyces cerevisiae) al 18, 17, 16 y 15 % como sustituto proteico parcial de la soya (glycine max) en la alimentación de cuyes (cavia porcellus) en la etapa inicial.* (Inf. Téc.). Descargado de `https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3760/6/UPS-YT00193.pdf`

Guambo, R., y Vidal, W. (2016). *Evaluación del uso del flushing en la alimentación de cuyas primerizas y multíparas y su efecto en el tamaño de la camada al nacimiento* (B.S. thesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Guerra, C. (2009). Manual técnico de crianza de cuyes. *Cajamarca: Jorge Lombardi Perez.*

Guevara, J., Rojas, S., Carcelén, F., Bezada, S., y Arbaiza, T. (2016). Parámetros productivos de cuyes criados con dietas suplementadas con aceite de pescado y semillas de sacha inchi. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *27*(4), 715–721.

Hernández, S. (2010). Importancia de la fibra en la alimentación de los bovinos. *Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacan, Mexico. Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi del Instituto Nacional de Tecnolog´ıa Agropecuaria. Argentina*.

Inga, R., Vizarraga, Chauca Francia, L., Vergara Rubin, V., Espinoza, R., y Mar´ıa, R. (2008). Evaluación de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento, con exclusión de forraje, para cuyes raza perú ppc (cavia porcellus).

Jaramillo, A., Ramón Mauricio. (2017). *Determinación de características morfofisiolog´ıcas del tracto digestivo del cuy (cavia porcellus)* (B.S. thesis). Loja.

Knudsen, K. B. (2001). La importancia nutricional del análisis de la ”fibra dietética”. , *90*(1-2), 3–20.

León, Z., Silva, E., Wilson, A., y Callacna, M. (2016). Vitamina c protegida en concentrado de cavia porcellusçuy.[en] etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. *Scientia Agropecuaria*, *7*(SPE), 259–263.

López, J. A. (2013). *Cecotrofia — Cunicultura desde el Perú*. Descargado 2019-03-02, de `http://www.cuniculturaperu.com/2014/01/cecotrofia.html`

Majin, S., Paucar Luis. (2010). *Efecto de tres niveles de afrecho de trigo, ma´ız y melaza sobre ´ındices productivos en cuyes machos de recr´ıa en la comunidad de nitiluisa* (B.S. thesis).

Martínez, R. (2016). *Avances en Alimentación y Sanidad de Cuyes*. Descargado 2019-03-02, de `https://slideplayer.es/slide/10273203/`

Meza, G., Loor, N., Sánchez, A., Avellaneda, J., Meza, C., Vera, D., . . . others (2014). Inclusión de harinas de follajes arbóreos y arbustivos tropicales (morus alba, erythrina poeppigiana, tithonia diversifolia ehibiscus rosa-sinensis) en la alimentación de cuyes (cavia porcellus linnaeus). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, *61*(3), 258–269.

Morales, A. G., Mora. (2009). Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes de la raza perú.

Nuñez, S., Gomez. (2015). *Las cobayas*. Descargado 2019-07-15, de `https://es.slideshare.net/sandrazeppe/las-cobayas?fbclid=IwAR0xlXMQpMEzoBTftc9sYDhpyxW9Wlwo90QeEQ0buZkxdgM{_}PneX7ODp3n8`

Oller. (2015). *La fibra un nutriente más que esencial - nutriNews, la revista de nutrición animal*. Descargado 2019-06-06, de `https://nutricionanimal.info/la-fibra-un-nutriente-mas-que-esencial/`

Ordóñez, E. E., Panamá. (2016). *Evaluación del crecimiento y mortalidad en cobayos suplementados con pulpa de naranja* (B.S. thesis).

Perea, D., Vergara, V., y Remigio, R. (2007). Evaluación de la harina de yacón en dietas para cuyes en crecimiento. *Resúmenes de alimentación en alimentación integral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos*.

Quintana, E. (2009). Suplementación de dietas a base de alfalfa verde con harina de cebada más una mezcla mineral y su efecto sobre el rendimiento y eficiencia productiva en cuyes en crecimiento en el valle del mantaro. *Unidad de Investigación en Cuyes. Estación Experimental el Mantaro del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA)-Junín, Perú*.

Remigio, R. M., y Vergara, C. L., Victor. (2007). *"EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN CUYES MEJORADOS CRIADOS EN*

JAULAS" (Tesis Doctoral). Descargado de http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog{_}Alimentos/resumenes{_}investigacion/CUYES.pdf

Rosales, C., León, F., Fajardo, M., y Jara, X. (2014). Uso de suero de leche líquido en la alimentación de cuyes (cavia porcellus) en la etapa de crecimiento y engorde. *Maskana*, *5*(2), 87–95.

Sandoval, H. F., Alarcón. (2013). *Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento* (B.S. thesis).

Sarmiento, I. (2014). Diferentes niveles de vitamina c sobre el comportamiento reproductivo del cuy (cavia porcellus) hembra bajo alimentación integral. *Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina*.

Silva, M. A. (2013). *Evaluación del efecto de tres niveles de harina de fideo (10, 20 y 30 %) en la alimentación de cuyes mejorados durante el crecimiento y engorde.* (B.S. thesis).

Soria. (2014). *Alimentacion y crianza del cuy.* Descargado 2019-06-06, de https://es.slideshare.net/GonzaloMurria/alimentacion-y-crianza-del-cuy-33113949

Suckow, K. A. y. W. R. P., Mark A y Stevens. (2012). *El conejo de laboratorio, el conejillo de indias, el hámster y otros roedores*. Academic Press.

Tenorio, A. R. R. M., Vergara. (2008). *"EVALUACIÓN DE TRES PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN CON EXCLUSIÓN DE FORRAJE EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES EN CRECIMIENTO"* (Tesis Doctoral). Descargado de http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog{_}Alimentos/resumenes{_}investigacion/CUYES.pdf

Torero, A. (2017). *Manejo de la fibra en la nutrición porcina.* Descargado 2019-03-02, de http://www.actualidadporcina.com/articulos/manejo-de-la-fibra-en-la-nutricion-porcina.html

Valverde, P. I., Ojeda. (2016). *Evaluación de tres pastos de trópico húmedo en la alimentación de cuyes en la etapa crecimiento-engorde en un sistema de crianza piramidal* (B.S. thesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Valverde Gómez, M. E. (2011). *Comparación de dietas balanceadas para cuyes en crecimiento y engorde utilizando harina de yuca en diferentes porcentajes* (B.S. thesis). Universidad del Azuay.

Vargas, S., y Yupa, E. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (cavia porcellus), con dos tipos de alimento balanceado. *Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de http://dspace. ucuenca. edu. ec/bitstream/123456789/3319/1/TESIS. pdf*.

Vidaurre, Y., y Vergara, V. (2009). Evaluación de tres niveles de cebada en reemplazo de ma´ız en dietas peletizadas para cuyes (cavia porcellus) en crecimiento con exclusión de forraje verde. *Resúmenes de alimentación en alimentación integral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos*.

Vílchez, A. (2014). Evaluación de diferentes densidades de nutrientes en dietas con exclusión de forraje para cuyes en crecimiento en condiciones de verano de la costa central del perú. *UNALM. Facultad de Zootecnia*.

Yoplac, I., Yalta, J., Vásquez, H. V., y Maicelo, J. L. (2017). Efecto de la alimentación con pulpa de café (coffea arabica) en los índices productivos de cuyes (cavia porcellus l) raza perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *28*(3), 549–560.

Anexo I: Fotografías de Elaboración de Dietas

Figura 15: Mezclado de las materias primas

Figura 16: Pelletisado de las dietas

Anexo II: Fotograf´ıas de Trabajo de Campo

Figura 17: Distribución e identificación de las unidades experimentales

Figura 18: Control semanal de pesos

Figura 19: Colocación de las dietas respectivas

Figura 20: Visita y revisión del director de tesis

Figura 21: Toma de datos de parámetros digestivos

Figura 22: Medidas, Pesos Y pH de órganos digestivos

Anexo III: Ejemplos de Salidas de Análisis Estadístico

Procedimiento CORR

13 Variables:	Peso_Final P_T_digestivo I__Delgado I__Grueso Estomago Ciegos Ciegos__1 Estomago_1 Mortalidad Fibra Grasa Cenisas Materia_Seca

Estadísticos simples

Variable	N	Media	Desv. est.	Suma	Mínimo	Máximo	Etiqueta
Peso_Final	15	0.65563	0.03672	9.83441	0.59000	0.73500	Peso Final
P_T_digestivo	15	133.26667	13.92052	1999	118.00000	162.00000	P.T.digestivo
I__Delgado	15	24.93333	5.94579	374.00000	18.00000	38.00000	I. Delgado
I__Grueso	15	31.06667	7.85099	466.00000	20.00000	48.00000	I. Grueso
Estomago	15	26.66667	5.88784	400.00000	18.00000	38.00000	Estomago
Ciegos	15	52.00000	5.18239	780.00000	46.00000	62.00000	Ciegos
Ciegos__1	15	6.75200	0.38051	101.28000	6.13000	7.20000	Ciegos _1
Estomago_1	15	1.65400	0.16877	24.81000	1.33000	1.90000	Estomago_1
Mortalidad	15	3.86667	1.55226	58.00000	1.00000	6.00000	Mortalidad
Fibra	15	8.82000	0.30984	132.30000	8.50000	9.10000	Fibra
Grasa	15	1.44733	0.35115	21.71000	1.13000	1.81000	Grasa
Cenisas	15	9.16267	1.28067	137.44000	7.84000	10.32000	Cenisas
Materia_Seca	15	88.69333	0.12910	1330	88.56000	88.81000	Materia Seca

Figura 23: Salida del SAS de resultados de correlación, con sus p-valores

Procedimiento Mixed

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT
Variable dependiente	Peso_animal
Estructura de covarianza	Simetría compuestas
Efecto de sujeto	Unidad_Experimental
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Between-Within

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Nivel	2	26fnd 30fnd
Sexo	2	hembras machos
Semana	8	0 1 2 3 4 5 6 7
Unidad_Experimental	16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	82
Columnas en Z	0
Sujetos	16
Obs máx por sujeto	8

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	128
N.º observaciones usadas	124
N.º observaciones no usadas	4

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	-354.89757875	
1	2	-400.67158057	0.00000226
2	1	-400.67223021	0.00000000

Figura 24: Salida del SAS de resultados del análisis de peso semanal, con sus p-valores

Estimaciones del parámetro de covarianza		
Parm Cov	Sujeto	Estimación
CS	Unidad_Experimental	0.000436
Residual		0.000349

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	-400.7
AIC (Mejor más pequeño)	-396.7
AICC (Mejor más pequeño)	-396.5
BIC (Mejor más pequeño)	-395.1

Test del ratio de verosimilitud del modelo nulo		
DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
1	45.77	<.0001

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
Peso_inicial	1	11	5.23	0.0431
Nivel	1	11	1.81	0.2051
Sexo	1	11	0.12	0.7380
Nivel*Sexo	1	11	0.16	0.7011
Semana	7	80	532.66	<.0001
Nivel*Semana	7	80	3.01	0.0074
Sexo*Semana	7	80	1.40	0.2164
Nivel*Sexo*Semana	7	80	0.20	0.9849

Medias de mínimos cuadrados								
Efecto	Nivel	Sexo	Semana	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr > |t|
Nivel	26fnd			0.4406	0.008794	11	50.10	<.0001
Nivel	30fnd			0.4602	0.009436	11	48.77	<.0001
Sexo		hembras		0.4537	0.01071	11	42.37	<.0001
Sexo		machos		0.4471	0.01170	11	38.21	<.0001
Nivel*Sexo	26fnd	hembras		0.4475	0.02199	11	20.35	<.0001
Nivel*Sexo	26fnd	machos		0.4338	0.01559	11	27.83	<.0001
Nivel*Sexo	30fnd	hembras		0.4600	0.01176	11	39.12	<.0001
Nivel*Sexo	30fnd	machos		0.4603	0.01274	11	36.14	<.0001
Semana			0	0.2948	0.007044	80	41.85	<.0001
Semana			1	0.3638	0.007044	80	51.64	<.0001
Semana			2	0.4272	0.007044	80	60.64	<.0001
Semana			3	0.4088	0.007044	80	58.03	<.0001
Semana			4	0.4252	0.007182	80	59.20	<.0001

Figura 25: Salida del SAS de resultados del análisis de peso semanal, con sus p-valores

Procedimiento GENMOD

Información del modelo		
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1	
Distribución	Binomial	
Función de vínculo	Logit	
Variable de respuesta (Eventos)	Mortalidad	Mortalidad
Variable de respuesta (Pruebas)	Total	Total

N.º observaciones leídas	4
N.º observaciones usadas	4
Número de eventos	68
Número de pruebas	160

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Nivel	2	26fnd 30fnd
Sexo	2	hembras machos

Perfil de respuesta		
Valor ordenado	Resultado binario	Frecuencia total
1	Evento	68
2	No evento	92

Información del parámetro			
Parámetro	Efecto	Nivel	Sexo
Prm1	Intercept		
Prm2	Nivel	26fnd	
Prm3	Nivel	30fnd	
Prm4	Sexo		hembras
Prm5	Sexo		machos
Prm6	Nivel*Sexo	26fnd	hembras
Prm7	Nivel*Sexo	26fnd	machos
Prm8	Nivel*Sexo	30fnd	hembras
Prm9	Nivel*Sexo	30fnd	machos

Figura 26: Salida del SAS de resultados del análisis de mortalidad, con sus p-valores

Figura 27: Salida del SAS de resultados del análisis de peso semanal, con sus p-valores

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Sexo	2	hembras machos
TTO	2	26PC 30PC

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	15

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Digestivo_total Digestivo_total

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	3	344.850000	114.950000	0.49	0.6946
Error	11	2566.750000	233.340909		
Total corregido	14	2911.600000			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de Digestivo_total
0.118440	11.51999	15.27550	132.6000

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TTO	1	258.9807692	258.9807692	1.11	0.3147
Sexo	1	106.6730769	106.6730769	0.46	0.5129
Sexo*TTO	1	0.0576923	0.0576923	0.00	0.9877

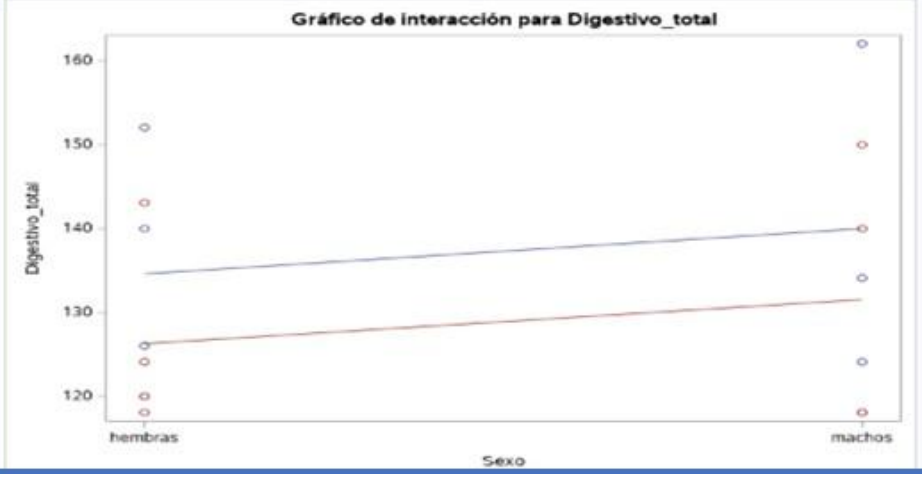

Figura 28: Salida del SAS de resultados de análisis de parámetros digestivos, con sus p-valores

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Digestivo_relativo Digestivo_relativo

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	3	31.77593797	10.59197932	2.27	0.1371
Error	11	51.30287837	4.66389803		
Total corregido	14	83.07881634			

R-cuadrado	Var Coef.	Raiz MSE	Media de Digestivo_relativo
0.382479	12.53387	2.159606	17.23016

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TTO	1	3.46928214	3.46928214	0.74	0.4068
Sexo	1	15.40519698	15.40519698	3.30	0.0965
Sexo*TTO	1	10.55090870	10.55090870	2.26	0.1607

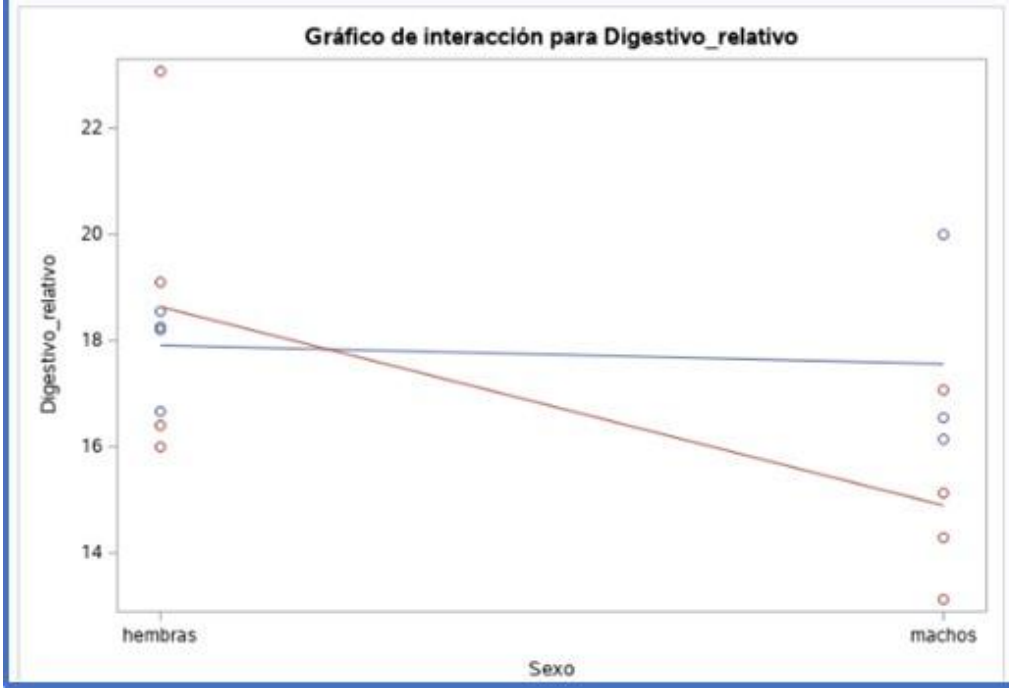

Figura 29: Salida del SAS de resultados de análisis de parámetros digestivos, con sus p-valores