



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
PARAMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN
COBAYOS TIPO 1^a (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO
FUENTE DE FIBRA LA PAJA.”**

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

AUTOR

CRISTIAN FERNANDO ANGAMARCA MOROCHO

DIRECTOR

Dr. LUIS ANTONIO AGUIRRE MENDOZA *Ph.D.*

LOJA - ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. LUIS ANTONIO AGUIRRE MENDOZA *Ph.D.*
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que he revisado la presente tesis titulada **EFFECTOS DE NIVELES ALTOS DE FIBRA CRUDA, SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1^a (*Cavia porcellus*)**, UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA PAJA, realizada por el Sr. Egresado **CRISTIAN FERNANDO ANGAMARCA MOROCHO**, 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 *Ph.D.*

Director de Tesis

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

EFFECTOS DE NIVELES ALTOS DE FIBRA CRUDA, SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1^a (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA PAJA..


POR

Cristian Fernando Angamarca Morocho


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

HA SIDO APROBADO


24 de Julio 2019



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



Dr. Stephanie Fernanda Chávez Arrese *Ph.D.*
VOCAL



Dr. Mauro Iván Guevara Palacios *Ph.D.*
VOCAL

AUTORÍA

Yo, **Cristian Fernando Angamarca Morocho**, 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: Cristian Fernando Angamarca Morocho

FIRMA:



CÉDULA: 1105930240

FECHA: 24 de Julio 2019

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

Yo Cristian Fernando Angamarca Morocho, declaro ser el autor de la tesis titulada "EFECTOS DE NIVELES ALTOS DE FIBRA CRUDA, SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1^a (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA PAJA.", 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 24 días del mes de julio del 2019.

FIRMA:



Autor: Cristian Fernando Angamarca Morocho
Cédula de identidad: 1105930240
Dirección: Loja, Av. Hector Pilco y German Pitiur, Esteban Godoy
Correo electrónico: wolf.crea@hotmail.com
Teléfono: 2546597-0969196745

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza *Ph.D.*

Tribunal de Grado:

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

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos mas deseados.

A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar hasta aqui y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, eres la mejor.

A mis tios por estar siempre presentes, acompañandome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con exito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Quiero asi mismo agradecer al Dr. Rodrigo Abad quien fue el que me impulso a desarrollar este excelente trabajo de investigacion conjuntamente con el Dr. Luis Aguirre como Director De Tesis y por ultimo agradecer a la Universidad Nacional de Loja quien me formo en sus aulas universitarias

Cristian Fernando Angamarca Morocho

DEDICATORIA

A mi madrecita quien con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentia, de no temer las adversidades porque Dios esta conmigo siempre.

A todos mis tios por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando mas las necesito, por extender su mano en momentos dificiles y por el amor brindado cada dia, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazon.

Cristian Fernando Angamarca Morocho

Índice general

INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. PRODUCCIÓN DE COBAYOS	3
2.2. Anatomía Gastrointestinal	4
2.2.1. Aparato digestivo	4
2.2.2. Fisiología digestiva	5
2.3. Nutrición y alimentación	5
2.4. Fibra Dietética	7
2.4.1. Composición Fisicoquímica de la Fibra	8
2.4.2. Celulosa	8
2.4.3. Hemicelulosa	8
2.4.4. Pectinas	9
2.4.5. β -glucanos	9
2.4.6. Lignina	9
2.4.7. Ácidos fenólicos	10
2.5. Métodos Gravimetricos de Determinación de Fibra	11
2.5.1. Fibra cruda	11

2.5.2.	Fibra Ácido Detergente	11
2.5.3.	Fibra Detergente Neutro.....	11
3.	METODOLOGÍA	22
3.1.	MATERIAL Y MÉTODOS	22
3.1.1.	Materiales	22
3.1.2.	Métodos	23
3.1.3.	Ubicación	24
3.1.4.	Descripción del Experimento	25
3.1.5.	Tamaño de la Muestra	26
3.1.6.	Descripción de los tratamientos	27
3.1.7.	Diseño experimental	27
3.1.8.	Composición de las dietas administradas en los tratamientos.	28
3.1.9.	Variables de Estudio.....	29
3.1.10.	Análisis Estadístico	31
4.	RESULTADOS	32
4.0.1.	PARÁMETROS PRODUCTIVOS	32
4.0.2.	PARAMETROS DIGESTIVOS.....	41
4.0.3.	pH.....	45
4.0.4.	Correlación	46
5.	DISCUSIÓN	48
5.1.	PARAMETROS PRODUCTIVOS	48
5.1.1.	Peso Vivo.....	48
5.1.2.	Ganancia Media Diaria	49
5.1.3.	Consumo Medio Diario.....	49
5.1.4.	Conversión Media Diaria	50

5.1.5. Mortalidad.....	52
5.2. PARÁMETROS DIGESTIVOS	52
5.2.1. pH.....	53
5.2.2. Correlación	54
6. CONCLUSIONES	55
7. RECOMENDACIONES	56
8. BIBLIOGRAFÍA	60

Índice de tablas

1.	Clasificación zoológica del cobayo.	3
2.	Requerimientos nutricionales del cobayo en crecimiento.	6
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	13
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	14
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	15
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	16
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	17
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	18
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	19
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	20
3.	Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.	21
4.	Diseño experimental.	27

5.	Ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas para cuyes en etapa de crecimiento	28
6.	Efecto del nivel de fibra, sexo y su interacción en los pesos vivos (gramos) semanales de cuyes en crecimiento	33
7.	Análisis de la ganancia media diaria de cada semana de acuerdo a lo niveles de fibra, con el error estándar y p valor	36
8.	Promedio de consumo medio diario, g.....	38
9.	Promedio de la conversión media diaria	39
10.	Análisis del porcentaje de mortalidad.	40
11.	Pesos absolutos, pesos relativos, logitud y pH del sistema digestivo de los cobayos, con el error estándar y P. Valor	43
12.	Relación del valor bromatológico de las dietas con los parámetros productivos y digestivos de los cuyes (r).	47

Índice de figuras

1.	Ubicación de la Granja de cuyes San Ignacio.	24
2.	Laboratorio bromatológico de la UNL.	24
3.	Efecto del nivel de fibra en el peso vivo de cuyes en cebo	34
4.	Efecto del nivel de fibra y el sexo en el peso vivo de cuyes en cebo .	34
5.	Ganancia media diaria de los niveles de fibra por semana,.....	37
6.	Ganancia media diaria de los niveles de fibra de acuerdo al sexo por semana.	37
7.	Efecto de los niveles de fibra sobre la mortalidad.....	41
8.	Pesos absolutos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra y sexo tomados a los 64 días de edad.	44
9.	Pesos relativos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra tomados a los 64 días de edad.....	44
10.	Medidas del sistema digestivo tomados a los 64 días de edad.....	45
11.	pH del estómago y ciegos, tomados a los 64 días de edad.	46
12.	Ración para preparar balanceado	61
13.	Peletizado de Balanceado.	61
14.	Pesaje de Balanceado.....	62
15.	Equipo de trabajo.	62
16.	Pesaje de Cuyes.	63
17.	Revisión por parte de Director de Tesis.	63
18.	Análisis bromatológico	64
19.	Salida del SAS, utilizando el procedimiento GLM, con sus p-valores.	65

**EFFECTOS DE NIVELES ALTOS DE FIBRA CRUDA, SOBRE
PARAMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN
COBAYOS TIPO 1^a (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO
FUENTE DE FIBRA LA PAJA**

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los 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. Se utilizaron 80 machos y 80 hembras de 15 días de edad, fueron alojados en grupos de 10 animales (unidad experimental). El experimento fue desarrollado bajo un arreglo factorial 2x2. Para el crecimiento se elaboraron dos raciones basadas en dietas isoenergéticas e isoproteicas, elaboradas con el 16 % de proteína y 2 800 de Energía Digestible (Kcal/Kg) con diferentes niveles de fibra: la primera dieta se formuló con el 11 % de FC, la segunda dieta se formuló con el 13 % 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 diferencias significativas en los pesos vivos entre los dos tratamientos de la misma manera la ganancia media diaria se obtuvo diferencias estadísticamente significativa en la séptima semana para los niveles de fibra y sexo; la mortalidad en el presente trabajo se manifestó por la desnaturalización de la Vitamina C, causando alteración en los datos obtenidos. En los parámetros digestivos, los animales presentaron interacción entre los niveles de fibra por sexo en el peso del intestino delgado y el peso relativo de los ciegos.

La aplicación de los tratamientos mostraron diferencias significativas para los parámetros productivos y negativos para los parámetros digestivos.

Palabras claves: 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 11% of FC, the second diet was I formulate with 13% 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, significant differences were obtained in the live weights between the two treatments in the same way the average daily gain was obtained statistically significant differences in the seventh week for the fiber and sex levels; Mortality in the present work was manifested by the denaturation of Vitamin C, causing alteration in the data obtained. In the digestive parameters, the animals showed interaction between fiber levels by sex in the weight of the small intestine and the relative weight of the blind.

The application of the treatments showed significant differences for the productive parameters and negative for the digestive parameters.

Keywords: Fiber, Level, treatment, denaturation.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de cuyes en el Ecuador es en general una actividad rural localizada en la serranía ecuatoriana, en donde predomina el sistema de crianza tradicional-familiar para producir carne para autoconsumo, con niveles de producción bajos. La población estimada es de 15 millones de cabezas de cuy, la misma que por muchos años ha tenido un crecimiento muy lento, debido a la poca importancia a esta producción pecuaria, por lo que la producción cavícola ha sufrido de carencia de soporte técnico, falta de recursos para realizar investigación y por lo tanto generar tecnología apropiada para poder sustentar y mejorar los índices de productividad (De Zaldívar, 1997). Según Calvache (2016), para el año 2005 en Ecuador existe alrededor de 10 millones de cuyes, pero el III Censo Nacional Agropecuario INEC (2010) indica que existe alrededor de 5067.049 cuyes distribuidos en 337.423 criaderos, de lo cual el 97% corresponde a nivel familiar y tradicional, y el porcentaje restante corresponde a explotaciones tecnificadas, de esta población animal el 40 % se destina a la producción de carne, los criaderos están distribuidas generalmente en la serranía ecuatoriana. El decrecimiento poblacional del cuy se debe claramente porque no existe una rentabilidad que garantice la sostenibilidad, ya que el mercado informal se presentan constantes cambios en cuanto a precios, pues hay épocas que el animal de 2 kg de peso alcanza un precio de 8 – 10 dólares Actualmente la producción de cuyes constituye un rubro importante dentro de la economía campesina, siendo una actividad pecuaria con potencial crecimiento especialmente en el área andina por el incremento de la demanda local y externa debido a su carne exquisita, excelente calidad nutricional con alto valor biológico, elevado contenido de proteína y bajo contenido de grasa (Aquise y Grimaldo, 2011) Uno de los mayores retos en la producción de cuyes ante un mercado exigente es la obtención de canales en óptimas condiciones tanto en peso como en calidad; la principal causa para no lograr este objetivo es la administración de dietas bajas o altas en fibra no relacionadas con los requerimientos de los animales

si no basadas en un conocimiento hipotético. Con estos antecedentes se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿De qué manera niveles altos de fibra afectan los parámetros productivos y digestivos en cuyes? ¿Cuál es el nivel óptimo de fibra en la alimentación de cuyes para garantizar buenos parámetros productivos y digestivos? El costo de producción y transformación de la carne de alto valor nutritivo (22 % de proteína) es muy económico si comparamos con otros productos similares (Chilpe y Chuma, 2015).

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 permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer sus necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción de carne (engorde). 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 su alto valor proteico y descuidando en gran parte la fibra que es de vital importancia para obtener un rendimiento en ganancia de peso y rendimiento a la canal adecuados. Es por ello en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Analizar los parámetros productivos en cobayos alimentados con altos niveles de fibra.
- Valorar los parámetros digestivos en cobayos alimentados con altos niveles de fibra.
- Relacionar el valor bromatológico de las dietas con los parámetros productivos y digestivos de los cuyes.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 PRODUCCIÓN DE COBAYOS

El cuy es originario de Sudamérica específicamente de la zona andina de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Hace por lo menos 3000 años se estableció como la principal fuente de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron, posterior a la conquista los españoles y mestizos continuaron con su crianza y cuidado (Castro, 2002). La vida del cuy puede llegar a los 4 años y como máximo de 7 a 8 años; sus hábitos alimenticios son diurnos y nocturnos siendo ventajoso para su rápido crecimiento hasta alcanzar el tamaño adulto. La alimentación se basa principalmente en forraje verde y en los sistemas de producción comercial se ha incorporado el uso de concentrados para acelerar su crecimiento completando así su ración alimenticia. El Cuy es uno de los pocos animales junto con los primates y el hombre que no pueden sintetizar la vitamina C (Franz *et al.*, 2011).

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 Anatomía Gastrointestinal

El cuy, es una especie herbívora monogástrica que tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana. Realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno. Según su anatomía gastrointestinal está clasificado como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego (Mallqui y Clodoaldo, 2017).

2.2.1. Aparato digestivo

Está constituido por la boca, faringe, esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, glándulas salivales, páncreas e hígado. En el estómago se secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver al 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. Cabe señalar que en el estómago no hay absorción. En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, aquí son absorbidas la mayor parte del agua, las vitaminas y otros microelementos (Revollo *et al.*, 2015).

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 (Revollo *et al.*, 2015).

El alimento no demora más de dos horas en atravesar el estómago e intestino delgado, siendo en el ciego donde demora 48 horas. La celulosa retarda los movi-

mientos del contenido intestinal lo que permite una mejor absorción de nutrientes, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra.

2.2.2. Fisiología digestiva

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de los mismos a lo largo del tracto digestivo (De Zaldívar, 1997).

2.3 Nutrición y alimentación

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, kudzu, alfalfa, trébol, nacedero, botón de oro, etc.

Los carbohidratos: Proporciona la energía que el organismo necesita para mante-

nerse, crecer y reproducirse. Las principales fuente de energíia 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

2.4 Fibra Dietética

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

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.

El término fibra dietaria en nutrición se refiere a los componentes de los alimentos derivados de plantas que no son digeribles por los sistemas enzimáticos de los mamíferos (Yangilar, 2013). En forrajes, normalmente en alimentación para ganado, fibra se refiere a las paredes celulares de las plantas (Segura *et al.*, 2007), y está bien establecido que la rata de degradación ruminal de diferentes sustratos depende de la composición de la pared celular de la planta (Zamora *et al.*, 2015). La fibra es importante en ambos casos porque representa la porción orgánica de los alimentos que es más difícil de digerir; las fracciones de alimentos que no son fibras son fácil y casi completamente digeridas por la mayoría de las especies animales.

2.4.1. Composición Fisicoquímica de la Fibra

La fibra está constituida por celulosa, lignina, hemicelulosa, pectina, inulina, agar, quitina, gomas y silicatos; inclusive algunos autores incluyen como parte de la fibra algunos compuestos fenólicos, el ácido fítico y otros compuestos anti nutricionales presentes en muy pequeñas cantidades en los alimentos (Giovannetti, 1982). La celulosa y a la hemicelulosa les corresponden los mayores porcentajes en la constitución de la fibra, las siguen la lignina y las pectinas que poseen en algunos alimentos porcentajes relativamente altos. El resto de los componentes no tienen especial importancia nutricional y no representan cuantitativamente cifras elevadas (Guamán, 2015).

Es necesario contar con ensayos rápidos y simples para determinar el contenido total de fibra insoluble en los alimentos para animales, pero con esta composición tan compleja, es una tarea difícil (Meza *et al.*, 2014).

2.4.2. Celulosa

Está formada por moléculas de glucosa unidas por mediante enlaces tipo β . En los rumiantes, la celulosa suele digerirse mejor que la hemicelulosa.

2.4.3. 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.

2.4.4. Pectinas

Son ácidos urónicos (ácido galacturónico, ramnosa). Se encuentran en cantidades elevadas en las leguminosas. La unión entre los polisacáridos que integran la pectina son del tipo (como los del almidón) y por tanto las pectinas son casi totalmente degradadas en el rumen. Las pectinas se digieren más rápidamente que la celulosa o la hemicelulosa, pero a diferencia de lo que ocurre con la rápida fermentación del almidón, la fermentación de las pectinas no disminuye el pH ruminal, básicamente porque las bacterias que degradan las pectinas son sensibles a pH ácidos (Segura *et al.*, 2007). Por tanto, la suplementación de pectinas en las raciones de rumiantes se considera una práctica segura para aportar energía.

2.4.5. β -glucanos

Son polisacáridos de glucosa unidos mediante enlaces β , como la celulosa, pero que son fermentados rápidamente en el rumen. Se encuentran principalmente en las gramíneas y en la fibra de los granos de cereal.

2.4.6. 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 como 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 (a mayor madurez más lignina).

2.4.7. Ácidos fenólicos

Según Chilpe y Chuma (2015), los ácidos fenólicos (ferúlico y cumárico) inicialmente habían sido considerados tóxicos para las bacterias ruminales, pero más tarde se demostró que las bacterias pueden degradar estos ácidos. Sin embargo, la concentración de los ácidos fenólicos está negativamente correlacionada con la degradación de la fibra en el rumen, siendo el ácido cumárico más potente que el ferúlico en la depresión de la degradación. De todas formas, la mayoría del ácido cumárico está unido a la lignina y no al arabinoxylano. Los ácidos ferúlicos disminuyen, mayoritariamente, el ritmo de digestión de la fibra mientras que el ácido cumárico disminuye, mayoritariamente, la digestión total debido a una limitación física del acceso microbiano a la fibra. Las gramíneas son más ricas que las leguminosas en ácidos fenólicos (sobre todo en los que se unen a la lignina mediante enlaces éster), y por ello su ritmo de degradación ruminal es inferior al de las leguminosas.

Algunos materiales vegetales, sin embargo, también pueden contener cantidades significativas de fibra como almacenamiento NSP. Ahora se sabe que FD exhibe una gama de propiedades físicas que actúan en concierto con las propiedades químicas para determinar los efectos fisiológicos de la alimentación. En el análisis de FD, es común caracterizar FD de acuerdo con su solubilidad, como se cree que NSP soluble es el compuesto activo en la regulación de la digestión y absorción en el intestino anterior. Por el contrario, el FD insoluble actuará principalmente en el intestino grueso donde, debido a su presencia física, aumenta efectivamente el volumen fecal, diluye el contenido del colon y disminuye el tiempo de tránsito de la boca al ano. Sin embargo, aunque moderno las técnicas analíticas permiten la cuantificación y caracterización de las características físicas y propiedades químicas de DF en los materiales de la planta.

2.5 Métodos Gravimétricos de Determinación de Fibra

2.5.1. 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, cantidades 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)

2.5.2. Fibra Ácido Detergente

Este método consiste en someter la muestra a ebullición con bromuro de cetiltrimetilamonio en medio ácido y posterior filtración y lavado del residuo con buena estimación de celulosa y lignina; en el residuo se pueden analizar ambas.

2.5.3. 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.

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
Fibra cruda (FC)	<p>Porción de pared celular de la planta que sobrevive a la digestión ríngurosa en solución ácida y alcalina (Cho, DeVries, y Prosky, 1997)</p> <p>. Se recupera celulosa y lignina en mayor proporción.</p>	<p>Se remueven muchos polisacáridos no celulósicos y lignina. Se elimina la hemicelulosa. Subestima el contenido total de la pared celular de la planta de un forraje y recupera sólo una porción de los polisacáridos de la pared y la lignina.</p>	<p>El sistema de análisis proximal o sistema Weende, en el cual la concentración de la fibra es medida como fibra cruda (FC), es el método más antiguo todavía en uso (desde 1859). Es un método gravimétrico. Bajo este esquema una muestra es secuencialmente colocada en reflujoen base diluída, seguido por ácido diluído. El residuo resultante se conoce originalmente como la porción indigerible del forraje; en la actualidad se sabe que está compuesto principalmente por celulosa y proporciones variables de polisacáridos no celulósicos y de lignina. Continúa siendo usado hoy día porque es un método oficial de la AOAC para el análisis de alimentos.</p>

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
Fibra detergente neutra (FND)	Fracción del alimento incompletamente digerible, recuperación casi completa de paredes celulares de pastos.	Pectinas casi completamente removidas. NDF es considerada como la fracción entera de fibra del forraje, pero también subestima la concentración de la pared celular porque muchas de las sustancias pécticas en la pared son solubilizadas. NDF hace una pobre estimación de la concentración de la pared celular para las leguminosas ricas en pectinas. Las proteínas que se dañan por calentamiento en alimentos procesados o calentados también son retenidas en FND, sobreestimando el contenido de fibra.	En nutrición ruminal el método de la fibra detergente neutra (FND) desarrollado por van Soest ha reemplazado enormemente al FC por FND; así como FC, usa extracciones químicas (con una solución detergente neutro bajo reflujo) seguido por determinación gravimétrica del residuo de fibra). Aunque se ha usado ampliamente, el método NDF para el análisis de fibra de alimentos para rumiantes, no era un método oficial de la AOAC. La hidrólisis de NDF con ácido trifluoroacético puede ser usada para determinar los azúcares hemicelulósicos. La AOAC aprobó en 2002 el método aNDF, una variante al método NDF, que utiliza a-amilasa para disminuir algunas interferencias.

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
Fibra ácido detergente (FAD)	Porción de pared celular de la planta, recuperación completa de celulosa. Fibra detergente ácida (FAD), es una porción de las fibras de las plantas. FAD incluye la celulosa y la lignina de las paredes celulares y cantidades variables de xilanos y otros componentes.	Una porción significativa de la lignina es solubilizada.	Método de análisis aprobado por la AOAC. Una variación común del método ADF es usar NDF como pretratamiento.

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
Fibra dietaria (FD)	Completa recuperación de los polímeros de las paredes celulares. A diferencia de FND y de FC, el método de FD retiene todos los componentes de la pared celular.	La remoción de almidón y proteína puede ser un problema en alimentos concentrados y procesados. La remoción incompleta de estas sustancias puede resultar en el DF, sobreestimando la concentración de la pared celular.	El procedimiento de fibra dietaria de Prosky (FD) es el tercer método gravimétrico de importancia usado para medir la concentración de fibra (método oficial de la AOAC). Utiliza una serie de pretratamientos enzimáticos y químicos seguidos por precipitación en etanol al 80 % para aislar el residuo fibroso.

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
Fibra dietaria Uppsala	Recuperación total de la pared celular y composición de la pared celular.	Complejidad del método	Similar al método de FD de Proxy, pero tiene la ventaja agregada de proporcionar datos composicionales; también ha recibido aprobación de la AOAC. Después del pretratamiento para remover componentes que no son de pared, los polisacáridos de la pared celular son hidrolizados con ácido sulfúrico y los componentes azúcares neutros son identificados y cuantificados por cromatografía (generalmente cromatografía de gases). Los azúcares ácidos de la pared celular, y los ácidos galacturónico y glucurónico, son medidos colorimétricamente en el hidrolizado.

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
Crampton-Maynard	Celulosa	Contaminación con pequeñas cantidades de xilanos.	El método Crampton-Maynard proporciona una mejor medida de la celulosa en los forrajes.
FAD menos LAD	Celulosa	Limitaciones de los métodos de FAD y LAD. Las concentraciones de celulosa son sobreestimadas porque en FAD hay xilanos presentes en cantidades variables y subestimados por contaminación con proteínas que han sido dañadas térmicamente presentes en LAD.	Existen muchos métodos analíticos para la medida de componentes específicos de la pared celular. En nutrición de rumiantes, las concentraciones de celulosa son normalmente estimadas como FAD menos lignina ácido detergente sulfúrica (LAD).

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
FND menos FAD	Hemicelulosa	Limitaciones de los métodos de FND y FAD. Estimados de hemicelulosa basados en FND sobreestimados por proteínas no extraídas en FND, y subestimados por xilanos residuales en FND.	La concentración de celulosa es normalmente estimada como FND menos FAD.
Lignina ácida detergente (LAD)	Lignina	Solubilización de la lignina en el paso de FAD, especialmente en pastos.	LAD mide el residuo remanente después de hidrólisis ácida; es el método más común para determinar lignina en nutrición de rumiantes, pero cada vez existe más evidencia de que el subestimado del valor de la lignina debido a la solubilización de algunas ligninas en el paso anterior de FAD.

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
Lignina Klason	Lignina	Posible contaminación con proteínas y carbohidratos.	Es el residuo que permanece después de la hidrólisis ácida. La concentración de fibra es calculada como la suma de todos los componentes individuales. Lignina por Klason es el método más antiguo para lignina y ha sido considerado inapropiado para forrajes debido a la contaminación por proteínas. Resultados recientes muestran que esta consideración es innecesaria y puede ser el mejor método disponible para estimar el contenido de lignina.

Tabla 3. Usos y limitaciones de algunos de los principales métodos de análisis de fibra y paredes celulares para determinar la calidad de los forrajes y en nutrición animal.

Método de análisis	Fracción de forraje medida	Limitaciones del método	Descripción
Lignina por permanganato, clorito de sodio o acetil bromuro	Lignina	Estos métodos oxidativos son susceptibles a la solubilización incompleta de la lignina o a interferencias por otros componentes de la pared celular que se pueden solubilizar.	Solubilizan la lignina y miden la lignina por pérdida de peso o por espectrofotometría.

3. METODOLOGÍA

3.1 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.1. Materiales

3.1.1.1. Materiales de campo

- 160 cuyes
- Comederos
- Bebederos
- Viruta de madera
- Separadores de madera
- Malla
- Balanza digital
- Termómetros
- Alimento
- Botas
- Overol
- Guantes
- Desinfectantes

3.1.1.2. Materiales de laboratorio

- Equipo de bisturí
- Balanza digital
- Cinta métrica
- Cintas de pH

3.1.1.3. Materiales de oficina

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Libreta de apuntes
- Esféros
- Cuaderno
- Impresora

3.1.2. Métodos

3.1.2.1. Ubicación del Experimento

- **Mapa**

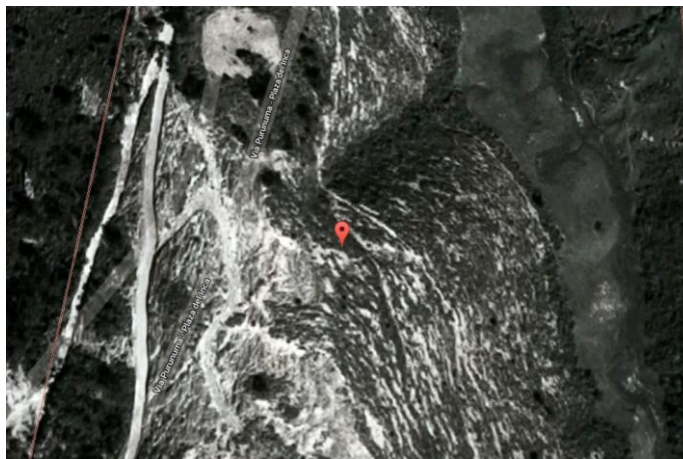


Figura 1. Ubicación de la Granja de cuyes San Ignacio.

■ **Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja**

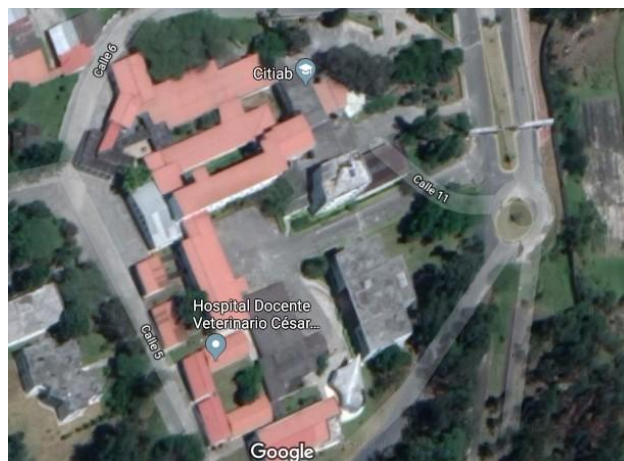


Figura 2. Laboratorio bromatológico de la UNL.

3.1.3. Ubicación

3.1.3.1. Ubicación de la granja San Ignacio

Esta investigación de campo se realizó 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; dicha investigación se realizara en la parroquia Purunuma en la Granja de cuyes San Ignacio con coordenadas -4.208106, -79.364114; dichas instalaciones cuentan 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°C
- **Precipitaciones:** 1.022 mm anuales.
- **Humedad relativa:** media de aproximadamente el 70 %
- **Formación Ecológica:** Templado

3.1.4. Descripción del Experimento

3.1.4.1. Fase de Campo

Se desinfectó el galpón donde se iba a realizar el trabajo 15 días antes de empezar el experimento, utilizando un lanza llamas y productos a base de amonio cuaternario y formaldehidos, y detergentes en polvo para la limpieza de la instalación íntegra. La desinfección del material de cama y la viruta del interior del galpón se utilizó amonio cuaternario usando fumigadora de espalda, tomando en cuenta que el producto esté en forma de película de gota fina. El material de cama fue viruta de madera, la misma que debe tener un espesor de 10 centímetros. Para colocar los comederos de los cuyes procedemos hacer depresión de la cama en el lugar donde se colocará la funda de papel o polipropileno, también se puede usar empaques de alimento (saquillos). Dividimos las jaulas en donde se realizarán los tratamientos, se utilizó listones de madera y malla, el área aproximada para cada repetición serán de 1m² por 0,70 m de altura. Colocamos a los animales, y suministramos el respectivo alimento. Semanalmente controlamos la cantidad de alimento consumido y el incremento del peso del animal.

3.1.4.2. Fase de Laboratorio

Una vez finalizado 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 los balanceados aplicados

3.1.5. Tamaño de la Muestra

Se trabajó con 160 cuyes Perú A1 (50 % machos y 50 % hembras); distribuidos en 2 tratamientos, para lo cual tuvimos en cada tratamiento, 4 unidades experimentales conformadas cada una 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 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

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

3.1.6.1. Tratamiento 1

Consiste en aplicar un nivel de 11 % de fibra cruda

3.1.6.2. Tratamiento 2

Consiste en aplicar un nivel de 13 % de fibra cruda

3.1.7. Diseño experimental

Se utilizó un arreglo factorial 2 x 2. El sexo por ración y los tratamientos se asignaron al azar dentro de cada sexo.

Tabla 4. Diseño experimental.

SEXO	NIVELES	TRATAMIENTOS	REPETICIONES
Hembras	11	Hembras1-Ración1	4(10 animales)
	13	Hembras1-Ración2	4(10 animales)
Machos	11	Machos1-Ración1	4(10 animales)
	13	Machos1-Ración2	4(10 animales)

3.1.8. Composición de las dietas administradas en los tratamientos.

Una vez realizada la distribución de tratamientos y repeticiones, se procedió a elaborar las dietas para los tratamientos. A continuación, presentamos los ingredientes con el porcentaje, utilizado para elaborar las dietas (Tabla 5).

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

	Dietas Experimentales	
	FC 11 %	FC 13 %
<i>Ingredientes</i>		
Afrecho de trigo (Cema)	28,0	28,0
Trigo	13,7	0,91
Alfarina	28,8	36,5
Soya	19,9	19,3
Aceite de palma	5,65	10,8
Malaza	1,00	1,00
Sal	0,29	0,29
L-Lisina-HCL	0,31	0,28
DL-Metionina	0,10	0,13
Premezcla ¹	0,50	0,50
Carbonato de calcio	1,58	2,06
Atrapador	0,10	0,10
<i>Análisis bromatológico</i>		
Grasa	2,12	3,08
Fibra	11,0	13,0
Ceniza	11,7	9,38
Humedad	89,0	89,4

¹Vitamina A1 12000000 UI, Vitamina D3 2400000 UI, Vitamina E 15000 UI, Vitamina K3 2500 mg, Vitamina B1 3000 mg, Vitamina B2 8000 mg, 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, Manganeseo 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.

3.1.9. Variables de Estudio

3.1.9.1. Parámetros productivos

- Peso vivo
- Consumo medio diario
- Ganancia media diaria
- Eficiencia alimenticia
- Mortalidad

3.1.9.2. Parámetros digestivos

a) Pesos y medidas absolutas y relativas de órganos digestivos

- Estómago
- Intestino Delgado
- Intestino Grueso
- Ciego

b) pH de órganos digestivos

- Estómago
- Ciego

3.1.9.3. Relación entre parámetros productivos y digestivos

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

3.1.9.4. Peso Vivo

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

3.1.9.5. Ganancia media diaria

Para la ganancia media diaria vamos a pesar a los animales al inicio de cada semana y al final de la semana, por consiguiente, realizamos una resta y ese valor lo dividimos para siete, que son los días de la semana.

3.1.9.6. 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 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

3.1.9.7. Eficiencia alimentaria

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

3.1.9.8. Mortalidad

La mortalidad fue registrada diariamente y se presentarán mortalidades semanales y globales.

3.1.9.9. Parámetros digestivos

Se tomaron los pesos, medidas y pH de órganos del tracto digestivo como: estómago, intestinos y ciegos. También se tomó el peso y medidas de otros órganos como: hígado, bazo, páncreas. En esta parte de la metodología, se debe enumerar las variables que se consideraron en el análisis.

3.1.10. 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 fue 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

4.0.1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.0.1.1. Peso vivo

Como se demuestra en la Tabla 6 y las Figura 3 y Figura 4, en la semana tres de vida de los cobayos no se observó diferencias en los pesos para el nivel y sexo ($P \geq 0,07$), existiendo interacciones para el nivel de fibra y el sexo ($P=0,034$). En la cuarta semana de vida en los animales se detectaron diferencias para el nivel ($P=0,001$) y la interacción nivel por sexo ($P=0,001$); sin embargo, no se detectó diferencias debidas a el sexo ($P=0,93$). Para la quinta semana (36 d de vida de los cuyes) no se encontraron diferencias significativas para el sexo ($P=0,30$), se detectó diferencias para el nivel ($P=0,002$) y el nivel por el sexo ($P=0,003$). En la sexta, séptima, octava, novena y decima semana de aplicación de los tratamientos en los cobayos no se detectaron diferencias estadísticas para los niveles de fibra ($P \geq 0,10$), para el sexo ($P \geq 0,23$) y nivel x sexo ($P \geq 0,03$)

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>								
11 FC	286	295	335	431	733	559	694	860
13 FC	315	356	424	461	571	807	912	1060
<i>Sexo</i>								
Macho	294	325	394	380	594	714	871	1004
Hembra	306	326	365	471	710	652	736	915
<i>Nivel x sexo</i>								
11 FC – machos	271 ^b	274 ^b	336 ^{ab}	316	594	545	746 ^{ab}	892
11 FC – hembras	302 ^{ab}	316 ^b	333 ^b	546	871	573	643 ^b	828
13 FC – machos	318 ^a	375 ^a	451 ^a	444	593	883	996 ^a	1117
13 FC – hembras	311 ^{ab}	336 ^{ab}	397 ^{ab}	397	549	730	828 ^{ab}	1002
<i>Error Estandar de la media</i>								
Nivel	10,9	12,8	19,1	57,9	225	101	87,6	95,8
Sexo	10,9	12,8	19,1	57,9	220	93,4	78,9	85,0
Nivel x Sexo	15,4	18,1	27,0	81,8	318	143	124	135
<i>P-valor</i>								
Nivel	0,069	0,001	0,002	0,905	0,604	0,065	0,055	0,101
Sexo	0,433	0,930	0,296	0,268	0,709	0,638	0,230	0,462
Nivel x Sexo	0,034	<0,001	0,003	0,051	0,466	0,075	0,029	0,094

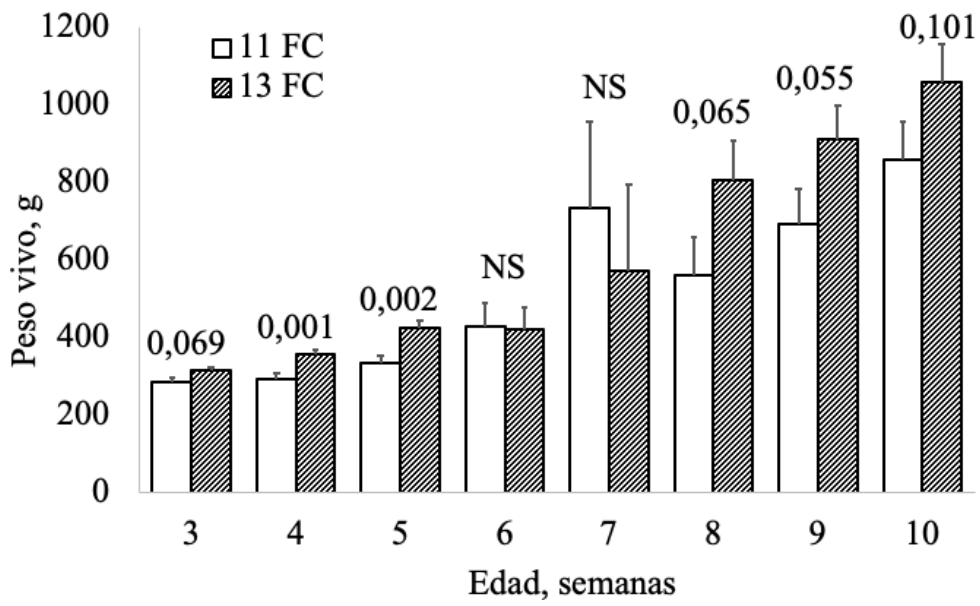


Figura 3. Efecto del nivel de fibra en el peso vivo de cuyes en cebo

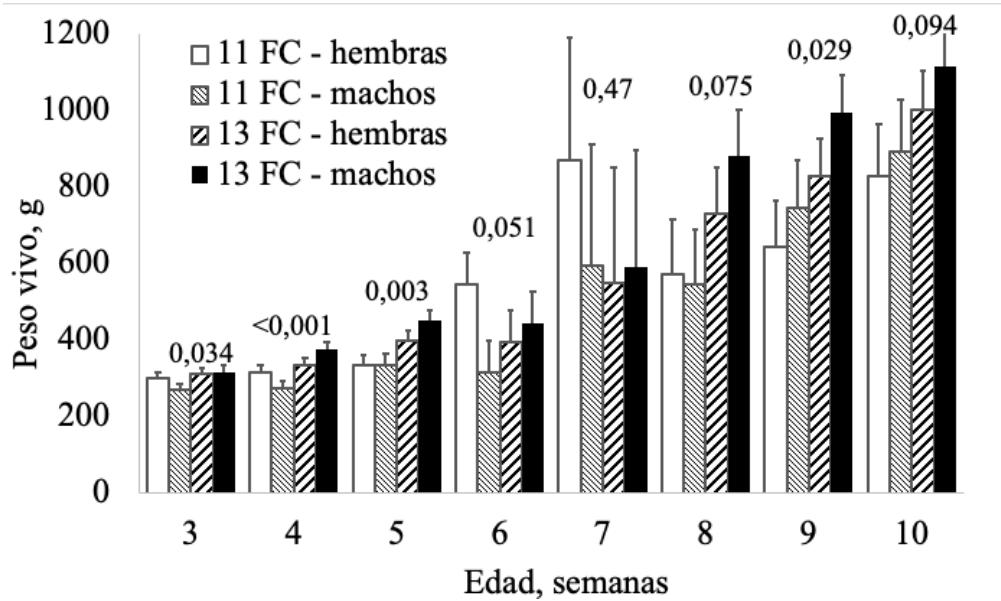


Figura 4. Efecto del nivel de fibra y el sexo en el peso vivo de cuyes en cebo

4.0.1.2. Ganancia Media Diaria

El efecto de diferentes niveles de fibra sobre la ganancia media diaria en cobayos, se muestra en la Tabla 7 y Figura 5 y Figura 6.

En los cobayos a los 22 d de vida no se detectó diferencias estadísticas para el sexo ($P=0,18$), sin embargo se encontró diferencias para el nivel de fibra ($P= <0,001$) y nivel x sexo ($P=<0,001$). En la cuarta semana (29 d) de vida de los animales se detectaron diferencias para los niveles de fibra ($P=0,023$), sexo ($P=0,02$) y nivel x sexo ($P=0,001$). Para la quinta semana (36 d) de vida de los cuyes no se encontraron diferencias significativas para los niveles de fibra ($P=0,06$) y se detectaron diferencias para el sexo ($P=0,02$) y nivel x sexo ($P=0,001$). En la sexta ($P=0,59$), séptima ($P=0,17$) y octava ($P=0,16$) semana de la ganancia media diaria no presento diferencias estadísticas. En la séptima semana (64 d) de vida de los cobayos no se detectó diferencias para los niveles de fibra ($P=0,57$), y se encontraron diferencias para el sexo ($P=<0,001$).

Tabla 7. Análisis de la ganancia media diaria de cada semana de acuerdo a lo niveles de fibra, con el error estándar y p valor.

VARIABLES	SEMANA						
	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nivel de fibra</i>							
11 FC	1,27	5,69	13,70	36,1	7,93	24,3	25,1
13 FC	5,90	9,76	-0,50	2,15	33,6	15,1	21,1
<i>Sexo</i>							
Macho	4,33	9,88	-1,97	26,1	20,3	22,9	19,2
Hembra	2,83	5,58	15,1	31,4	21,2	16,5	26,9
<i>Nivel x sexo</i>							
11 FC – machos	0,46 ^{ab}	8,92 ^a	-2,99 ^b	31,1	-0,76	29,6	21,2
11 FC – hembras	2,07 ^{ab}	2,48 ^b	30,3 ^a	41,1	16,6	16,9	29,0
13 FC – machos	0,35 ^b	7,32 ^{ab}	-0,12 ^{ab}	30,2	1,40	23,2	21,3
13 FC – hembras	3,59 ^a	8,69 ^{ab}	-0,04 ^{ab}	21,7	25,9	14,1	25,0
<i>Error estándar de la media</i>							
Nivel	0,79	1,23	5,19	19,1	14,9	5,27	5,73
Sexo	0,79	1,23	5,19	19,1	13,0	4,56	4,96
Nivel x sexo	1,11	1,74	7,33	27,0	21,1	7,45	8,11
<i>p valor</i>							
Nivel	<0,001	0,023	0,058	0,591	0,168	0,160	0,572
Sexo	0,181	0,016	0,023	0,847	0,961	0,325	<0,001
Nivel x sexo	<0,001	0,001	0,002	0,605	0,110	0,093	0,243

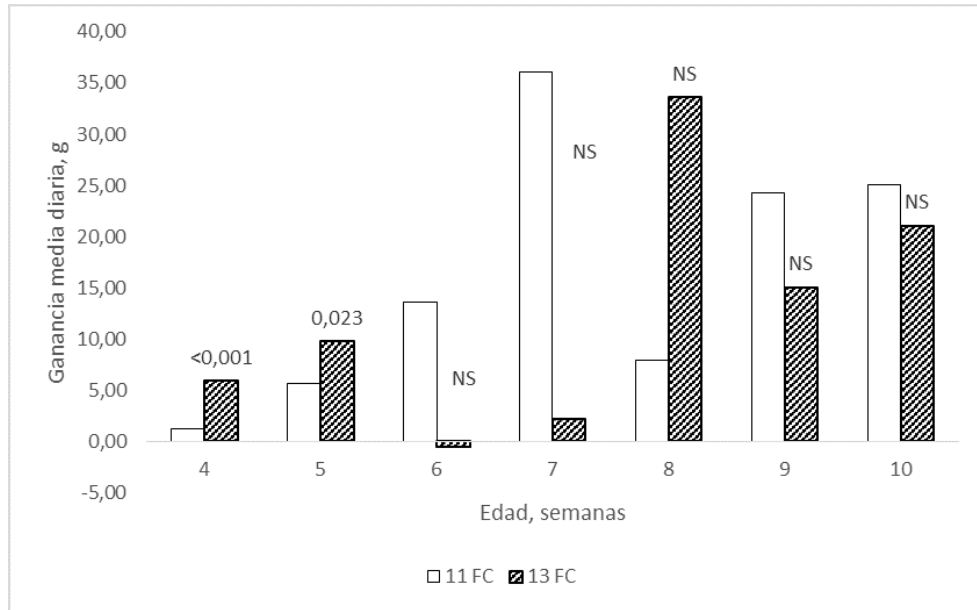


Figura 5. Ganancia media diaria de los niveles de fibra por semana,

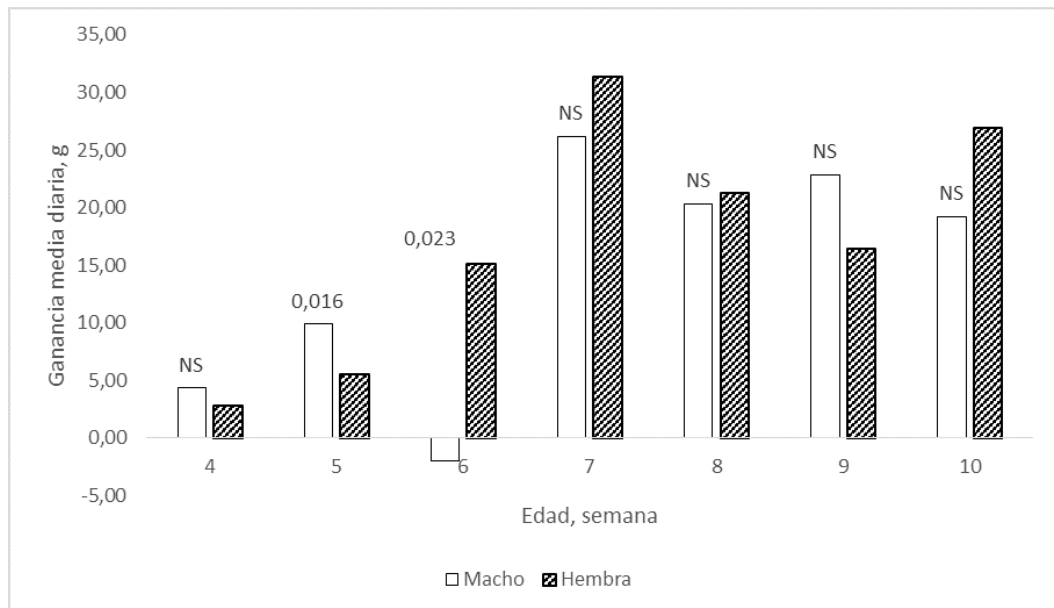


Figura 6. Ganancia media diaria de los niveles de fibra de acuerdo al sexo por semana.

4.0.1.3. Consumo Medio Diario

En la Tabla 8 podemos observar el promedio de consumo medio diario expresado en g/animal/día de cada unidad experimental; por semanas de acuerdo al nivel, sexo y nivel x sexo

Tabla 8. Promedio de consumo medio diario, g

Variable	Consumo medio diario						
	Semana						
	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nivel de fibra</i>							
11 FC	11,7	13,9	26,1	48,5	42,6	41,2	42,2
13 FC	18,5	19,9	17,8	26,6	41,4	41,4	42,6
<i>Sexo</i>							
Hembra	17,2	21,3	22,3	33,1	42,2	42,1	42,1
Macho	13,0	12,5	21,5	41,9	41,8	40,5	42,7
<i>Nivel de fibra x sexo</i>							
11 FC – hembras	14,3	21,3	20,5	42,4	42,1	41,8	41,7
11 FC – machos	9,08	6,42	31,7	54,5	43,2	40,5	42,6
13 FC – hembras	20,0	21,2	24,1	23,8	42,4	42,4	42,4
13 FC – machos	17,0	18,6	11,4	29,3	40,5	40,5	42,8

4.0.1.4. 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 \times sexo.

Tabla 9. Promedio de la conversión media diaria

Variable	Semana						
	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nivel de fibra</i>							
11 FC	-0,25	4,87	-3,95	1,69	3,13	2,81	2,53
13 FC	7,48	4,67	-144,9	2,94	-8,36	7,27	4,61
<i>Sexo</i>							
Hembra	8,49	4,89	-15,3	2,09	-7,05	5,68	3,33
Macho	-1,26	4,65	-133,59	2,54	1,82	4,40	3,81
<i>Nivel de fibra*Sexo</i>							
11 FC – hembras	3,64	2,33	1,79	0,65	2,37	2,06	1,39
11 FC – machos	-3,89	2,53	-5,74	1,05	0,75	0,75	1,14
13 FC – hembras	4,85	2,56	-17,14	1,45	-9,43	3,62	1,93
13 FC – machos	2,63	2,11	-127,85	1,50	1,07	3,65	2,67

4.0.1.5. Mortalidad

El efecto de los niveles de fibra sobre la mortalidad, se muestra en la Tabla 10 y Figura 7. En la mortalidad total, se detectó una diferencia para los niveles de fibra ($P=0,002$), en donde la suministración de Fibra 13 % reduce la mortalidad en 14 puntos porcentuales en comparación a la Fibra 11 %. No se detectaron diferencias entre sexo ($P=0,88$) y niveles*sexo ($P=0,88$).

Tabla 10. Análisis del porcentaje de mortalidad.

Variables	Porcentaje
<i>Nivel</i>	
11 FC	77,5 ^a
13 FC	53,8 ^b
<i>Sexo</i>	
Hembra	65,0
Macho	66,2
<i>Nivel x Sexo</i>	
11 FC – hembras	77,5
11 FC – machos	77,5
13 FC – hembras	52,5
13 FC – machos	55,0
<i>p - Valor</i>	
Nivel	0,002
Sexo	0,886
Nivel*Sexo	0,886

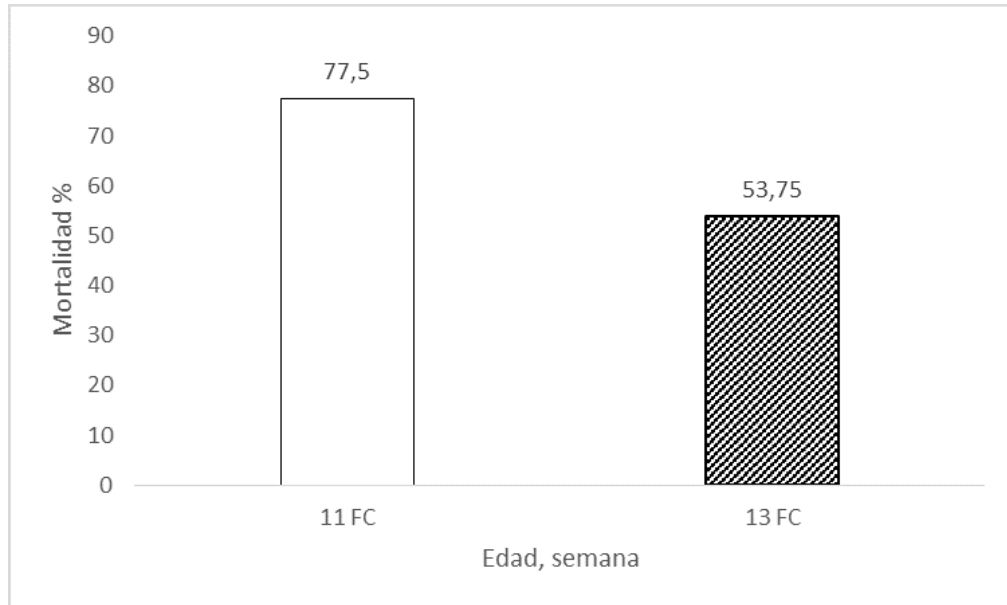


Figura 7. Efecto de los niveles de fibra sobre la mortalidad.

4.0.2. PARAMETROS DIGESTIVOS

4.0.2.1. 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 sacricados a los 64 días de edad, se muestra en la Tabla 11 y Figura 8 y Figura 9.

En la tabla 11 se muestran los pesos absolutos y relativos del tracto digestivo. En los pesos absolutos no se detectó diferencias debidas a los niveles de fibra para el tracto digestivo total, intestino delgado, intestino grueso, estómago y ciegos ($P \geq 0,347$), no se detectó diferencias para el sexo ($P \geq 0,53$), no se detectaron diferencias para los niveles por fibra ($P \geq 0,17$); sin embargo se encontraron diferencias para el peso del sistema digestivo total en los niveles de fibra por sexo ($P=0,026$). En los pesos relativos no se detectó diferencias debidas al nivel de fibra para el tracto digestivo to-

tal, intestino grueso, estómago y ciegos ($P \geq 0,20$); sin embargo los niveles de fibra afectaron al peso del intestino delgado ($P = 0,01$). No se encontraron diferencias entre sexos en los pesos relativos del tracto digestivo ($P \geq 0,11$). Se detectó interacción entre los niveles de fibra x sexo en el peso del intestino delgado ($P = 0,04$), como se observa en la Fig 8 y 9

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

Variables	Nivel		Sexo		Nivel x sexo				RSD	p Valor		
	11	13	Hembra	Macho	11		13			Nivel	Sexo	Nivel x Sexo
Sexo					Hembras	Machos	Hembras	Machos				
<i>Peso Absoluto, g</i>												
Digestivo total	135	131	130	136	11,7	11,7	8,28	8,28	15,57	0,69	0,59	0,94
Intestino delgado	30,5	28,5	31,7	27,7	3,16	3,16	2,27	2,24	4,47	0,49	0,86	0,03
Intestino Grueso	27,0	24,75	24,7	26,3	4,84	4,84	3,42	3,42	6,85	0,61	0,53	0,46
Estómago	29,0	24,3	25,7	26,0	5,49	5,49	3,88	3,88	7,77	0,34	0,58	0,17
Ciegos	50,0	49,3	47,3	25,7	6,20	6,20	4,38	4,38	8,77	0,89	0,69	0,28
<i>Pesos Relativo, % del PV</i>												
Digestivo total	21,4	17,5	19,5	18,1	23,8	18,9	17,4	17,7	3,0	0,07	0,24	0,19
Intestino delgado	4,74	3,79	4,54	3,68	0,450	0,451	0,318	0,318	0,64	0,04	0,11	0,22
Intestino Grueso	4,21	3,29	3,71	3,49	0,741	0,741	0,524	0,524	1,05	0,19	0,73	0,96
Estómago	4,46	3,26	3,83	3,50	0,804	0,803	0,568	0,568	1,13	0,13	0,83	0,46
Ciegos	7,91	6,57	7,16	6,88	0,928	0,928	0,656	0,656	1,31	0,14	0,29	0,05
<i>Medidas</i>												
Longitud De Intestino Delgado	2,25	2,22	2,29	2,19	0,04	0,14	0,14	0,10	0,19	0,77	0,28	0,45
Longitud De Intestino Grueso	1,18	1,15	1,18	1,15	0,02	0,11	0,11	0,08	0,15	0,73	0,89	0,62
<i>pH</i>												
Estómago	1,73	1,63	1,79	1,53	0,05	0,15	0,15	0,11	0,21	0,46	0,11	0,63
Ciego	6,63	6,49	6,47	6,69	0,06	0,17	0,17	0,12	0,24	0,37	0,14	0,66

RSD: Desviación estándar del error

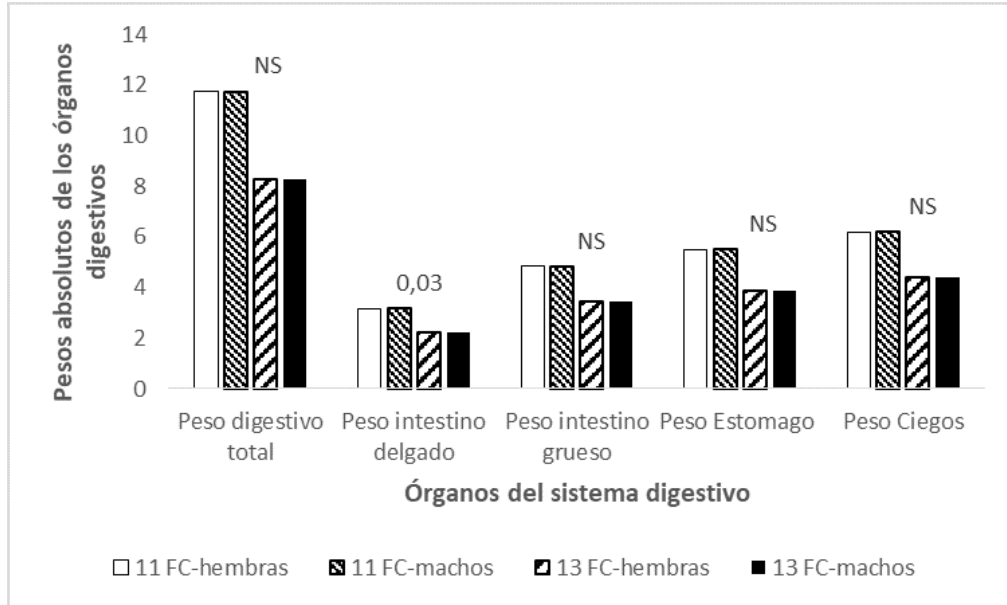


Figura 8. Pesos absolutos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra x sexo tomados a los 64 días de edad.

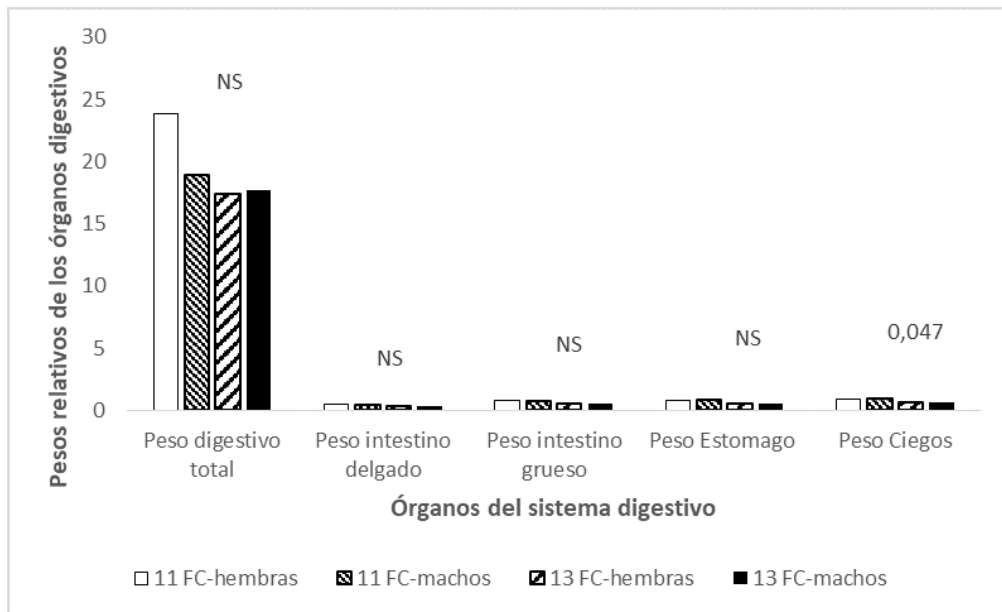


Figura 9. Pesos relativos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra tomados a los 64 días de edad.

4.0.2.2. 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 10

Como se puede observar en la Tabla 11, respecto a las medidas de los órganos digestivos, no se detectó diferencias debidas a los niveles de fibra para el intestino delgado y grueso ($P \geq 0,72$); no se detectó interacción para el sexo ($P \geq 0,28$) y niveles*sexo ($P \geq 0,44$).

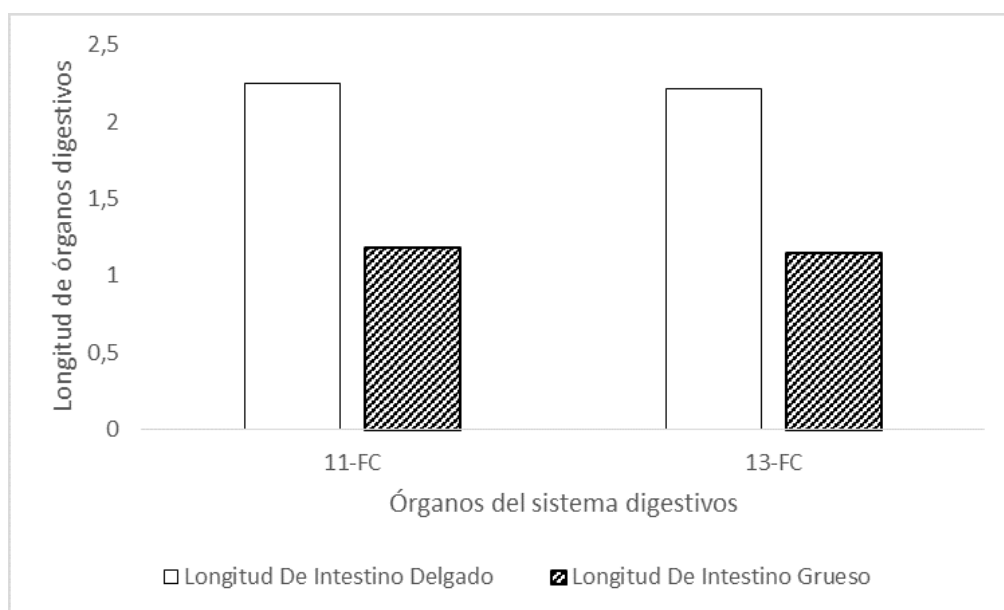


Figura 10. Medidas del sistema digestivo tomados a los 64 días de edad.

4.0.3. pH

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

En el pH del estómago, no se detecta ninguna diferencia para los niveles de fibra ($P = 0,46$), sexo ($P = 0,11$) y los niveles*sexo ($P = 0,62$). No se detectó interacción para el pH de los ciegos en los niveles de fibra ($P = 0,36$), sexo ($P = 0,13$) y los

niveles \times sexo ($P = 0,65$).

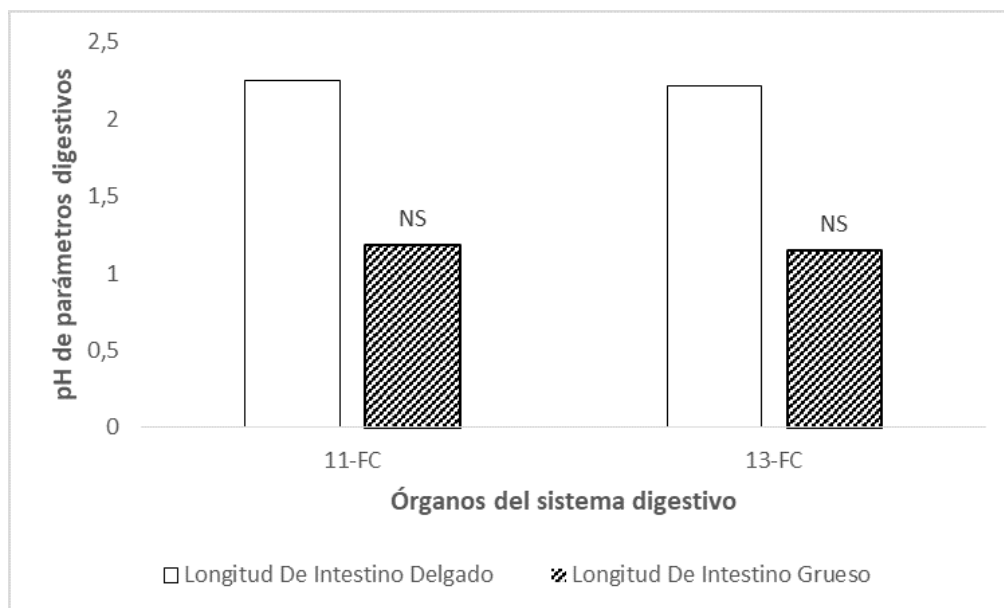


Figura 11. pH del estómago y ciegos, tomados a los 64 días de edad..

4.0.4. Correlación

Como se observa en la Tabla 12, en la variable de correlación existen diferencias significativas ($P = 0,004$) para peso digestivo total con peso final ($P = 0,005$); grasa-fibra-ceniza y humedad en relación al ciego ($P = 0,005$); fibra, ceniza y humedad en relación a la grasa ($P < 0,001$); ceniza - humedad en relación a la fibra ($P < 0,001$) y la relación entre humedad y ceniza ($P < 0,001$) siendo todas estas correlaciones variables dependientes. No se detectaron diferencias ($P \leq 0,012$) para las correlaciones de Peso total digestivo, estómago, ciego, grasa, fibra, ceniza, humedad entre siendo todas correlaciones independientes.

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	Estómago	Ciego	Grasa	Fibra	Ceniza	Humedad
Peso final	1,000							
Peso total digestivo	-0,080	1,000						
Estómago	0,766	-0,022	1,000					
Ciego	-0,114	0,239	0,011	1,000				
Grasa	0,434	0,214	0,467	-0,573	1,000			
Fibra	0,434	0,214	0,467	-0,573	1,000	1,000		
Ceniza	-0,434	-0,214	-0,467	0,573	-1,000	-1,000	1,000	
Humedad	0,434	0,214	0,467	-0,573	1,000	1,000	-1,000	1,000

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

5. DISCUSIÓN

5.1 PARAMETROS PRODUCTIVOS

5.1.1. Peso Vivo

Camino y Hidalgo (2014), en su investigación sobre la evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales en dietas de crecimiento para cuyes (*cavia porcellus* l) demostró que el efecto de los niveles de energía digestible y la densidad de aminoácidos, en relación a las normas del nrc solo mejoró la conversión alimenticia; siendo los más eficientes el tratamiento con 2.9 mcal/kg y 120 % da) y el tratamiento control. Vargas y Yupa (2011), obtuvo en su investigación sobre la determinación de la ganancia de peso en cuyes (*cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado demostró que obtuvo mejores ganancias de peso con la fórmula 2 a base de maíz en el cual obtuvimos un peso promedio de 1,48 kg para machos y 1,450 kg para hembras y en segundo lugar tenemos la fórmula 1a 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. En esta investigación 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

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. Sandoval (2013), señala en su investigación que la ganancia de peso más alto en cobayos se obtiene con la dieta del tratamiento T2 (ensilaje más balanceado con 25 % de fibra) con 584 g, seguido por el tratamiento T0 (alfalfa) con 415 g y el tratamiento de menor incremento de peso final es el tratamiento T1 (ensilaje de maíz) con 162 g. Guamán (2015), manifiesta que los cuyes responden eficientemente al suministro de alta fibra, se logran mayores ganancias de peso con raciones con 20 % que con 10 % de FC (contenido de nutrientes digestibles totales). En la presente investigación, se encontró diferencias significativas en la ganancia de peso, en la quinta y sexta semana de vida de los cobayos, siendo el tratamiento con el 13 % de FC superior al tratamiento de 11 % de FC; para luego mostrar un crecimiento compensatorio en la novena semana de edad, en donde los dos tratamientos tienen pesos similares. Estos datos concuerdan con Valverde (2011), Sandoval (2013), 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

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 las dietas, hacen deseable el consumo de estos alimentos. 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. Chilingua 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. 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. Ordóñez (2011), encontraron resultados similares al evaluar diferentes niveles de inclusión de alfalfa en la alimentación de cobayos concluyendo que las dietas con niveles de 160 g y 200 g de alfalfa más una cantidad de concentrado obtuvieron mayor ganancia de peso diario (9,59 y 9,25 g respectivamente) que las dietas con 80 y 120 g de alfalfa más concentrado (7.9 y 8.36 g respectivamente). Es probable que la ganancia de peso registrada se deba a que el cuy tiene un consumo voluntario del 38 a 40 % del peso vivo lo que garantiza una buena respuesta en ganancia de peso; sin embargo el rey gras al ser un forraje muy preferido por los cobayos registra consumos de hasta 46 % del peso vivo según (Castro, 2002). En la presente investigación no existen 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

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 26 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 ba-

lanceado 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 Vargas y Yupa (2011), demostró en su investigación que obtuvo mayor conversión alimenticia con la fórmula 2 a base de maíz (22 % fibra) con una conversión de 1,42kg para hembras y 1,48kg para machos utilizando la dosis al 10 % y 1,54kg tanto para machos como para hembras utilizando la dosis al 50 % al igual que la fórmula 1 a base de trigo con una conversión de 1,68kg para hembras y 1,86kg para machos utilizando la dosis al 10 % y como menor conversión alimenticia tenemos la fórmula testigo a base de cebada con una conversión de 3,14 kg para hembras y 3,04kg para machos. El ensayo realizado por Condori (2014) sobre el engorde de cuyes con una alimentación a base de alfalfa verde ad libitum, concentrado comercial y cebada remojada más alfalfa obtuvieron resultados en la conversión alimenticia para machos y hembras de 5.9kg y 6.47kg respectivamente para la alfalfa verde; 6.94kg y 7.4kg para el concentrado comercial y por ultimo 8.11kg y 8.51kg para la cebada más alfalfa verde. En la presente investigación no existen diferencias significativas entre tratamientos con el 11 % y 13 % de FND, teniendo una conversión alimenticia de 48 g en 1g, alcanzando más pesos los machos en comparación a las hembras. 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

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. Sandoval (2013), señala en su investigación que se registra una mortalidad del 14 % de cobayos aplicando una dieta de ensilaje más balanceado con 25 %; para el resto de tratamientos no se presentó ninguna muerte. En los datos obtenidos en esta investigación la mortalidad con el tratamiento del 13 % de fibra alcanza un índice de 53 % de mortalidad, siendo la más baja. Estos datos 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

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 tamaño 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 un incremento en el peso de los órganos (Jimenez, 2016). En esta investigación el tratamiento con FC del 11 % afectó significativamente al peso y longitud del intestino delgado, siendo los pesos y diámetros de los otros órganos intermedios para el tratamiento con FC del 13 %; los machos presentaron un mayor peso de los órganos digestivos. Estos resultados 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

Jaramillo (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. En la presente investigación no existen alteraciones para el pH del ciego e intestino entre tratamientos del 11 % y 13 % de FC. Estos datos concuerdan con Jaramillo (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

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. 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. En la presente investigación existen diferencias significativas para correlaciones entre peso digestivo total con peso final: grasa, fibra, ceniza y humedad en relación al ciego; fibra, ceniza y humedad en relación a la grasa; ceniza, humedad en relación a la fibra y la relación entre humedad y ceniza siendo todas estas correlaciones variables dependientes. Estos resultados 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:

- Los cuyes responden de forma adecuada a altos niveles de fibra (13 % FC vs. 11 % FC), obteniendo mejores pesos y menores mortalidades.
- No se detectaron diferencias en el tracto digestivo debidas al incremento de la fibra del 11 al 13 % de FC.
- El peso del ciego en los cuyes se relaciona a las concentraciones de grasa, fibra, cenizas y humedad del alimento.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda formular una ración con vitamina C termoestable, para que no se desintegre al momento de peletizar o a su vez suministrar Vitamina C en el agua de bebida y de esa forma poder evitar el exceso de mortalidad en el desarrollo del trabajo investigativo.
- Se sugiere realizar un estudio más profundizado tomando como referencia este trabajo, en un lugar que permita una revisión constante, permitiendo corregir errores a tiempo y por ende evitando futuras alteraciones en el desarrollo del trabajo investigativo.

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).
- Aquise, C., y Grimaldo, R. (2011). Plan estratégico de desarrollo para las mypes productoras de néctar de naranja (*citrus sinensis*) en los distritos de san juan del oro y yanahuaya de la provincia de sandía.
- Calvache, V. J. J. (2016). Economía popular y solidaria en la comuna san jose´ 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.
- Castro, H. P. (2002). Sistemas de Crianza de Cuyes a nivel Familiar-Comercial en el Sector Rural.
- Chiliquinga, A., y Marilu, A. (2012). Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes (B.S. thesis).
- Chilpe, M. I., y Chuma, J. (2015). Parámetros productivos, reproductivos, manejo y sanidad en ganado lechero de las parroquias Tarqui, Cumbe y Victoria de Portete. , 190.
- Condori, A. R. W. (2014). Evaluación de bajos niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (*cavia porcellus*) con exclusión de forraje.
- 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
- 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.
- INEC. (2010). Determinación de alternativas de comercialización de la carne de cuy (*cavia porcellus*) con valor agregado en la ciudad de riobamba (Tesis de Master no publicada). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Jaramillo, R. (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.
- 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.
- Mallqui, L., y Clodoaldo, H. (2017). Fortalecimiento de capacidades para la crianza tecnificada de cuyes en las comunidades campesinas de la región lima.
- 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.
- Núñez, C. B. (2017). Comportamiento productivo y cuantificación de la biomasa residual disponible en un sistema cavícola. (B.S. thesis).
- Ordóñez, O. D. M. (2011). Evaluación de forraje hidropónico de avena y maíz en la alimentación de cobayos en la parroquia vilcabamba del cantón de loja (B.S. thesis).
- 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, A. 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.

Anexo I: Fotografías del Trabajo de Campo



Figura 12. Ración para preparar balanceado.



Figura 13. Peletizado de Balanceado.



Figura 14. Pesaje de Balanceado.



Figura 15. Equipo de trabajo.



Figura 16. Pesaje de Cuyes.



Figura 17. Revisión por parte de Director de Tesis.

Anexo II: Fotografías del Análisis de la Composición Química



Figura 18. Analisis bromatológico

Anexo III: Ejemplos de Salidas de Análisis Estadístico

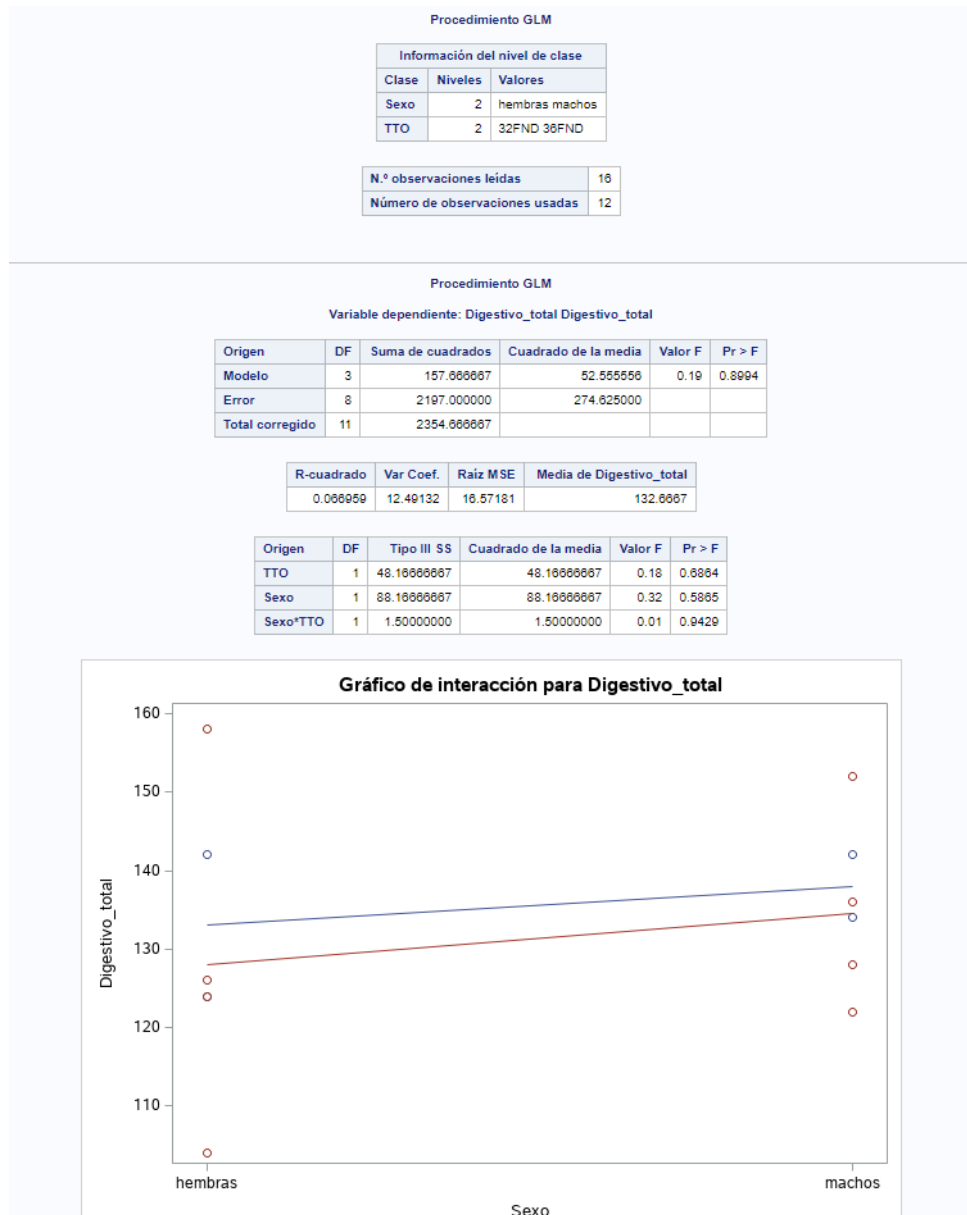


Figura 19. Salida del SAS, utilizando el procedimiento GLM, con sus p-valores.