



Universidad
Nacional
de Loja

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**“EFECTOS DE NIVELES ALTOS 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

Danny Patricio Azanza Celi

DIRECTOR

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán *Ph.D.*

LOJA - ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán *Ph.D.*
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que he revisado la presente tesis titulada “EFECTOS DE NIVELES ALTOS DE FIBRA CRUDA, SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA ALFALFA (*Medicago sativa*).”, realizada por el Sr. Egresado Danny Patricio Azanza Celi, 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. Rodrigo Medardo Abad Guamán *Ph.D.*

Director de Tesis

Loja, 29 de agosto de 2019.

TRIBUNAL DE GRADO

CERTIFICA:


Que el trabajo de investigación denominado, “EFECTOS DE NIVELES ALTOS DE FIBRA CRUDA, SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA ALFALFA (*Medicago sativa*).”, realizado por el egresado, **DANNY PATRICIO AZANZA CELI**, previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista, ha incorporado las observaciones realizadas por el tribunal en el momento de la calificación de la tesis. Por lo que se autoriza la versión final del trabajo y la entrega oficial para la sustentación.


Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza Ph.D.

PRESIDENTE


Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Rivera Mg.Sc.

VOCAL


Dr. Mauro Iván Guevara Palacios Ph.D.

VOCAL

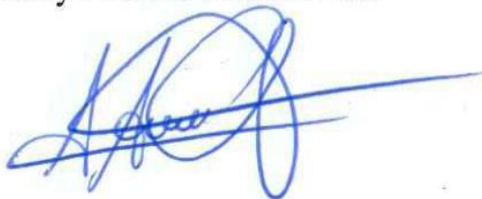
AUTORÍA

Yo, **Danny Patricio Azanza Celi**, 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: Danny Patricio Azanza Celi

FIRMA:



CÉDULA: 1103927040

FECHA: 28/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 **Danny Patricio Azanza Celi**, declaro ser el autor de la tesis titulada “EFECTOS DE NIVELES ALTOS DE FIBRA CRUDA, SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1A (*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 29 días del mes de Agosto del 2019

FIRMA:



Autor: Danny Patricio Azanza Celi
Cédula de identidad: 1103927040
Correo electrónico: danny24_11_94@hotmail.com
Dirección: Loja, Av. Turunumá
Teléfono: 2613407 - 0990268383

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán *Ph.D.*

Tribunal de Grado:

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza *Ph.D* (Presidente)
Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Rivera *Mg.Sc.* (Vocal)
Dr. Mauro Iván Guevara Palacios *Ph.D* (Vocal)

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen del Cisne, por permitirme alcanzar una de las metas más importantes en mi vida.

A mis padres por todo el sacrificio y dedicación que mantuvieron conmigo durante todos estos años de preparación académica, que a pesar de cualquier dificultad supieron guiarme y aconsejarme en todo momento.

A todos mis familiares y amigos que estuvieron brindándome su apoyo incondicional durante todo este proceso.

Mi más sincero agradecimiento a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, que junto a sus docentes brindaron conocimientos y experiencias valiosas para mi formación profesional con dedicación y responsabilidad.

Quiero expresar de manera muy especial mi agradecimiento al Dr. Rodrigo Abad, director de tesis y sobre todo un gran amigo por todo su apoyo y consejos en la realización de este trabajo.

Danny Patricio Azanza Celi

DEDICATORIA

A mis padres Patricio e Isabel, por siempre brindarme su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida, que gracias a su esfuerzo y dedicación me he convertido en la persona que soy ahora. A mis hermanas que son el motivo principal por el cual seguir adelante y esforzarme día a día. A mi abuela por estar incondicionalmente pendiente de mí, apoyándome siempre.

A todos mis familiares, tíos, primos y grandes amigos que supieron apoyarme durante todo este proceso, por sus consejos y ayuda brindada les estaré eternamente agradecido.

Danny Patricio Azanza Celi

Índice general

I N D I C E D E T A B L A S	XI
I N D I C E D E F I G U R A S	XIII
R E S U M E N	XV
A B S T R A C T	XVI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL COBAYO	3
2.1.1. Clasificación taxonómica del cobayo	4
2.2. MORFOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVA DEL COBAYO . . .	4
2.2.1. Boca	4
2.2.2. Faringe	5
2.2.3. Esófago	5
2.2.4. Estómago	5
2.2.5. Intestino delgado	5
2.2.6. Intestino grueso	6
2.3. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL COBAYO	6
2.4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO	8
2.5. FIBRA	9
2.5.1. Composición de la fibra	12
2.6. Métodos Gravimetricos de Determinación de Fibra	13
2.6.1. Fibra cruda	13

2.6.2.	Fibra Detergente Ácido	14
2.6.3.	Fibra Detergente Neutro.....	14
2.7.	ALFALFA (<i>medicago sativa</i>)	14
2.7.1.	Valor nutritivo de la Alfalfa.....	15
3.	METODOLOGÍA	16
3.1.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.1.	Materiales.....	16
3.1.2.	Métodos	17
3.1.3.	Descripción del Experimento	19
3.1.4.	Tamaño de la Muestra	20
3.1.5.	Descripción de los tratamientos	21
3.1.6.	Diseño experimental	22
3.1.7.	Composición de las dietas.	23
3.1.8.	Variables de Estudio.....	24
3.2.	Toma y Registro de datos.....	25
3.2.1.	Parámetros Productivos	25
3.2.2.	Parámetros digestivos	26
3.2.3.	Análisis Estadístico	26
4.	RESULTADOS	27
4.1.	PARÁMETROS PRODUCTIVOS	27
4.1.1.	Peso vivo.....	27
4.2.	PARAMETROS DIGESTIVOS.....	34
4.2.1.	Pesos absolutos y relativos de órganos digestivos	34
4.2.2.	Medidas de los órganos digestivos	37
4.2.3.	pH.....	37

4.2.4. Correlaciones	38
5. DISCUSIÓN	40
5.1. PARAMETROS PRODUCTIVOS	40
5.1.1. Peso Vivo.....	40
5.1.2. Ganancia Media Diaria	41
5.1.3. Consumo Medio Diario.....	41
5.1.4. Conversión Media Diaria	43
5.1.5. Mortalidad.....	43
5.2. PARÁMETROS DIGESTIVOS	44
5.2.1. pH.....	45
5.2.2. Correlación	46
6. CONCLUSIONES	47
7. RECOMENDACIONES	48
8. BIBLIOGRAFÍA	53

Índice de tablas

1.	Clasificación zoológica del cobayo.	4
2.	Requerimientos nutricionales del cobayo en crecimiento.	9
3.	Valores porcentuales de alfalfa	15
4.	Diseño experimental.	22
5.	Ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas para cuyes en etapa de crecimiento	23
6.	Efecto del nivel de fibra, sexo y su interacción en los pesos vivos (gramos) semanales de cuyes en crecimiento	28
7.	Promedio de consumo medio diario, g.....	30
8.	Promedio de ganancia media diaria, g	31
9.	Promedio de la conversión media diaria	32
10.	Análisis del porcentaje de mortalidad.	33
11.	Pesos absolutos, pesos relativos, longitud y pH del sistema digestivo de los cobayos, con el error estándar y P. Valor	35
12.	Relación del valor bromatológico de las dietas con los parámetros productivos y digestivos de los cuyes (r).	39

Índice de figuras

1.	Ubicación de la Granja de cuyes San Ignacio (Google Maps, 2018.)	18
2.	Ubicación del laboratorio Bromatológico en la Universidad Nacional de Loja	19
3.	Distribución de tratamientos y repeticiones	22
4.	Efecto del nivel de fibra en el peso vivo de cuyes en cebo	28
5.	Efecto del nivel de fibra y el sexo en el peso vivo de cuyes en cebo .	29
6.	Efecto de los niveles de fibra sobre la mortalidad.....	33
7.	Pesos absolutos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra y sexo tomados a los 64 días de edad.	36
8.	Pesos relativos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra tomados a los 64 días de edad.....	36
9.	Medidas del sistema digestivo tomados a los 64 días de edad.....	37
10.	pH del estómago y ciegos, tomados a los 64 días de edad.	38
11.	Estimación de los parámetros productivos, peso vivo semanal (SAS University Edition-2018).	54
12.	Estimación de los parámetros productivos, mortalidad (SAS University Edition-2018).	55
13.	Estimación de la correlación de dietas con parámetros productivos y digestivos (SAS University Edition-2018)	56
14.	Elaboración del balanceado.	57
15.	Construcción de pozas.	57
16.	Pesaje inicial de las unidades experimentales.....	58
17.	Ubicación de los animales en las pozas.	58
18.	Identificación de los tratamientos y repeticiones.	59
19.	Pesaje semanal de las unidades experimentales.....	59

20.	Inspección semanal del experimento.	60
21.	Pesaje y medición de los órganos digestivos.	60
22.	Estudio bromatológico de las dietas.	61

**“EFECTOS DE NIVELES ALTOS DE FIBRA CRUDA, SOBRE
PARAMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN
COBAYOS TIPO 1A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO
FUENTE DE FIBRA LA ALFALFA (*Medicago sativa*)”.**

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de niveles altos de fibra cruda, sobre los parámetros productivos y digestivos en cobayos tipo 1A (*Cavia porcellus*), utilizando como fuente de fibra la alfalfa. Se utilizaron 80 machos y 80 hembras de 15 días de edad, distribuidos en grupos de 10 animales (unidad experimental). El experimento se desarrolló bajo un arreglo factorial 2x2. Se elaboraron dos raciones isoenergéticas e isoproteicas, con el 16 % de proteína y 2 800 (Kcal/Kg) de Energía Digestible con diferentes niveles de fibra. La primera dieta se formuló con el 12 % de FC, la segunda con el 15 % de FC. Las dietas fueron suministradas ad libitum. Los animales fueron sacrificados al día 64 de edad (un animal por unidad experimental). Se pesó el tracto digestivo total, el ciego, estómago, se tomó las longitudes de intestino delgado e intestino grueso así mismo se tomó el pH de ciego y estómago. Para los parámetros productivos se obtuvo un peso de 634 g para el nivel de fibra de 12 % y 701 g para el 15 % en la décima semana con un p - valor ($P = < 0,0001$) ; la mortalidad en el presente trabajo se manifestó por la desnaturalización de la Vitamina C. En los parámetros digestivos, no se observó interacción entre los niveles de fibra y sexo de igual manera en el peso relativo. Se evidenció correlación entre varios órganos digestivos como: intestino delgado, estómago y ciegos, con el peso total del tracto digestivo y de igual manera el peso final con el peso del estómago se relacionan con los componentes de la dieta.

Palabras clave: Fibra, Nivel, tratamiento, Desnaturalización.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of high levels of raw fiber, on productive and digestive parameters in guinea pigs type 1a (*Cavia porcellina*), using straw as a source of fiber. 80 males and 80 females 15 days old were used, they were housed in groups of 10 animals (experimental unit). The experiment was developed under a 2x2 factorial arrangement. Two rations based on isoenergetic and isoproteic diets were prepared for growth, made with 16 % protein and 2 800 Digestible Energy (Kcal / Kg) with different levels fiber veils. The first diet was formulated with 12 % of FC, the second diet was I formulate with 15 % of FC. the diets were supplied ad libitum. Animals were sacrificed at age 64 (one animal per experimental unit). The total digestive tract, the blind, this magician, the lengths of the small intestine and large intestine were weighed, the pH of the blind and this magician was also taken. For the productive parameters a weight of 634 g was obtained for the fiber level of 12 % and 701 g for 15 % in the tenth week with a p-value ($P = < 0,0001$); Mortality in the present work was manifested by the denaturation of Vitamin C. In the digestive parameters, there was no interaction between fiber levels and sex in the same way in relative weight. There was a correlation between several digestive organs such as: small intestine, stomach and blind, with the total weight of the digestive tract and in the same way the final weight with the weight of the stomach is related to the components of the diet.

Key words: Fiber, Level, treatment, denaturation.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la crianza del cuy, ha cobrado gran importancia debido a que forma parte de la alimentación de las poblaciones, principalmente rurales. En los países andinos existe una población aproximada de 35 millones de cuyes. La distribución de la población de cuyes en el Perú y Ecuador se encuentra en la totalidad del territorio; mientras que en Colombia y Bolivia su distribución es regional y con poblaciones menores. Las investigaciones realizadas en el Perú han servido como referencia para considerar a esta especie como productora de carne. Los trabajos de investigación en cuyes se iniciaron en el Perú en la década del 60, en Colombia y Ecuador en el 70, en Bolivia en la década del 80 y en Venezuela en la del 90 (De Zaldívar, 1997).

Zeas Delgado (2016) afirma que la crianza de cuyes se realiza como una actividad comercial, cuyo objetivo es vender y obtener ingresos. En comunidades andinas, la crianza de cuy es parte de la vida cotidiana en las familias rurales y les permite disponer de alimento; aunque en los últimos años se ha revalorado la crianza de cuy no solo por su alto valor nutritivo, sino por la generación de ingresos adicionales a través de la comercialización de los excedentes de la producción.

De acuerdo con una proyección realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y los resultados del Censo Agropecuario efectuado en el 2011 se determina que en Ecuador el 2016 se produjeron aproximadamente 4,9 millones de cuyes en Azuay, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi que son las provincias con mayor producción de cuyes en el país. El estudio también determina que la producción total en el país en ese año fue de 6,6 millones Calvache (2016). La escasa documentación e información técnica, además de la no existencia de tablas nutricionales sobre los adecuados niveles de fibra requeridos en cobayos y la falta de información sobre nutrición ha originado una inadecuada práctica productiva en nuestro entorno, originando pérdidas y subutilización de los recursos disponibles.

La alimentación juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, ya que el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutricionales del cuy nos permite elaborar raciones balanceadas para satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes son la alfalfa (*Medicago sativa*), la chala de maíz (*Zea mays*), el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la hoja de camote (*Hypomea batata*), la grama china (*Sorghum halepense*), entre otros. Dichos pastos son evaluados mediante en base al aporte proteico y sin considerar la fibra que es de vital importancia para la ganancia de peso y rendimiento a la canal. Es por ello en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar niveles altos de fibra cruda en los parámetros productivos de cobayos utilizando alfalfa como fuente de fibra.
- Determinar el efecto de dietas con altos contenidos de fibra cruda en los parámetros digestivos de cobayos.
- Relacionar la composición de las dietas con los parámetros productivos y digestivos de los cuyes.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL COBAYO

El cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. La carne de cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos.

La forma del cuerpo es alargada y cubierto de pelos desde su nacimiento. Los machos desarrollan más que las hembras. Por su forma de caminar y ubicación de los testículos no se puede diferenciar el sexo sin coger y observar los genitales. Los machos adultos hacen morrillo. Los cuyes son pequeños roedores herbívoros y monogástricos, que se caracterizan por su gran rusticidad, corto ciclo biológico y buena fertilidad (Camino y Hidalgo, 2014).

Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos (De Zaldívar, 1997).

Las explotaciones especializadas aprovechan la alimentación diversa de las especies forrajeras obteniendo resultados productivos importantes, de igual manera es frecuente observar comunidades con galpones de cuyes en los que se emplea forrajes de la zona y cuyos resultados son insignificantes para seguir en el proyecto productivo, y declinan la explotación perdiéndose una fuente de recursos económicos y seguridad alimentaria (Sandoval Alarcón, 2013).

2.1.1. Clasificación taxonómica del cobayo

Tabla 1. Clasificación zoológica del cobayo.

Clasificación Zoológica	
Reino	Animal
Subreino	Metazoos
Tipo	Vertebrados
Clase	Mamíferos
Subclase	Placentarios
Orden	Rodentia
Familia	Cavidae
Género	Cavia
Especie	C.Porcellus

2.2 MORFOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVA 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 entre los cuales tenemos los dientes, glándulas salivales, páncreas, hígado y vesícula biliar (Jaramillo y Mauricio, 2017).

2.2.1. Boca

En la parte externa de la boca encontramos las paredes laterales (mejillas) y las almohadillas bucales, que son los bordes doblados hacia adentro de los labios que separan los incisivos de los dientes molares (Jaramillo y Mauricio, 2017). Hay cuatro pares de glándulas salivales incluyendo la parótida, mandibular, sublingual y molar, poseen dientes incisivos superiores de crecimiento continuo, piezas dentarias afiladas en bisel y muy resistentes, característico de los roedores (Pucha Pauta, 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 (Jaramillo y Mauricio, 2017).

2.2.3. Esófago

Es un conducto destinado a impulsar el alimento de la faringe al estómago a través de un proceso llamado peristaltismo debido a las contracciones rítmicas que realizan las paredes musculares del esófago (Jaramillo y Mauricio, 2017).

2.2.4. Estómago

Los cobayos son monogástricos con estómagos completamente glandulares a diferencia de otros roedores, no hay ninguna parte no glandular. Las cuatro regiones del estómago incluyen: cardias, fundus, cuerpo y píloro. El esófago entra oblicuamente en la región cardíaca en la menor curvatura del estómago (Pucha Pauta, 2017).

2.2.5. Intestino delgado

El intestino delgado es el lugar principal donde se realiza la digestión y absorción de los nutrientes de la dieta. El intestino delgado es un tubo muscular situado entre los esfínteres pilórico e íleocecal; convencionalmente se divide en tres secciones: duodeno que alcanza una longitud de 10 a 12 cm, yeyuno 90 cm e íleon con aproximadamente 10 cm (Angosto y Villarejo, 2014).

2.2.6. Intestino grueso

El intestino grueso no contiene ningún apéndice cecal, colon sigmoide o apéndice vermiforme y tiene aproximadamente 70 a 75 cm de longitud (Jaramillo y Mauricio, 2017).

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 (Angosto y Villarejo, 2014).

2.3 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL COBAYO

En el estómago se secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver el alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico además destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo. Algunas proteínas y carbohidratos son degradados; sin embargo, no llegan al estado de aminoácidos ni glucosa; las grasas no sufren modificaciones. La secreción de pepsinógeno, al ser activada por el ácido clorhídrico se convierte en pepsina que degrada las proteínas convirtiéndolas en polipéptidos, así como algunas amilasas que degradan a los carbohidratos y lipasas que degradan a las grasas; segrega la gastrina que regula en parte la motilidad, el factor intrínseco sustancia esencial en la absorción de la vitamina B12 a nivel del intestino delgado. Cabe señalar que en el estómago no hay absorción (Segura *et al.*, 2007).

En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, especialmente en la primera sección denominada duodeno; el quimo se transforma en quilo, por la acción de enzimas provenientes del páncreas y por sales biliares del hígado que llegan con la bilis; las moléculas de carbohidratos, proteínas y grasas son convertidas en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos capaces de cruzar las células epiteliales del intestino y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos. (Rodríguez Palenzuela, 2016).

También son absorbidos el cloruro de sodio, la mayor parte del agua, las vitaminas y otros micros 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, en esta especie que tiene un ciego desarrollado existe digestión microbiana. Comparando con el intestino delgado la absorción es muy limitada; sin embargo, moderadas cantidades de agua, sodio, vitaminas y algunos productos de la digestión microbiana son absorbidas a este nivel. Finalmente, todo el material no digerido ni absorbido llega al recto y es eliminado a través del ano (INIAP, 2010).

La ingesta no demora más de dos horas en atravesar el estómago e intestino delgado, siendo en el ciego donde demora 48 horas. La absorción de ácidos grasos de cadenas cortas se realiza en el ciego y en el intestino grueso. La celulosa retarda los movimientos del contenido intestinal lo que permite una mejor absorción de nutrientes. (Rodríguez Palenzuela, 2016)

El ciego en los cuyes contiene ácidos grasos de cadena corta en concentraciones comparables a las que se encuentran en el rumen NRC (1995) y la ingestión de celulosa puede contribuir a cubrir los requerimientos de energía. El ciego cumple una función importante en la síntesis de vitamina k, así como en la mayoría de las vitaminas del grupo B. La fisiología y anatomía del ciego del cuy, permite que la celulosa almacenada fermenta por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento de fibra. (Aliaga, 2009).

2.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO

La alimentación correcta del cobayo es uno de los aspectos fundamentales para conseguir una producción eficiente, por lo tanto se debe garantizar el suministro de forraje de excelente calidad, agua fresca y en lo posible suplementar con concentrados, además se deberá tener en consideración que es una especie herbívora monogástrica que tiene dos tipos de digestión: enzimática a nivel del estómago e intestino delgado y microbiana a nivel del ciego, su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia, otro aspecto propio de esta especie es la cecotrófia que consiste en la ingestión de las cagarrutas blandas lo que permite aprovechar o reciclar de mejor manera los nutrientes de los alimentos. El cuy consume en forraje verde 30 % de su peso vivo. Consume prácticamente cualquier tipo de forraje (Malagón Peñafiel, 2013).

Componentes de la ración alimenticia:

- **Las proteínas** son importantes porque forman los músculos del cuerpo, los pelos y las vísceras. Los forrajes más ricos en proteína son las leguminosas: maní forrajero, kudzú, alfalfa, trébol, nacedero, botón de oro, etc.
- **Los carbohidratos:** Proporciona la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer y reproducirse. Las principales fuente de energía son todos los granos como sorgo, maíz, trigo y los subproductos de éstos como la pulido de arroz, afrechos.
- **Los minerales:** Forman los huesos, músculo, nervios y los dientes principalmente. Si los cuyes reciben cantidades adecuadas de pastos, no es necesario proporcionar minerales en su alimentación. El contenido de minerales del suelo influye sobre el contenido de éstos en los pasto. Si el animal tiene a disposición sal mineralizada, es capaz de regular la cantidad que debe consumir, de acuerdo con sus propias necesidades.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cobayo en crecimiento.

Nutrientes	Concentración de la dieta
Proteína %	18-20
Energía Digestible, kcal/Kg.	3000
Fibra, %	10
Minerales	
Calcio, %	0.8-0.10
Fósforo, %	0.4-0.7
Magnesio, %	0.1-0.3
Potasio, %	0.5-1.4
Vitamina A, UI/Kg	1000
Vitamina D, UI/Kg	7
Vitamina E, UI/Kg	50
Vitamina K, mg/Kg	5
Vitamina C, mg/kg	200
Tiamina, mg/Kg	2
Riboflavina, mg/Kg	3
Niacina, mg/Kg	10
Piridoxina, mg/Kg	3
Ácido Pantoténico, mg/Kg	20
Biotina, mg/Kg	0.3
Ácido Fólico, mg/Kg	4
Vitamina B12, mg/Kg	10
Colina, g/Kg	1

2.5 FIBRA

Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad 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 de tracto digestivo. El aporte de fibra está dado básicamente por el consumo de los forrajes que son fuente alimenticia esencial para los cuyes. 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 de fibra no menor de 18 por ciento (Knudsen, 2001).

La fibra es una fracción nutritiva sumamente importante, no solo por la capacidad que tienen los cuyes en digerirla, sino porque su inclusión favorece la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo, favorece la producción de la flora bacteriana en el ciego y sirve como una reserva de nutrientes adicional (De Zaldívar, 1997).

La palabra fibra es un término muy amplio que engloba a los componentes estructurales de los tejidos vegetales. La composición química varía con el tipo de material vegetal de que se trate. La fibra vegetal está compuesta fundamentalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, que forman las paredes celulares de los vegetales. La lignina es un compuesto fenólico indigestible que se encuentra asociado a la celulosa. Ambos componentes, generalmente denominados lignocelulosa, proporcionan rigidez estructural a los tejidos vegetales, aumentando su contenido a medida que las plantas maduran. Al progresar la madurez, el porcentaje de lignina aumenta (lignificación), lo que determina un descenso en la digestibilidad de la fibra al madurar las plantas. La paja, residuo de los forrajes y granos maduros, tienen muy bajo valor nutritivo debido a su alto grado de lignificación. Las pectinas y hemicelulosas participan en el cementado de la pared celular, manteniendo unidas las células.

Con respecto al efecto de la fibra sobre el consumo de alimento, es reconocida la teoría de regulación del consumo alimenticio basada en la ingestión constante de energía; teoría ampliamente aceptada en el caso de aves y recientemente estudiada en otras especies. Se ha observado que las dietas voluminosas, ricas en fibra, producen un cese en el consumo de alimento por la distensión que causa a nivel del tracto digestivo, señal que es captada a corto plazo, obligando al animal a no ingerir alimento. En este sentido, el exceso de fibra, además de reducir la digestibilidad de la dieta basal, disminuye la densidad de la dieta y diluye su contenido energético (Yangilar, 2013).

Los métodos analíticos son muy importantes en investigaciones en nutrición puesto que constituyen la base para la interpretación de datos y, en consecuencia, existen numerosas publicaciones con información disponible sobre técnicas para evaluar componentes de un forraje. Pero aparece una gran dificultad para seleccionar el método más adecuado, porque definir la capacidad de un método, tanto desde el punto de vista analítico como de la interpretación de los resultados es tarea complicada, por tanto, la determinación del valor nutricional depende básicamente de la necesidad del investigador y del producto analizado según su composición teórica. Sin métodos confiables o significativos en la valoración nutricional se restringen muchos avances científicos. También, porque aunque es posible analizar la composición química de tejidos individuales de plantas, los requerimientos necesarios para su aislamiento limitan su uso solamente al desarrollo de investigaciones donde se justifica separarlos, porque consumen mucho tiempo y dinero (Segura *et al.*, 2007).

Existen diversos factores que influyen en la digestibilidad de la fibra. En la célula vegetal, el contenido celular posee una digestibilidad casi total, siendo en promedio del 98 %. Mientras que la pared celular posee una digestibilidad muy variable. En la actualidad los análisis permiten separar la pared celular en tres partes: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina detergente ácida (LDA). Por lo general, cuanto mayor sea el contenido de FDN (pared celular) de un forraje menor será su digestibilidad. Pero esto no siempre es así ya que la digestibilidad de la pared celular dependerá del grado de lignificación de la misma. De tal forma que la digestibilidad estará determinada por la cantidad de FDA y de LDA que posea, es decir a mayor fibra detergente ácida y a mayor lignina, menor será la digestibilidad del material (Zamora *et al.*, 2015).

2.5.1. Composición de la fibra

2.5.1.1. Celulosa

Está formada por moléculas de glucosa unidas por mediante enlaces tipo β . En los rumiantes, la celulosa suele digerirse mejor que la hemicelulosa. Es la sustancia que más frecuente se encuentra en la pared de las células vegetales. La celulosa es un polímero de glucosa sin ramificar que puede absorber grandes volúmenes de agua. Solo un 43 % de la celulosa puede ser digerida por la flora bacteriana a nivel intestinal (Giovannetti, 1982).

2.5.1.2. Hemicelulosa

Engloba a un grupo de polisacáridos solubles en soluciones básicas y capaces de unirse a la celulosa a través de puentes de hidrógeno. En las gramíneas, la mayoría de la hemicelulosa son xylanos (con ramificaciones de arabinosa y ácidos glucurónicos). En los monogástricos, la hemicelulosa suele ser más digestible que la celulosa (pues la celulosa apenas se digiere en los monogástricos), pero en los rumiantes la celulosa suele ser más digestible que la hemicelulosa (Meza *et al.*, 2014).

2.5.1.3. Lignina

Es un polímero de alcoholes de hidroxicinamil que es totalmente indigestible en el tubo digestivo de los rumiantes. La lignina ejerce un efecto negativo directo sobre la digestión total y un efecto indirecto consecuencia de impedimentos físicos que limitan el acceso de las bacterias a las zonas degradables de la fibra. Este efecto indirecto es más evidente en las gramíneas que en las leguminosas, pues las gramíneas tienen un mayor contenido de ácidos fenólicos. La concentración de lignina depende de la especie de forraje, siendo mayor en las leguminosas que en las gramíneas, y del estado vegetativo (Guamán, 2015).

2.5.1.4. Pectinas

Las pectinas o sustancias pecticas constituyen un grupo de polisacáridos ricos en ácido galacturónico y, en menor medida, ramnosa, arabinosa y galactosa. Es un heteroglicano que se encuentra principalmente en los espacios que están en las paredes de las plantas (laminilla media), aunque también se filtra en la pared celular (Malagón Peñafiel, 2013).

2.5.1.5. Azucres

El término azúcar es convencionalmente usado para describir los monosacáridos y disacáridos en los alimentos. Muchos azúcares en las plantas están unidos por enlaces glucosídicos para formar moléculas más complejas como disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos (Revollo *et al.*, 2015).

2.5.1.6. Almidón

El almidón es un polisacárido homoglicano que se encuentra como hidrato de carbono de reserva en los granos más importantes de almacenamiento en las plantas. Este es clasificado algunas veces con los carbohidratos solubles por sus propiedades de gelatinización y parcial solubilidad en agua caliente (Franz *et al.*, 2011).

2.6 Métodos Gravimétricos de Determinación de Fibra

2.6.1. Fibra cruda

Se basa en el tratamiento secuencial con ácidos y álcalis en condiciones estandarizadas. Con este método se subvalora en forma importante el contenido de fibra dietética total (FDT) ya que se disuelve gran parte de la hemicelulosa y lignina, can-

tidades variables de celulosa y toda la fibra soluble.’ Los valores de fibra cruda no tienen relación con el verdadero valor de FD de los alimentos humanos. Los valores de FD generalmente son 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda, pero no puede hacerse un factor de corrección porque la relación entre fibra cruda y FD varía dependiendo de los componentes químicos. La fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana y no debiera usarse para informar del contenido de fibra de los alimentos. (Segura *et al.*, 2007)

2.6.2. Fibra Detergente Ácido

Este método consiste en someter la muestra a ebullición con bromuro de cetil-trimetilamonio en medio ácido y posterior filtración y lavado del residuo con buena estimación de celulosa y lignina; en el residuo se pueden analizar ambas (Ñauñay y Isabel, 2012).

2.6.3. Fibra Detergente Neutro

Este procedimiento envuelve la extracción del alimento con una solución caliente de laurilsulfato de sodio y la subsecuente determinación gravimétrica del residuo. Este método da una buena estimación de la fibra insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina) y ha sido usado ampliamente para evaluar los alimentos de consumo. La diferencia entre el método neutro y ácido detergente es la hemicelulosa, pero existen errores potenciales asociados con esta estimación, por lo que se enfatiza la medición directa de hemicelulosas (Ñauñay y Isabel, 2012).

2.7 ALFALFA (*medicago sativa*)

La alfalfa es una leguminosa cultivada tanto en climas tropicales como templados. Varias de las variedades introducidas a Perú se adaptaron muy bien a las condiciones

de la Sierra Central, alcanzando 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.

A diferencia de las gramíneas, la alfalfa no posee grandes cantidades de polisacáridos de reserva en forma de pentosas, pero contiene pequeñas cantidades de almidón y relativamente grandes de pectina. Su contenido en proteínas es alto, pudiendo llegar a más del 20 % cuando la planta se corta al principio de la floración.

Sus tallos y principalmente sus hojas constituyen un succulento forraje, considerando a la alfalfa la especie preferida para producir forrajes, por su alta calidad y elevada producción, siendo la alfalfa el principal alimento para los cuyes (Fries y Tapia, 2007).

2.7.1. Valor nutritivo de la Alfalfa

Tabla 3. Valores porcentuales de alfalfa

Nutrientes	Alfalfa
Fibra cruda	22,49
Extracto etéreo	1,72
Proteína cruda	22,36
Cenizas	8,72
Extracto libre de nitrógeno	47,7

3. METODOLOGÍA

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Materiales

Materiales de campo

- 160 cuyes
- Comederos
- Bebederos
- Botas
- Alimentos (balanceado)
- Posas para cuyes
- desinfectante
- tamo de arroz
- pleibo
- Overol
- Guantes

Materiales de Laboratorio

- Balanza graduada en gramos
- Cajas petri

- Cajas de muestra
- Bisturí
- Cinta métrica
- Peachímetro

Materiales de Oficina

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

3.1.2. Métodos

3.1.2.1. Ubicación

El trabajo de campo se realizó en la Granja San Ignacio de la parroquia Purunuma en el cantón Gonzanamá, perteneciente a la provincia de Loja, 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; con coordenadas -4.208106, -79.364114; dichas instalaciones cuentan con las siguientes características meteorológicas:

- **Altitud:** 2500 msnm.
- **Temperatura:** de 12 a 21 °C con un promedio de 13,5°C.

- **Precipitaciones:** 1022 mm anuales.
- **Humedad relativa:** 70 %.
- **Formación Ecológica:** Bosque seco - Montano bajo



Figura 1: Ubicación de la Granja de cuyes San Ignacio (Google Maps, 2018.)

La elaboración de dietas y el análisis bromatológico se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja ubicado en el sector La Argelia, que posee con las siguientes características meteorológicas:

- **Altitud:** 2160 msnm.
- **Temperatura:** de 12 a 18 °C con un promedio de 15,5°C.
- **Precipitaciones:** 759,7 mm anuales.
- **Humedad relativa:** 70 %.
- **Formación Ecológica:** Bosque seco - Montano bajo



Figura 2: Ubicación del laboratorio Bromatológico en la Universidad Nacional de Loja

3.1.3. Descripción del Experimento

3.1.3.1. Adecuación de instalaciones

■ Desinfección del galpón

La desinfección del galpón se realizó 15 días antes de iniciar el experimento, se comenzó con una limpieza general seca utilizando lanza llamas, para seguir con la limpieza húmeda que incluyó la desinfección con productos a base de amonio cuaternario y formaldehidos, y detergentes en polvo para la limpieza de la instalación interna. La desinfección del material de cama y tamo de arroz del interior del galpón se utilizó amonio cuaternario con fumigadora de espalda, tomando en cuenta que el producto se aplicó en forma de película de gota fina.

■ Preparación del galpón

La nave en la cual se realizó la investigación tiene un área aproximada de 150 m² el cual 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 para cada repetición fue de 1m de largo x 1m de ancho y 0,70 m de altura. El material

de cama utilizado fue tamo de arroz, la misma que tuvo un espesor de 10 a 15 centímetros. Para la ubicación de los comederos se procedió hacer depresión de la cama en el lugar donde se colocó los mismos comederos.

■ **Recepción del cuy**

Una vez que llegaron los cuyes se los peso individualmente, además se los examinó para descartar cualquier anomalía anatómica, seguidamente se procedió a colocarlos en cada unidad experimental en forma aleatoria.

3.1.3.2. Fase de Laboratorio

Una vez finalizado la fase de campo se procedió a realizar el trabajo 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 se realizó el análisis bromatológico de las raciones

3.1.4. Tamaño de la Muestra

Se trabajó con 160 cuyes Perú A1 (50 % machos y 50 % hembras); distribuidos en 2 tratamientos, con 4 unidades experimentales conformadas por 10 animales. Los cuyes fueron del tipo 1a 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:

$$n \leq s^2 \cdot t^2 / d^2$$

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 determi-

nada.

3.1.5. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos fueron dos dietas isoenergéticas e isoproteicas, elaboradas con el 16 % de proteína y 2.800 (kcal/kg) de Energía Digestible con diferentes niveles de fibra como se describe a continuación

3.1.5.1. Tratamiento 1

Consistió en el suministro de una dieta con el 12 % de fibra cruda a un grupo de 40 cuyes hembras, durante los 49 días que duró el trabajo de campo.

3.1.5.2. Tratamiento 2

Consistió en el suministro de una dieta con el 15 % de fibra cruda a un grupo de 40 cuyes hembras, durante los 49 días que duró el trabajo de campo.

3.1.5.3. Tratamiento 3

Consistió en el suministro de una dieta con el 12 % de fibra cruda a un grupo de 40 cuyes machos, durante los 49 días que duró el trabajo de campo.

3.1.5.4. Tratamiento 4

Consistió en el suministro de una dieta con el 15 % de fibra cruda a un grupo de 40 cuyes machos, durante los 49 días que duró el trabajo de campo.

3.1.6. Diseño experimental

Se utilizó un arreglo factorial 2 x 2. Sexo por nivel de FC, los tratamientos se asignaron al azar.

Tabla 4. Diseño experimental.

SEXO	NIVELES	TRATAMIENTOS	REPETICIONES
Hembras	12	Hembras1-Ración1	4(10 animales)
	15	Hembras1-Ración2	4(10 animales)
Machos	12	Machos1-Ración1	4(10 animales)
	15	Machos1-Ración2	4(10 animales)



Figura 3: Distribución de tratamientos y repeticiones

3.1.7. Composición de las dietas.

Se procedió a elaborar las dietas con los ingredientes que se detallan en la (Tabla 5).

Tabla 5. Ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas para cuyes en etapa de crecimiento

	Dietas Experimentales	
	FC 12 %	FC 15 %
<i>Ingredientes</i>		
Afrecho de trigo (Cema)	28,0	28,0
Trigo	15,7	0,00
Alfarina	47,0	59,1
Soya	3,11	1,66
Aceite de palma	3,61	8,23
Melaza	1,00	1,00
Sal	0,23	0,21
L-Lisina-HCL	0,51	0,98
DL-Metionina	0,14	0,15
Premezcla ¹	0,50	0,50
Atrapador	0,10	0,10
<i>Análisis bromatológico</i>		
Grasa	4,67	6,77
Fibra	12,2	15,1
Ceniza	10,2	13,1
Humedad	90,2	90,9

¹Vitamina 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.

3.1.8. Variables de Estudio

3.1.8.1. Parámetros productivos

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

3.1.8.2. Parámetros digestivos

a) Pesos (g) y medidas absolutas y relativas de órganos digestivos

- Estómago
- Intestino Delgado
- Intestino Grueso
- Ciego

b) pH de órganos digestivos

- Estómago
- Ciego

3.1.8.3. Relación entre parámetros productivos y digestivos

Se realizó análisis de correlación entre los parámetros productivos, digestivos y la composición bromatológica de la ración.

3.2 Toma y Registro de datos

3.2.1. Parámetros Productivos

3.2.1.1. Peso Vivo

Se tomó el peso de los cobayos al llegar al galpón, usando una balanza y fueron colocados en cada unidad experimental.

3.2.1.2. Ganancia media diaria

Se pesaron a los animales al inicio y final de la semana, la diferencia se dividió para siete, que son los días de la semana.

3.2.1.3. Consumo medio diario

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

3.2.1.4. Eficiencia alimentaria

Se calculó realizando la relación entre ganancia de peso y consumo de alimento

3.2.1.5. Mortalidad

La mortalidad se registró diariamente y se presentó semanal y global.

3.2.2. Parámetros digestivos

Se tomaron los pesos, tamaño y pH de órganos del tracto digestivo como: estómago, intestinos y ciegos. Estos datos se lo tomo al final del experimento, sacrificando un animal por unidad experimental.

3.2.3. Análisis Estadístico

Los parámetros productivos (excepto mortalidad) fueron analizados a través de un modelo de medidas repetidas, utilizando el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS (SAS University Edition 2016). En el modelo el tratamiento y el sexo serán las variables fijas y la unidad experimental las variables aleatorias. Una matriz de varianzas y covarianzas de tipo auto regresivo heterógeno de orden uno será empleada en el modelo. La mortalidad fué analizada a través del procedimiento GENMOD del programa estadístico SAS, considerándola una variable binomial. Para analizar los resultados de los parámetros digestivos se realizará un análisis de varianza a través del procedimiento GLM del programa SAS, en el que se incluirá como efecto principal el tratamiento y el sexo. Después se compararán las medias a través del test de tukey y contrastes polinomiales. Las probabilidades menores a 0,05 serán consideradas como significativas.

4. RESULTADOS

4.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.1.1. Peso vivo

Como se demuestra en la Tabla 6 y las Figura 4 y Figura 5, en la semana tres no se observó diferencias en los pesos para el nivel de fibra ($P = 0,70$), sexo ($P = 0,59$) e interacción nivel de fibra por sexo ($P = 0,57$). En la semana cuatro se detectaron diferencias para el nivel de fibra ($P = 0,04$) pero no para el sexo ($P = 0,31$) y la interacción nivel de fibra por sexo ($P = 0,07$). Para la semana cinco de igual manera se detectaron diferencias para el nivel de fibra ($P = 0,015$) mas no para el sexo ($P = 0,96$) y nivel de fibra por sexo ($P = 0,18$). En la semana seis se pudo encontrar diferencias en el nivel de fibra ($P = 0,002$) y para nivel por sexo ($P = 0,028$) pero no se detectó diferencias en el sexo ($P = 0,40$). En la septima semana no se encontraron diferencias en el sexo ($P = 0,19$), por el contrario si existieron interacciones con nivel de fibra ($P = 0,0009$) y nivel por sexo ($P = 0,0091$). En la semana octava se encontraron diferencias en el nivel de fibra ($P = < 0, 0001$) y nivel por sexo ($P = 0,0014$) en cambio para el sexo ($P = 0,11$) no se encontró ninguna diferencia. Finalmente para las semanas nueve y diez se encontraron diferencias en nivel de fibra ($P = < 0, 0001$), sexo ($P = 0,018$) ($P = 0,0028$) y nivel de fibra por sexo ($P = < 0, 0001$), respectivamente.

Tabla 6. Efecto del nivel de fibra, sexo y su interacción en los pesos vivos (gramos) semanales de cuyes en crecimiento

Variables	Edad, semanas							
	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nivel de fibra</i>								
12 FC	307,3	370,7	446,6	0,406	386,8	455,4	536,3	634
15 FC	311,9	395,8	476,5	0,444	428,36	507,13	600,72	701,46
<i>Sexo</i>								
Macho	313,82	391,1	461,9	431,5	417,7	493,7	587,15	691,6
Hembra	305,43	375,3	461,16	418,4	397,4	468,7	549,9	643,8
<i>Nivel * sexo</i>								
12 FC – machos	313,42	382,78	440,42	407,1	391,9	464,4	550,6	657,5
12 FC – hembras	301,2	358,6	452,7	404,3	381,6	446,3	522,1	610,5
15 FC – machos	314,21	399,4	483,4	455,9	443,5	523,1	623,7 ^a	725,7
15 FC – hembras	309,6	392,1	469,6 ^{ob}	432,5	413,2	491,1	577,7	677,21
<i>Error Estandar de la media</i>								
Nivel	79,3	79,3	79,3	79,3	79,3	79,3	79,3	79,3
Sexo	93,1	93,1	93,1	93,1	93,1	93,1	93,1	93,1
Nivel * Sexo	155,5	155,5	155,5	155,5	155,5	155,5	155,5	155,5
<i>P-valor</i>								
Nivel	0,705	0,041	0,0154	0,002	0,0009	< 0, 0001	< 0, 0001	< 0, 0001
Sexo	0,591	0,313	0,961	0,402	0,194	0,111	0,019	0,002
Nivel * Sexo	0,576	0,075	0,189	0,028	0,009	0,001	< 0, 0001	< 0, 0001

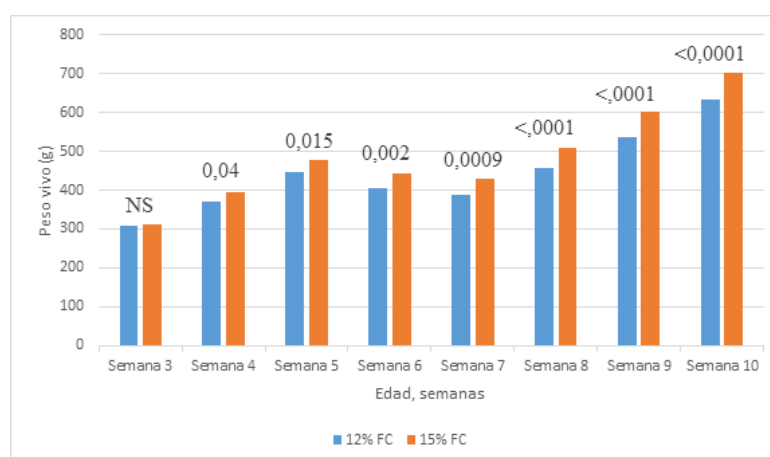


Figura 4: Efecto del nivel de fibra en el peso vivo de cuyes en cebo

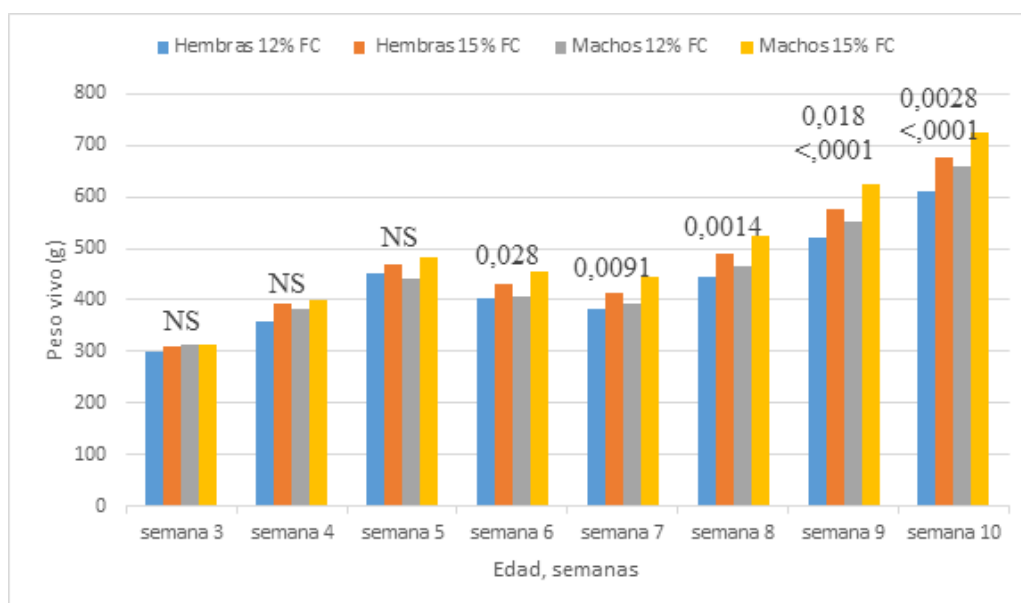


Figura 5: Efecto del nivel de fibra y el sexo en el peso vivo de cuyes en cebo

4.1.1.1. Consumo Medio Diario

En la Tabla 7 se observa, el promedio de consumo medio diario expresado en g/animal/día de cada unidad experimental; por semanas de acuerdo al nivel, sexo y nivel * sexo.

En la Tabla 7, 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 15 % FC, fue mayor al resto con 29,65 g, así mismo las hembras de 15 % FC, consumieron 28,74 g, en los machos de 12 % FC, el consumo llegó a 27,67 g, finalmente las hembras de 12 % FC consumieron 27,48g.

Tabla 7. Promedio de consumo medio diario, g

Variable	Consumo medio diario						
	Semana						
	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nivel de fibra</i>							
12 FC	25,7	24,6	22,4	21,9	23,5	26,01	27,6
15 FC	27,1	26,2	23,9	22,9	25,5	26,9	29,2
<i>Sexo</i>							
Hembra	26,03	25,04	22,8	22,02	24,4	25,9	28,1
Macho	26,7	10,1	23,6	22,8	24,8	26,9	28,1
<i>Nivel de fibra * sexo</i>							
12 FC – hembras	25,69	24,53	22,26	21,60	23,30	25,36	27,48
12 FC – machos	25,66	24,70	22,54	22,35	23,72	26,67	27,67
15 FC – hembras	26,38	25,54	23,33	22,44	25,44	26,57	28,74
15 FC – machos	27,72	26,87	24,65	23,28	25,84	27,27	29,65

4.1.1.2. Ganancia Media Diaria

En la Tabla 8 podemos observar los promedios de la ganancia media diaria por semanas de cada unidad experimental de acuerdo al nivel de fibra, sexo y nivel * sexo.

La tabla 8 nos indica la ganancia media diaria que los animales registraron, así se pudo observar que las hembras de 12 % FC Y 15 % FC, llegaron a ganar en la semana 10 de edad 12,62 g/d'ía y 14,21 g/d'ía respectivamente, frente a los machos de 12 % FC Y 15 % FC que alcanzaron 15,27 g/d'ía y 14,57 g/d'ía, para cada uno de los tratamientos.

Tabla 8. Promedio de ganancia media diaria, g

Variable	Ganancia media diaria						
	Semana						
	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nivel de fibra</i>							
12 FC	9,05	10,84	-5,83	-2,71	9,80	11,57	13,95
15 FC	11,99	11,53	-4,61	-2,27	11,25	13,37	14,39
<i>Sexo</i>							
Hembra	9,99	12,26	-6,10	-3,00	10,19	11,60	13,41
Macho	11,06	10,12	-4,34	-1,97	10,87	13,34	14,92
<i>Nivel de fibra * sexo</i>							
12 FC – hembras	8,19	13,45	-6,91	-3,24	9,24	10,83	12,62
12 FC – machos	9,91	8,23	-4,75	-2,17	10,36	12,31	15,27
15 FC – hembras	11,78	11,07	-5,29	-2,76	11,13	12,37	14,21
15 FC – machos	12,21	12,00	-3,93	-1,77	11,37	14,37	14,57

4.1.1.3. Conversión Media Diaria

En la Tabla 9 se puede evidenciar los promedios de la conversión media diaria por semanas de acuerdo al nivel, sexo y nivel * sexo. En la conversión media diaria como demuestra la Tabla 9 se observa que, en la semana 10 de edad, se registró para machos y hembras del grupo de 12 % FC, una eficiencia alimenticia de 2,18 g y 1,83 g respectivamente. Por otra parte, los animales de la dieta de 15 % FC, tanto machos y hembras llegaron a una eficiencia alimenticia de 2,04 g y 2,03 g.

Tabla 9. Promedio de la conversión media diaria

Variable	Semana						
	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nivel de fibra</i>							
12 FC	2,93	2,42	-4,13	-8,62	2,42	2,26	2,00
15 FC	2,39	2,53	-5,36	-10,72	2,34	2,05	2,03
<i>Sexo</i>							
Hembra	2,77	2,16	-3,96	-7,41	2,44	2,26	2,10
Macho	2,55	2,79	-5,53	-11,93	2,32	2,06	1,93
<i>Nivel de fibra*Sexo</i>							
12 FC – hembras	3,14	1,83	-3,51	-6,69	2,53	2,34	2,18
12 FC – machos	2,72	3,01	-4,74	-10,55	2,31	2,18	1,83
15 FC – hembras	2,41	2,48	-4,41	-8,14	2,34	2,17	2,03
15 FC – machos	2,37	2,58	-6,31	-13,31	2,34	1,93	2,04

4.1.1.4. Mortalidad

En la Tabla 10 y Figura 6 se describen los resultados de mortalidad por nivel de fibra, sexo y nivel de fibra * sexo.

En la Tabla 10 y figura 6 se muestran los resultados de mortalidad, de esta manera se observó que el mayor porcentaje de animales muertos se presento en hembras de 12 % FC, que llego a una mortalidad de 42,5 %, así mismo los machos de 12 % FC, llegaron a una mortalidad de 30 %, el grupo de hembras de 15 % FC, mostro una mortalidad de 40 %. finalmente, la mortalidad mas baja se dio en el grupo de machos de 15 % FC, que llego a 27,5 %. No se detectó diferencias significativas para los niveles de fibra ($P=0,7372$), sexo ($P=0,0986$) y niveles de fibra por sexo ($P=0,9775$).

Tabla 10. Análisis del porcentaje de mortalidad.

Variables	Porcentaje
<i>Nivel</i>	
12 FC	36,3
15 FC	33,8
<i>Sexo</i>	
Hembra	41,5
Macho	28,8
<i>Nivel * Sexo</i>	
12 FC – hembras	42,5
12 FC – machos	30
15 FC – hembras	40
15 FC – machos	27,5
<i>p - Valor</i>	
Nivel	0,737
Sexo	0,099
Nivel*Sexo	0,978

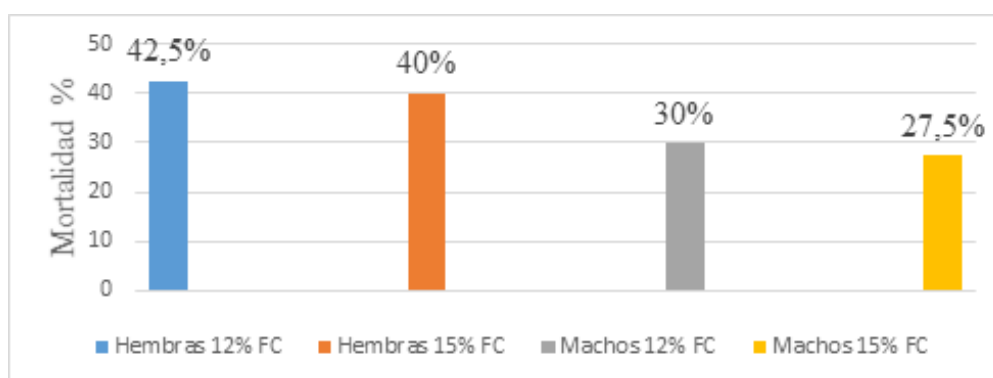


Figura 6: Efecto de los niveles de fibra sobre la mortalidad.

4.2 PARAMETROS DIGESTIVOS

4.2.1. Pesos absolutos y relativos de órganos digestivos

Efecto de diferentes niveles de fibra en el peso absoluto y relativo de los órganos digestivos de cobayos sacrificados a los 64 días de edad, se muestra en la Tabla 11 y Figura 7 y Figura 8.

La tabla 11, muestra los resultados de los parámetros digestivos analizados en el experimento. En lo que se refiere a pesos absolutos del tracto digestivo no se encontró diferencias significativas por niveles de fibra en el tracto digestivo total, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ciegos ($P \geq 0,08$), no se detectó diferencias para el sexo ($P \geq 0,36$), ni tampoco en el nivel de fibra por sexo ($P \geq 0,29$). En lo que se refiere a pesos relativos no se encontró diferencias significativas en nivel de fibra en lo que se refiere a peso del tracto digestivo total, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ciegos ($P \geq 0,38$), de la misma manera tampoco se encontró diferencias en los pesos relativos por el sexo ($P \geq 0,15$) y niveles de fibra por sexo ($P \geq 0,62$).

Tabla 11. Pesos absolutos, pesos relativos, longitud y pH del sistema digestivo de los cobayos, con el error estándar y P. Valor.

Variables	Nivel		EEM ¹	Sexo		EEM ¹	Nivel * sexo				EEM ¹	P-valor		
	12	15		Hembra	Macho		12		15			Nivel Sexo	Nivel * sexo	
	Nivel de FC		Sexo		Hembras	Machos	Hembras	Machos						
<i>Pesos absolutos del tracto digestivo (g)</i>														
Tracto digestivo total	133,5	147,37	5,21	142	138	5,21	131	153	135	141	7,37	0,08	0,58	0,29
Estómago	25,25	31,75	1,88	29,75	27,25	1,88	26,00	33,5	24,5	30,00	2,66	0,10	0,36	0,714
Intestino delgado	24,75	28,50	2,36	26,00	27,25	2,36	23,50	28,5	26,00	28,5	3,34	0,28	0,71	0,715
Intestino grueso	28,50	29,50	2,06	30,25	27,75	2,06	29,00	31,5	28,00	27,5	2,92	0,73	0,40	0,617
Ciegos	50,0	56,00	2,82	53,00	53,00	2,82	49,00	57,0	51,00	55,00	4,00	0,15	1,00	0,620
<i>Pesos relativos % PV</i>														
Tracto digestivo total	17,22	18,39	0,71	18,58	17,03	0,71	17,7	19,42	16,70	17,36	1,01	0,27	0,15	0,62
Estómago	3,30	3,96	0,28	3,86	3,40	0,28	3,50	4,23	3,10	3,69	0,39	0,12	0,26	0,86
Intestino delgado	3,16	3,55	0,28	3,39	3,33	0,28	3,18	3,60	3,15	3,51	0,40	0,35	0,88	0,93
Intestino grueso	3,66	3,70	0,27	3,94	3,42	0,27	3,89	3,99	3,43	3,40	0,38	0,92	0,19	0,87
Ciegos	6,43	6,97	0,33	6,91	6,50	0,33	6,61	7,20	6,25	6,75	0,47	0,27	0,41	0,93
<i>Medidas del tracto digestivo (m)</i>														
Intestino delgado	2,33	2,33	0,09	2,25	2,41	0,09	2,22	2,29	2,45	2,37	0,13	0,94	0,26	0,58
Intestino grueso	1,18	1,24	0,04	1,20	1,23	0,04	1,22	1,17	1,15	1,32	0,06	0,34	0,57	0,10
<i>Ph</i>														
Estómago	1,77	1,65	0,09	1,81	1,61	0,09	1,94	1,68	1,61	1,62	0,13	0,37	0,16	0,32
Ciego	6,70	6,66	0,08	6,63	6,73	0,08	6,68	6,57	6,71	6,74	0,12	0,75	0,43	0,57

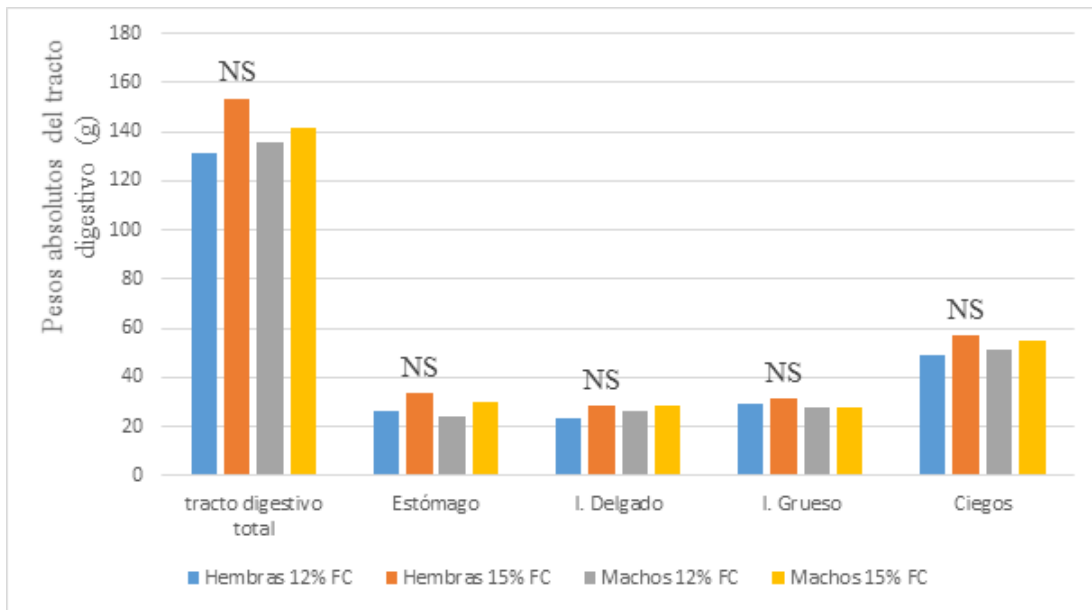


Figura 7: Pesos absolutos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra y sexo tomados a los 64 días de edad.

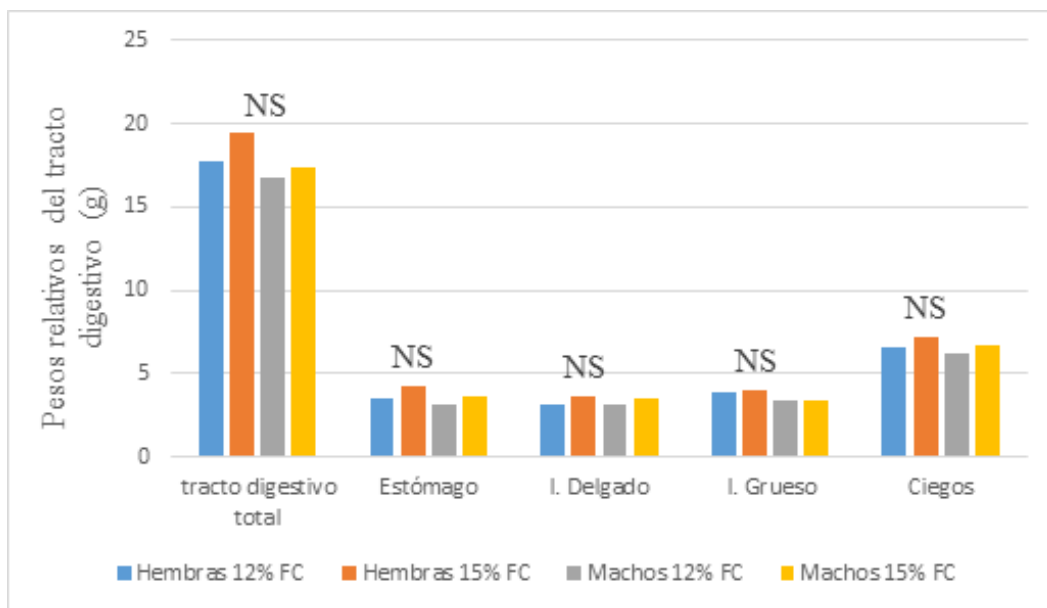


Figura 8: Pesos relativos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra tomados a los 64 días de edad.

4.2.2. Medidas de los órganos digestivos

Efecto de diferentes niveles de fibra sobre la longitud del sistema digestivo, se muestra en la Tabla 11 y Figura 9

Como se observa en la Tabla 11 y figura 9, que se refiere a las medidas de los órganos digestivos, no se encontró diferencias significativas debidas a los niveles de fibra para el intestino delgado e intestino grueso ($P \geq 0,34$), tampoco se encontró interacción por el sexo ($P \geq 0,26$) y de igual manera en niveles por sexo ($P \geq 0,10$).

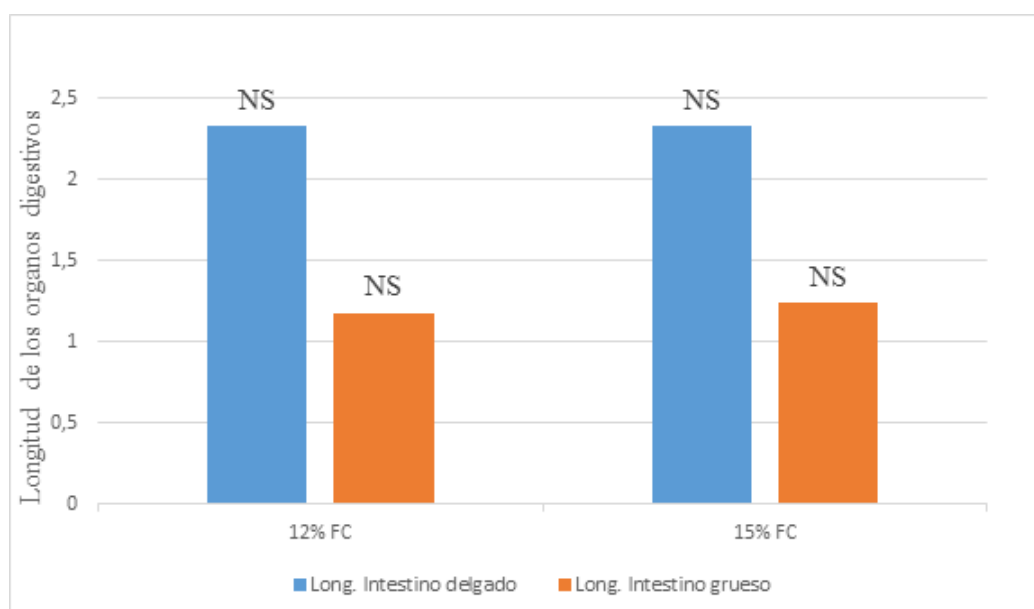


Figura 9: Medidas del sistema digestivo tomados a los 64 días de edad.

4.2.3. pH

El pH, bajo el efecto de diferentes niveles de fibra se muestra en la Tabla 11 y Figura 10.

El pH del estomago, no presento diferencia significativa por efecto del nivel de fibra ($P=0,37$), sexo ($P=0,16$) y niveles de fibra por sexo ($P=0,32$), de igual manera no encontró diferencias en los ciegos en los niveles de fibra ($P=0,75$), sexo ($P=0,53$) y

niveles de fibra x sexo (P=0,47).

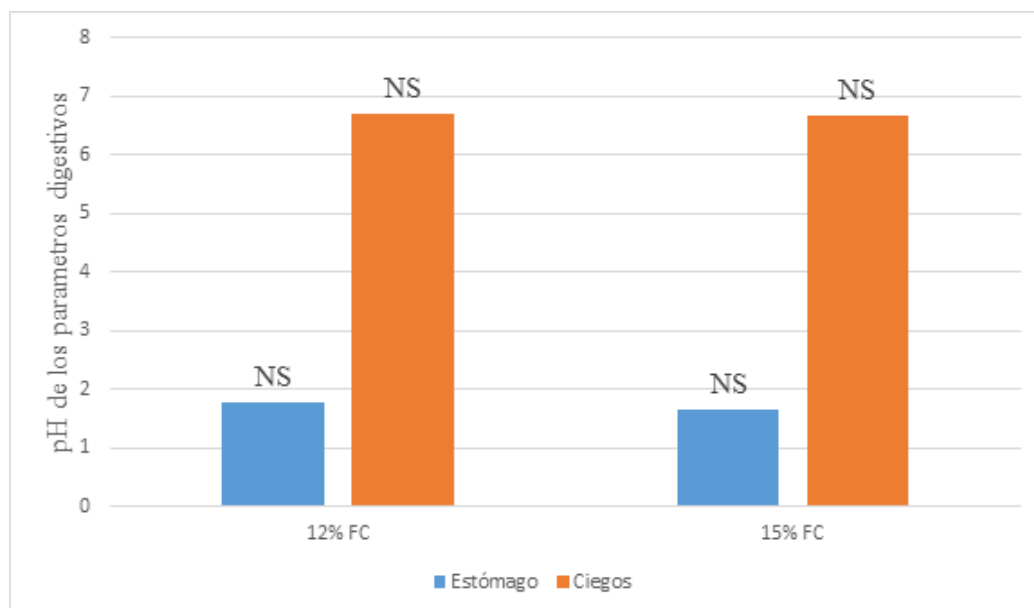


Figura 10: pH del estómago y ciegos, tomados a los 64 días de edad..

4.2.4. Correlaciones

Como se observa en la Tabla 12, las correlaciones fueron significativas entre fibra (P=0,0089), grasa (P=0,0089), cenizas (P=0,0089) y materia seca (P=0,0089) con el peso final. Los pesos del intestino delgado (P=0,0195), estómago (P=0,0039) y ciegos (P=<,0001) en relación con el peso total del tracto digestivo. El peso de los ciegos (P=0,0180) y porcentajes de fibra (P=0,0242), grasa (P=0,0242), cenizas (P=0,0242) y materia seca (P=0,0242) se relacionan con el peso del estómago, siendo todas estas correlaciones variables dependientes.

Tabla 12. Relación del valor bromatológico de las dietas con los parámetros productivos y digestivos de los cuyes (r).

CORRELACIÓN									
	Peso final	Peso total digestivo	Intestino delgado	Intestino grueso	Estómago	Ciego	Ciego	Estómago	Mortalidad
Peso final	1,00								
Peso total digestivo	0,178	1,000							
Intestino delgado	0,255	0,576	1,000						
Intestino grueso	-0,216	0,239	-0,188	1,000					
Estómago	0,175	0,679	0,103	0,179	1,000				
Ciego	0,266	0,822	0,371	0,062	0,582	1,000			
Ciego	0,118	-0,205	-0,093	-0,287	-0,274	0,003	1,000		
Estómago	-0,598	0,043	-0,257	0,415	0,329	-0,100	-0,331	1,000	
Mortalidad	0,630	0,230	0,445	-0,252	0,207	0,175	-0,299	-0,158	1,000
Fibra	0,630	0,456	0,305	0,094	0,559	0,393	-0,089	-0,231	0,267
Grasa	0,630	0,456	0,305	0,094	0,559	0,393	-0,089	-0,231	0,267
Ceniza	0,630	0,456	0,305	0,094	0,559	0,393	-0,089	-0,231	0,267
Materia seca	0,630	0,456	0,305	0,094	0,559	0,393	-0,089	-0,231	0,267

Los valores que se encontraron con un P valor significativo fueron señalados con negrita

5. DISCUSIÓN

5.1 PARAMETROS PRODUCTIVOS

5.1.1. Peso Vivo

Los datos obtenidos en esta investigación aplicando niveles de Fibra cruda (12 % y 15 %) concerniente a la decima semana de edad , el peso de los cobayos se incremento de maneras similares para ambos tratamientos; el 12 % de FC nos dio 634 g y 701 g para el 15 % de FC. Estos datos se asemejan a Arrobo Conde (2013), en su investigación sobre evaluacion de diferentes alternativas de la mezcla maralfalfa (*pennisetum sp*) – alfalfa (*medicago sativa*) en el crecimiento y engorde de cobayos en la quinta experimental de la UNL, obtuvo un peso vivo en la decima semana de vida de los cobayos de 710g. Vargas y Yupa (2011), reportó mejores ganancias de peso con la dieta a base de maíz con un peso promedio de 1,48 kg para machos y 1,450 kg para hembras y en segundo lugar tenemos la fórmula a base de trigo con un peso promedio de 1,100 kg para hembras y 1.08 kg para machos y como menor incremento de peso tenemos a la fórmula testigo a base de cebada con un peso promedio de 0,73 kg para machos y 0,700 para hembras.

Morocho y Fernando (2019), en su trabajo sobre efectos de niveles altos de fibra cruda, sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos tipo 1 a (*cavia porcellus*), utilizando como fuente de fibra la paja al aplicar dos tratamientos con diferentes densidades de FC, el peso de los cobayos incrementa de igual manera en ambos tratamientos.

Estos resultados concuerdan con los autores mencionados en donde al aplicar niveles de fibra elevados en la alimentación en las primeras semanas de vida de los cobayos estos disminuyen su peso en comparación a los pesos normales, para en las

posteriores semanas alcanzar un peso compensatorio.

5.1.2. Ganancia Media Diaria

En la presente investigación, la ganancia media diaria registrada demostró que el tratamiento con 15 % de FC obtuvo 14,39 g siendo superior al de 12 % de FC con 13,95 g. (Moposita y Javier, 2016), en su trabajo sobre Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y perú, demostró que en la ganancia de peso, muestra diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre las medias de los tratamientos T8 y el resto de tratamientos; con una mayor ganancia de peso en el tratamiento T8: con un promedio de 11.23 g/animal/día y las menores ganancias de peso se registraron en el tratamiento T4: con un promedio de 8.07 g/animal/día; esta diferencia se podría deber a la cantidad de alimento que consumieron los animales durante el tiempo que duró esta investigación. (Lozada *et al.*, 2013), reporta una ganancia de peso diaria de 8.68 g al incluir Cebada en grano y Semilla de Girasol en dietas de cuyes, Bazay *et al.* (2014), reporta una ganancia de peso de 594 g al utilizar manano-oligosacáridos en dietas de cuyes. Valverde (2011), manifiesta que el mejor incremento de peso se evidencia en la etapa de 90 días, siendo superiores las dietas que contienen balanceado comercial; con ganancias de 546 g y 461 g para los niveles de 20 % y 30 % de fibra en relación al testigo con 381 g.

Los datos de la investigación concuerdan con Moposita y Javier (2016), Lozada *et al.* (2013), Bazay *et al.* (2014), Valverde (2011), quienes demuestran 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

En la presente investigación al aplicar dos tratamientos con distintos niveles de fibra cruda del 12 % y 15 %, no se detectó diferencias significativas entre tratamien-

tos, teniendo un consumo de 7,6 g y 29,19 g respectivamente en la última semana de vida de los cobayos. De Zaldívar (1997), indica que la regulación del consumo lo realiza el cuy en base al nivel energético de la ración. Una ración más concentrada nutricionalmente en carbohidratos, fibras y proteínas determina un mayor consumo. Meza *et al.* (2014), manifiestan que el consumo es uno de los mejores indicadores de la calidad del alimento y digestibilidad y las propiedades organolépticas, como el olor y sabor de la dietas, hacen deseable el consumo de estos alimentos; llegando a consumir en la octava semana de edad de los cobayos 30 g ingiriendo mas alimento las machos a diferencia de las hembras. 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. La diferencia en consumo puede deberse a factores relacionados con las características de los alimentos y con el sexo de los animales, llegando a consumir las hembras a la novena semana de edad 28 g y los machos 30 g.

Núñez (2017), demostró en su investigación que en la ganancia de peso en cobayos estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, alcanzando un mayor peso los animales del tratamiento 1 (16 % Fibra) tienen una ganancia de peso de 8.18 g por día a diferencia del tratamiento 2 (10 % fibra) que obtuvieron una ganancia de peso de 7.54 g por día. Morocho y Fernando (2019) en su trabajo sobre efectos de niveles altos de fibra cruda, sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos tipo 1 a (*cavia porcellus*), utilizando como fuente de fibra la paja al aplicar dos tratamientos con diferentes densidades de FC no encontró diferencias significativas entre tratamientos con 11 % y 13 % de FND, teniendo incremento de pesos similares en todas las semanas, llegando a un consumo de 42 g en la novena semana de vida de los cobayos, alcanzando más pesos los machos en comparación a las hembras.

Estos datos concuerdan con los autores citados, en donde se manifiesta que el consumo de alimento es voluntario y que depende del nivel de fibra para que exista un crecimiento compensatorio.

5.1.4. Conversión Media Diaria

En la presente investigación no existen diferencias significativas entre tratamientos con el 12 % y 15 % de FC, obteniendo 2,00 g y 2,03 g respectivamente. Morales *et al.* (2011), reporta una conversión alimenticia de 3.75 al suministrar dos niveles de energía en dietas para cuyes, (Bazay *et al.*, 2014), menciona una conversión alimenticia de 5.94 al utilizar manano-oligosacáridos en dietas de cuyes Machaca (2017), menciona que los cuyes, en su condición de animales herbívoros, pueden digerir elementos constituyentes fibrosos de los forrajes, pero su eficiencia es menor que de los rumiantes, debido a que la digestión ocurre en el proceso digestivo (ciego), por ende, afecta la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Jimenez (2016), manifiesta que pudiéndose validar de la efectividad del alimento balanceado a base de maíz, trigo y cebada en la mejora de la conversión alimenticia, de los parámetros nutricionales. La conversión alimenticia se mejora cuando la ración está preparada con insumos de mejor digestibilidad y con mejor densidad nutricional es decir que la densidad de nutriente fue originalmente desarrollada para comparar la cantidad de los micronutrientes esenciales aportadas por un alimento o dieta con la energía provista por ese alimento o dieta. Por eso, aquellos alimentos que tienen una alta densidad de nutrientes son buenas fuentes de micronutrientes o proteína y son más importantes como fuentes de estos nutrientes esenciales que como fuentes de energía.

Estos resultados concuerdan con los autores citados en donde la conversión alimenticia resulta favorable al utilizar alimento que tiene una alta densidad de nutrientes favoreciendo la digestibilidad y por ende existiendo una buena conversión alimenticia.

5.1.5. Mortalidad

En los datos obtenidos en esta investigación la mortalidad con el tratamiento del 15 % de fibra alcanza un índice de 33,8 % de mortalidad, siendo la más baja. Mo-

posita y Javier (2016) en su investigación sobre, evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y Perú determino una mortalidad en los tratamientos T3:L1S3 con el 6,7 %, T4:L2S1 con el 6,7 %, T6:L2S3 con el 13,3 %, T9:L3S3 con el 6,7 %; en cuanto al sistema de alimentación, a base de Forraje con el 2,2 %, Sistema Mixto con el 0 % y el sistema a base de Balanceado con el 8,9 % siendo la mayor mortalidad. Y una mortalidad de 3,7 % en toda la investigación. Jimenez (2016), señala que un buen suministro de alimentación a los cuyes garantiza excelentes rendimientos productivos, sin afectar el comportamiento biológico de los animales; demostrando en su investigación que mediante la utilización de harina de fideo con el 16 % de fibra, en la formulación de las dietas experimentales para alimentar cuyes durante el crecimiento y engorde, registro una mortalidad del 10 % Encalada (2014), manifiesta en su trabajo que durante la etapa de crecimiento en cobayos alimentados con pollinaza con 17 % de fibra, presentó una mortalidad del 8,75 %, observándose mayor incidencia en el tratamiento cinco (0 % de pollinaza machos) con el 30 %, debido a trastornos digestivos (timpanismo) y afecciones respiratorias provocadas por los cambios bruscos de temperatura.

Los datos de este trabajo difieren a los ya citados debido a que el porcentaje de mortalidad en este trabajo es muy elevado y que la causa de mortalidad de los animales en esta investigación se deben a la deficiencia de vitamina c.

5.2 PARÁMETROS DIGESTIVOS

En esta investigación en ningún tratamiento con FC se encontro diferencias significativas en los pesos y medidas; sin embargo existio una diferencia numerica siendo mas pesados los organos en el tratamiento 2; los machos presentaron un mayor peso de los órganos digestivos.

Núñez (2017), afirma que los cobayos alimentados con una concentración de fibra mayor al 20 %, muestran algunas alteraciones, entre las que se encuentran la adaptación del peso relativo de los órganos gastrointestinales, con un aumento del ta-

maño y la capacidad de digestibilidad de alimento acelerada. El mayor desarrollo del intestino mostraría un efecto de la fibra (incrementada en las dietas de restricción) en la funcionalidad del tracto digestivo. Producido a través de una mayor síntesis de metabolitos de origen microbiano o a través de un incremento de la motilidad (movimientos peristálticos y antiperistálticos) o en una reducción del pH del ciego (Machaca, 2017). La alimentación de los cobayos a los 39 días de edad con una ración del 20 % de fibra una diferencia significativa en el peso del tracto digestivo y sus partes, así como en órganos accesorios como es el hígado. En las últimas semanas mantuvieron un crecimiento compensatorio en comparación al control, ya que el tamaño del tracto digestivo obtuvo un crecimiento ideal (Rodríguez *et al.*, 2018). Así mismo la alimentación con el 25 % fibra aumentó los pesos relativos y las longitudes de los segmentos del tracto gastrointestinal largo del tracto digestivo total 382 cm; largo del estómago 6,44 cm (1,69 %); largo del intestino delgado 229 cm (60 %); largo del ciego 12,2 cm (3,19 %); ancho del ciego 2,87 cm (0,75 %); largo del colon 135 cm (32,3 %); a diferencia de los tratamientos con el 12 % de fibra no obtuvieron no tuvieron un incremento en el peso del órganos (Jimenez, 2016).

Los resultados de este trabajo concuerdan con los datos citados por Núñez (2017), Meza *et al.* (2014), Rodríguez *et al.* (2018), Jiménez *et al.* (2000) quienes reportan en sus investigaciones que cuando se implementa niveles elevados de fibra en la ración alimenticia, los pesos relativos y longitudes de los órganos del sistema digestivo tienden a tener un mejor desarrollo.

5.2.1. pH

En la presente investigación no existen alteraciones para el pH del ciego e intestino entre tratamientos del 12 % y 15 % de FC, siendo el pH de estos órganos normales. Morocho y Fernando (2019), no demostró alteraciones para el pH del ciego e intestino entre tratamientos del 11 % y 13 % de FC. Jaramillo y Mauricio (2017), en su investigación sobre características morfofisiológicas del cuy demostró que no

existen cambios de pH a nivel de los intestinos al incrementar el nivel de fibra; sin embargo al incrementar niveles de proteína existe una alteración del pH en los órganos digestivos. Guevara, (2016), demostró que no existe alteración de pH en los órganos digestivos de los cobayos al alimentarlos con una ración del 20 % de fibra. Los resultados de esta investigación concuerdan con Morocho y Fernando (2019), Jaramillo y Mauricio (2017) y Guevara *et al.* (2016) en donde manifiestan que no existen alteraciones en el pH de los órganos al administrar una ración con un incremento de fibra del 20 %; sin embargo este índice de fibra ayuda a una mejor digestibilidad del alimento en el intestino.

5.2.2. Correlación

En la presente investigación existen diferencias significativas para correlaciones entre el peso del intestino delgado, estomago y ciegos con el peso total del tracto digestivo y de igual manera el peso final con el peso del estomago se relacionan a los componentes de la dieta siendo todas estas correlaciones variables dependientes. Vargas y Yupa (2011), demostró en su investigación que obtuvo correlaciones entre los órganos digestivos tales como intestinos grueso, delgado y ciegos, existiendo en los machos mayores desarrollos intestinales Abed *et al.* (2012), en sus investigaciones sobre el efecto de la fibra soluble e insoluble de la pulpa de remolacha sobre la fisiología digestiva de gazapos destetados a los 25 días demostraron que las fracciones soluble e insoluble, producen efectos cuantitativos y cualitativos diferentes en el tracto digestivo de los animales.

Los resultados de este trabajo concuerdan con los autores citados ya que existen correlaciones directas entre la fibra y los órganos digestivos debido a los altos niveles de fibra en la ración existiendo mayor digestibilidad y un buen desarrollo de los órganos digestivos.

6. CONCLUSIONES

De los análisis y discusión de los resultados obtenidos en esta investigación se concluye lo siguiente:

- La dieta que mejor resultados obtuvo fue la de 15 % FC en cuyes machos ya que responden de mejor manera en los parámetros productivos.
- No se detectaron diferencias en el pH, tamaño y peso del tracto digestivo debidas al incremento de fibra cruda con 12 y 15 % .
- Se determino correlación entre varios organos digestivos como: intestino delgado, estomago y ciegos, con el peso total del tracto digestivo y el peso del estomago con el peso final se relacionan a las concentraciones de fibra, grasa, cenizas y materia seca del alimento.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar altos niveles de fibra en la alimentación de cuyes, generando resultados positivos en los parámetros productivos de estos animales.
- Se debe tener en cuenta la desnaturalización de la vitamina c al momento de la peletización de las dietas, utilizando vitamina c termoestable o suministrarla en el agua de bebida de los animales, para evitar inconvenientes durante el proceso.
- Se recomienda seguir realizando trabajos investigativos sobre los de niveles altos de fibra en la alimentación de cuyes, produciendo nuevas dietas alimenticias, logrando disminuir costos en las raciones y beneficiando al productor.

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 fisiología digestiva de gazapos destetados a 25 d. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(1).
- Angosto, M. C., y Villarejo, A. L. D. (2014). Fisiología del aparato digestivo. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia*.
- Arrobo Conde, P. A. (2013). *Evaluación de diferentes alternativas de la mezcla maralfalfa (pennisetum sp)–alfalfa (medicago sativa) en el crecimiento y engorde de cobayos en la quinta experimental “la argelia” de la unl* (B.S. thesis).
- Bazay, G., Carcelén, F., Ara, M., Jiménez, R., González, R., y Quevedo, W. (2014). Efecto de los manano-oligosacáridos sobre los parámetros productivos de cuyes (*cavia porcellus*) durante la fase de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(2), 198–204.
- Calvache, V. J. J. (2016). Economía popular y solidaria en la comuna san José de cocotog, Quito: estudio de la producción del cuy. *Economía*, 41(41), 97–128.
- Camino, J., y Hidalgo, V. (2014). Evaluación de dos genotipos de cuyes (*cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 25(2), 190–197.
- Chiliquinga, A., y Marilu, A. (2012). *Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes* (B.S. thesis).
- De Zaldívar, L. C. (1997). *Producción de cuyes (cavia porcellus)* (Vol. 138). Food & Agriculture Org.

- Encalada, R. E. M. (2014). *Evaluación de tres niveles de pollinaza en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes en el cantón chaguarpamba, provincia de Loja* (B.S. thesis). Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Franz, R., Kreuzer, M., Hummel, J., Hatt, J. M., y Clauss, M. (2011). Intake, selection, digesta retention, digestion and gut fill of two coprophageous species, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*), on a hay-only diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(5), 564–570. doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01084.x
- Fries, A. M., y Tapia, M. E. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO, ANPE-PERÚ.
- Giovannetti, P. M. (1982). Effect of coprophagy on nutrition. *Nutrition Research*, 2(3), 335–349. doi:10.1016/S0271-5317(82)80015-8
- Guamán, C. P. M. (2015). *Utilización de diferentes niveles de un promotor de crecimiento en cavia porcellus (cuyes) en la etapa de crecimiento y engorde* (B.S. thesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Guevara, G. S. Z., Espinoza, J. A. M., Juárez, J. R., y Hernández, J. I. O. (2016). Análisis de la seguridad alimentaria en los hogares el municipio de xochiapulco puebla, México. *Estudios Sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 25(47), 67–85.
- Jaramillo, R., y Mauricio, A. (2017). *Determinación de características morfofisiológicas del tracto digestivo del cuy (cavia porcellus)* (B.S. thesis). Loja.
- Jimenez, J. C. (2016). Evaluación in vivo de la conversión alimenticia de la mezcla a base de maíz, trigo y cebada, bajo dos presentaciones en la alimentación para cuyes (*cavia porcellus*).
- Jiménez, R., Bojórquez, C., Felipe San Martín, H., Carcelén, F., y Pérez, A. (2000). Determinación del momento óptimo económico de beneficio de cuyes alimenta-

- dos con alfalfa vs. una suplementación con afrechillo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 11(1), 45–51.
- Knudsen, K. B. (2001). The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. *Animal feed science and technology*, 90(1-2), 3–20.
- Lozada, P., Jiménez, R., San Martín, H., y Huamán, A. (2013). Efecto de la inclusión de cebada grano y semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento óptimo de beneficio de cuyes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(1), 25–31.
- Machaca, I. Y. (2017). Influencia de la vitamina “c” sobre los parámetros productivos en cuyes (*cavia porcellus* l.) en ichu–puno.
- Malagón Peñafiel, M. (2013). *Pasto guatemala (tripsacum laxum) con mani forrajero (arachis pintoi) en la alimentación de cuyes (cavia porcellus linnaeus) en la etapa de engorde. quevedo.* (Tesis de Master no publicada). Quevedo: UTEQ.
- 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.
- Moposita, L., y Javier, R. (2016). *Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y peru* (B.S. thesis).
- Morales, M., Carcelén, C., Ara, G., Arbaiza, F., Chauca, F., y cols. (2011). Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*cavia porcellus*) de la raza peru. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(3), 177–182.
- Morocho, A., y Fernando, C. (2019). *Efectos de niveles altos de fibra cruda, sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos tipo 1ª (cavia porcellus), utilizando como fuente de fibra la paja.* (B.S. thesis). Loja.

- Ñauñay, G., y Isabel, M. (2012). *Valoración energética de diferentes tipos de balanceado utilizados en la alimentación de cuyes (cavia porcellus)* (B.S. thesis).
- Núñez, C. B. (2017). *Comportamiento productivo y cuantificación de la biomasa residual disponible en un sistema cavícola*. (B.S. thesis).
- Pucha Pauta, O. V. (2017). *Determinación de la digestibilidad in vivo de microsilos de taralla de maíz con la adición de dos aditivos; urea y maguey pulquero (agave salmiana) para la alimentación de cuyes (cavia porcellus)*” (B.S. thesis). Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Revollo, J., Pearce, M. G., Petibone, D. M., Mittelstaedt, R. A., y Dobrovolsky, V. N. (2015). Confirmation of pig-a mutation in flow cytometry-identified cd48-deficient t-lymphocytes from f344 rats. *Mutagenesis*, 30(3), 315–324.
- Rodríguez, P. P., García, J., y De Blas, C. (2018). *fibra soluble y su aplicación en nutrición animal: enzimas y probióticos* (Inf. Téc.).
- Sandoval Alarcón, H. F. (2013). *Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento* (B.S. thesis).
- Segura, F., Echeverri, R., Ll, A. C. P., y MEJÍA, A. I. (2007). Descripción y discusión acerca de los métodos de análisis de fibra y del valor nutricional de forrajes y alimentos para animales. *Vitae*, 14(1), 72–81.
- Valverde, G. 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. C., y Yupa, E. E. (2011). *Determinación de la ganancia de peso en cuyes (cavia porcellus), con dos tipos de alimentos balanceados* (B.S. thesis).
- Yangilar, F. (2013). The application of dietary fibre in food industry: structural features, effects on health and definition, obtaining and analysis of dietary fibre: a review. *Journal of Food and Nutrition Research*, 1(3), 13–23.

Zamora, J. G. Q., Álvarez, A. E. B., Moreno, E. O. T., Cevallos, J. H. A., Galeas, M. M. P., y Macías, P. F. Y. (2015). Enzimas fibrolíticas exógenas en la degradación ruminal in situ del pasto king grass (*pennisetum hybridum*) en dos edades de corte. *Ciencia y Tecnología*, 8(2), 37–43.

Zeas Delgado, V. A. (2016). *Análisis productivo, índice de conversión y mortalidad en cuyes durante el periodo de engorde, manejados en pozas y jaulas* (B.S. thesis).

Anexo I: Estimación de los parámetros productivos y digestivos (SAS University Edition-2019).

Procedimiento GENMOD			
Información del modelo			
Conjunto de datos	WORK.IMPORT4		
Distribución	Binomial		
Función de vínculo	Logit		
Variable de respuesta (Eventos)	Mortalidad	Mortalidad	
Variable de respuesta (Pruebas)	A	A	
N.º observaciones leídas	4		
N.º observaciones usadas	4		
Número de eventos	56		
Número de pruebas	160		
Información del nivel de clase			
Clase	Niveles	Valores	
Procedimiento Mixed			
Información del modelo			
Conjunto de datos	WORK.IMPORT		
Variable dependiente	Peso		
Estructura de covarianza	Simetría compuestas		
Efecto de sujeto	UE(Nivel*Sexo)		
Método de estimación	REML		
Método de varianza del residual	Porfi		
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	34FND 35FND	
Sexo	2	Hembras Machos	
UE	16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	
Semana	8	0 1 2 3 4 5 6 7	
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	128		
N.º observaciones no usadas	0		
Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Lik	Criterio

Figura 11: Estimación de los parámetros productivos, peso vivo semanal (SAS UniversityEdition-2018).

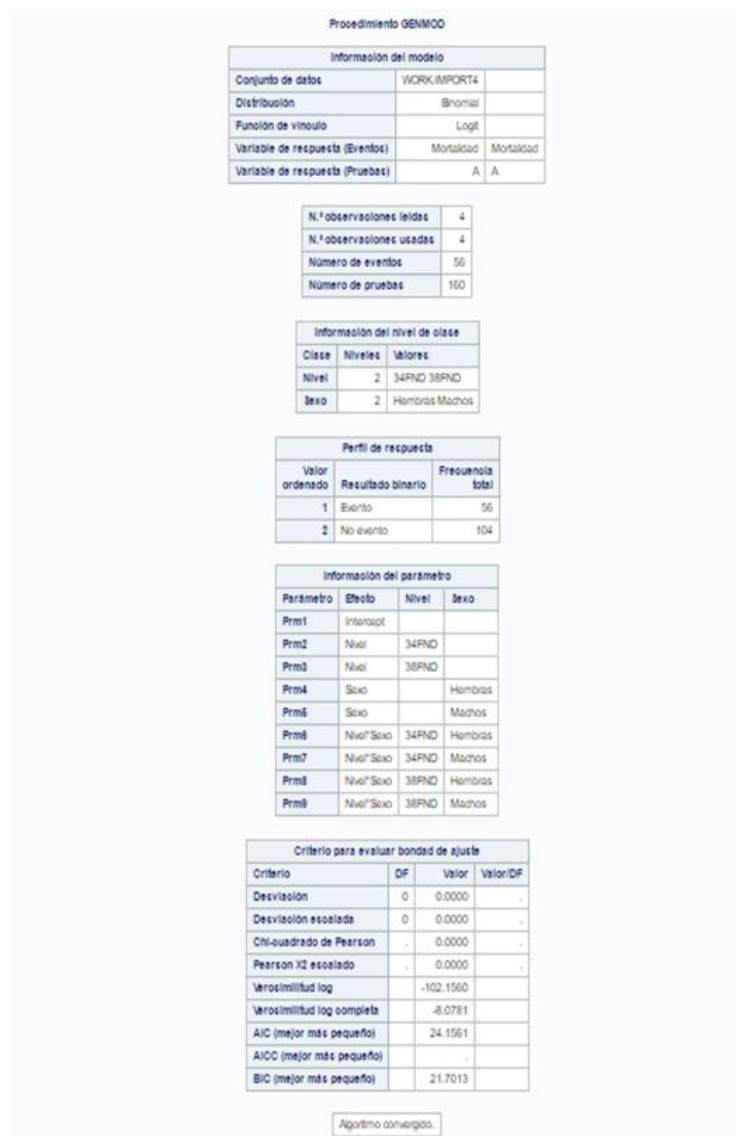


Figura 12: Estimación de los parámetros productivos, mortalidad (SAS UniversityEdition-2018).

Procedimiento CORR

13 Variables: P_vivo_final P_T_digestivo Peso_INT_Delgado P_INT_Gruoso P_Estomago P_Ciegos pH_Ciegos pH_Estomago mortalidad Fibra Grasa Cenizas Materia_Seca

Estadísticos simples							
Variable	N	Media	Dev. est.	suma	Mínimo	Máximo	Etiqueta
P_vivo_final	16	0.66773	0.06488	10.68363	0.51000	0.78750	P_vivo_final
P_T_digestivo	16	140.43750	15.72670	2247	114.00000	170.00000	P_T_digestivo
Peso_INT_Delgado	16	26.62500	6.35479	426.00000	18.00000	38.00000	Peso_INT_Delgado
P_INT_Gruoso	16	29.00000	5.46504	464.00000	20.00000	36.00000	P_INT_Gruoso
P_Estomago	16	28.50000	6.00000	456.00000	18.00000	44.00000	P_Estomago
P_Ciegos	16	53.00000	7.86554	848.00000	42.00000	66.00000	P_Ciegos
pH_Ciegos	16	6.68125	0.23326	106.90000	6.19000	6.95000	pH_Ciegos
pH_Estomago	16	1.71688	0.27693	27.47000	1.40000	2.42000	pH_Estomago
mortalidad	16	6.50000	0.96859	104.00000	5.00000	8.00000	mortalidad
Fibra	16	13.68000	1.48723	218.88000	12.24000	15.12000	Fibra
Grasa	16	5.72000	1.08444	91.52000	4.67000	6.77000	Grasa
Cenizas	16	11.66000	1.47690	186.56000	10.23000	13.09000	Cenizas
Materia_Seca	16	90.53000	0.36148	1448	90.18000	90.88000	Materia_Seca

Coeficientes de correlación Pearson, N = 16 Prob > r suponiendo H0: Rho=0													
	P_vivo_final	P_T_digestivo	Peso_INT_Delgado	P_INT_Gruoso	P_Estomago	P_Ciegos	pH_Ciegos	pH_Estomago	mortalidad	Fibra	Grasa	Cenizas	Materia_Seca
P_vivo_final	1.00000	0.17848	0.25496	-0.21610	0.17450	0.26625	0.11752	-0.56540	0.69796	0.63026	0.63026	0.63026	0.63026
P_T_digestivo	0.17848	1.00000	0.57610	0.23668	0.67861	0.82189	-0.20551	0.04258	0.23036	0.45560	0.45560	0.45560	0.45560
Peso_INT_Delgado	0.25496	0.57610	1.00000	-0.18812	0.10316	0.37079	-0.98321	-0.25718	0.44522	0.30473	0.30473	0.30473	0.30473
P_INT_Gruoso	-0.21610	0.23668	-0.18812	1.00000	0.17862	0.02024	-0.28763	0.41539	-0.25254	0.09449	0.09449	0.09449	0.09449
P_Estomago	0.17450	0.67861	0.10316	0.17862	1.00000	0.58200	-0.27389	0.32921	0.20702	0.55943	0.55943	0.55943	0.55943
P_Ciegos	0.26625	0.82189	0.37079	0.02024	0.58200	1.00000	0.00363	-0.10008	0.17547	0.39392	0.39392	0.39392	0.39392
pH_Ciegos	0.11752	-0.20551	-0.98321	-0.28763	-0.27389	0.00363	1.00000	-0.30050	-0.29679	-0.08855	-0.08855	-0.08855	-0.08855
pH_Estomago	-0.56540	0.04258	-0.25718	0.41539	0.32921	-0.10008	-0.30050	1.00000	-0.15823	-0.23078	-0.23078	-0.23078	-0.23078
mortalidad	0.69796	0.23036	0.44522	-0.25254	0.20702	0.17547	-0.29679	-0.15823	1.00000	0.26726	0.26726	0.26726	0.26726
Fibra	0.63026	0.45560	0.30473	0.09449	0.55943	0.39392	-0.08855	-0.23078	0.26726	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
Grasa	0.63026	0.45560	0.30473	0.09449	0.55943	0.39392	-0.08855	-0.23078	0.26726	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
Cenizas	0.63026	0.45560	0.30473	0.09449	0.55943	0.39392	-0.08855	-0.23078	0.26726	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
Materia_Seca	0.63026	0.45560	0.30473	0.09449	0.55943	0.39392	-0.08855	-0.23078	0.26726	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

Figura 13: Estimación de la correlación de dietas con parámetros productivos y digestivos (SAS UniversityEdition-2018)

Anexo II: Fotografías tomadas durante la realización del trabajo de campo.



Figura 14: Elaboración del balanceado.



Figura 15: Construcción de pozas.



Figura 16: Pesaje inicial de las unidades experimentales.



Figura 17: Ubicación de los animales en las pozas.



Figura 18: Identificación de los tratamientos y repeticiones.



Figura 19: Pesaje semanal de las unidades experimentales.



Figura 20: Inspección semanal del experimento.



Figura 21: Pesaje y medición de los órganos digestivos.



Figura 22: Estudio bromatológico de las dietas.