



Universidad  
Nacional  
de Loja

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

**EFFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN  
COBAYOS TIPO 1A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO  
FUENTE DE FIBRA LA PAJA**

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

**AUTOR**

Jefferson Patricio Riofrio Hurtado

**DIRECTOR DE TESIS**

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 **“EFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA PAJA”** realizada por el Sr. Egresado **JEFFERSON PATRICIO RIOFRIO HURTADO**, 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, 20 de Marzo del 2019

Atentamente



---

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán.Ph.D

## LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

### CERTIFICAN

Que el proyecto de tesis titulado **“EFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO FUENTE DE FIBRA LA PAJA”** realizada por la Sr. Egresado **JEFFERSON PATRICIO RIOFRIO HURTADO**, previo a la obtención del título de MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA, ha incorporado las observaciones realizadas por el Tribunal en el momento de la calificación. Por lo que se autoriza la impresión del trabajo y continuar con los tramites de graduación.

Loja, 26 de Agosto del 2019



Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, Mg.Sc

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Rivera, Mg.Sc

**VOCAL**



Ing. Oscar David Albito Balcázar, Mg.Sc

**VOCAL**

# AUTORÍA

Yo, **Jefferson Patricio Riofrio Hurtado**, 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:** Jefferson Patricio Riofrio Hurtado

**FIRMA:**



**CÉDULA:** 1105642647

**FECHA:** 26 de Agosto del 2019

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

Yo **Jefferson Patricio Riofrio Hurtado**, declaro ser el autor de la tesis titulada "EFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN COBAYOS TIPO 1A (*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 26 días del mes de Agosto del 2019.

**FIRMA:**



**Autor:** Jefferson Patricio Riofrio Hurtado

**Cédula de identidad:** 1105642647

**Dirección:** Loja, Arabiscos entre Cascarillas y Yumbingue, Yaguarcuna

**Correo electrónico:** jeffersonrioфриhurtado@gmail.com

**Teléfono:** 0985251305

### **DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:**

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D

**Tribunal de Grado:**

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza Mg.Sc. (Presidente)

Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Rivera Mg.Sc. (Vocal)

Ing. Oscar David Albito Balcazar Mg.Sc. (Vocal)

## **AGRADECIMIENTOS**

*Expreso de una manera muy cordial y sincero, mi agradecimiento a quienes hicieron posible y contribuyeron para que este trabajo investigativo sea posible. Primeramente, expreso mi infinito agradecimiento a Dios por la salud y la vida que aún me sigue dando, y a mi familia, principalmente a mis padres y hermanos por haber sido fuente constante de soporte y cariño a lo largo de mi vida.*

*A mi director de Tesis Dr. Rodrigo Medadardo Abad Guamán .Ph.D por proporcionarme todo el apoyo, técnico y humanístico para que desarrolle con todas las facilidades posibles mí proyecto de tesis.*

*A los docentes de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Loja, por impartirme tan valiosos conocimientos teóricos, técnicos y prácticos que han contribuido en mi formación Profesional. A los miembros del Tribunal por proponer sugerencias y consejos oportunos luego de la revisión del proyecto de tesis.*

*Jefferson Patricio Riofrio Hurtado*

## **DEDICATORIA**

*A mi padre Adolfo Antonio Riofrio Vargas y a mi madre Yenny Patricia Riofrio Hurtado, ejemplo de vida, trabajo, sacrificio, lealtad; pilar fundamental de mi formación como persona. Pero además de eso, han sido quienes han sabido encaminarme por el camino correcto, y quien me ha ofrecido sabios conocimientos para lograr mis metas y lo que me proponga.*

*A mi hermano, Cristian Antonio Riofrio Hurtado y a mi novia, Ibeth Sthefania Paccha Reinoso por brindarme su apoyo incondicional en cada momento de desaliento en esta tan anhelada meta, mi tesis.*

*A mis amigos Marco, Ronald, Kimberly, Lalo y Jefferson por su apoyo y muchas experiencias compartidas a lo largo de mi carrera Universitaria.*

*A mi docente, Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán .Ph.D, quien se ha tomado el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente del campo y de los temas que corresponden a mi profesión y profesores de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por su amistad irreprochable y apoyo incondicional.*

*Gracias a todos. . . .*

*Jefferson Patricio Riofrio Hurtado*

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1. PRODUCCIÓN DE COBAYOS .....	3
2.1.1. Descripción zoológica .....	4
2.2. MORFOFISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL CUY .....	4
2.2.1. Características morfológicas del cuy .....	4
2.2.2. Anatomía.....	4
2.2.3. Fisiología digestiva del cuy.....	5
2.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO.....	7
2.3.1. Proteína (aminoácidos) .....	8
2.3.2. Carbohidratos .....	8
2.3.3. Minerales.....	8
2.3.4. Vitaminas .....	9
2.3.5. Agua .....	9
2.4. CECOTROFIA .....	10
2.5. FORMULACIÓN DE DIETAS .....	11
2.6. FIBRA.....	13

2.6.1.	Celulosa.....	13
2.6.2.	Hemicelulosa.....	13
2.6.3.	$\beta$ -glucanos .....	13
2.6.4.	Lignina .....	14
2.6.5.	Ácidos fenólicos .....	14
2.6.6.	Procesos de digestibilidad de la fibra.....	16
2.7.	LA PAJA DE ARROZ COMO FUENTE DE FIBRA .....	16
2.8.	Trabajos Relacionados .....	17
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>20</b>
3.1.	Ubicación .....	20
3.2.	Descripción del Experimento .....	21
3.2.1.	Fase de Campo .....	21
3.2.2.	Fase de Laboratorio.....	21
3.2.3.	Tamaño de la Muestra .....	22
3.2.4.	Descripción de los tratamientos .....	22
3.2.5.	Diseño experimental .....	23
3.2.6.	Composición de las dietas .....	23
3.2.7.	Variables en Estudio.....	25
3.2.8.	Toma y Registro de Datos .....	26
3.2.9.	Análisis Estadístico .....	27
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>28</b>
4.1.	Parámetros Productivos .....	28
4.1.1.	Peso Vivo.....	28
4.1.2.	Consumo medio diario .....	30
4.1.3.	Ganancia media diaria.....	31
4.1.4.	Conversión media diaria .....	33

4.1.5. Mortalidad.....	34
4.2. Parámetros digestivos .....	36
4.2.1. Pesos absolutos y relativos de órganos digestivos .....	36
4.2.2. Medidas de los órganos digestivos .....	39
4.2.3. pH.....	39
4.2.4. Correlación .....	40
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>42</b>
5.1. PESO VIVO.....	42
5.2. CONSUMO MEDIO DIARIO .....	42
5.3. GANANCIA MEDIA DIARIA .....	43
5.4. CONVERSIÓN MEDIA DIARIA .....	44
5.5. MORTALIDAD.....	44
5.6. PARÁMETROS DIGESTIVOS .....	45
5.6.1. Pesos absolutos y relativos de los órganos digestivos .....	45
5.6.2. Medidas del tracto digestivo .....	45
5.7. pH.....	46
5.8. CORRELACIÓN .....	46
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>50</b>

## I N D I C E D E T A B L A S

1.	Descripción zoológica del cuy .....	4
2.	Requerimientos nutricionales del cobayo .....	10
3.	Composición química de la paja .....	17
4.	Factores, niveles y tratamientos .....	22
5.	Ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas para cuyes en etapa de crecimiento .....	24
6.	Efecto del nivel de fibra, sexo y su interacción en los pesos vivos (g) semanales de cuyes en crecimiento.....	29
7.	Promedio de consumo medio diario (g).....	31
8.	Análisis de la ganancia media diaria de cada semana de acuerdo a lo niveles de fibra. ....	32
9.	Conversión media diaria .....	34
10.	Análisis del porcentaje de Mortalidad. ....	35
11.	Pesos absolutos, pesos relativos, longitud y pH del sistema digestivo con el error estándar y p valor .....	37
12.	Relación del valor bromatológico de las dietas con los parámetros productivos y digestivos de los cuyes. ....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Ubicación de la Granja de cuyes San Ignacio .....	20
2.	Efecto del nivel de fibra en el peso vivo de cuyes en cebo .....	29
3.	Efecto del nivel de fibra y el sexo en el peso vivo de cuyes en cebo. .	30
4.	Ganancia media diaria de los niveles de fibra por semana.....	32
5.	Ganancia media diaria de los niveles de fibra de acuerdo al sexo por semana. ....	33
6.	Efectos de los niveles de fibra sobre la mortalidad. ....	35
7.	Pesos absolutos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra por sexo tomados a los 64 días de edad. ....	38
8.	Pesos relativos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra por sexo tomados a los 64 días de edad. ....	38
9.	Medidas del sistema digestivo tomados a los 64 días de edad.....	39
10.	pH del estómago y ciegos tomados a los 64 días de edad .....	40
11.	Elaboración de la ración para el balanceado. ....	55
12.	Peletizado de Balanceado. ....	55
13.	Pesaje de Balanceado.....	56
14.	Equipo de trabajo. ....	56
15.	Limpieza de las camas de los Cuyes.....	57
16.	Ubicación de los cuyes en sus respectivas pozas. ....	57
17.	Análisis bromatológico .....	58
18.	Salida del SAS de materia seca, utilizando el procedimiento GLM, con sus p-valores.....	59

**EFFECTO DE NIVELES BAJOS DE FIBRA CRUDA SOBRE  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN  
COBAYOS TIPO 1A (*Cavia porcellus*), UTILIZANDO COMO  
FUENTE DE FIBRA LA PAJA**

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de niveles bajos de FC, sobre los parámetros productivos: Peso vivo (PV), Consumo medio diario (CMD), Ganancia media diaria (GMD), Conversión media diaria (ConMD), Mortalidad (M); dentro de los parámetros digestivos: Pesos absolutos (PA), relativos (PR), medidas y pH de los órganos 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, que fueron distribuidos en grupos de 10 animales (unidad experimental). Se utilizó un arreglo factorial 2x2; se elaboraron dos raciones isoenergéticas e isoproteicas con el 16 % de proteína y 2 800 de ED (Kcal/Kg) con diferentes niveles de FC: la primera dieta se formuló con el 10 % de FC, la segunda con el 12 %; las dietas fueron suministradas ad libitum. Los animales fueron sacrificados al día 64 de edad (un animal por unidad experimental). Para los parámetros productivos se obtuvo un (PV) de 810 g para el Nivel de FC del 10 % y 720 g para el 12 % a la décima semana con un p-valor ( $< 0,026$ ); la (M) fue de 12,5 % para el Nivel de FC del 10 % con una diferencia significativa ( $< 0,02$ ) la cual se manifestó por la desnaturalización de la Vitamina C, causando alteración en los datos obtenidos. Se pesó el tracto digestivo total, ciego y estómago, se tomó las longitudes de intestino delgado e intestino grueso y el pH de ciego y estómago; En los parámetros digestivos hubo diferencia significativa de ( $< 0,01$ ) en los (PA) del intestino delgado con 31 cm para las Hembras; además en el (PR) aparato digestivo para hembras se obtuvo una diferencia significativa de ( $< 0,0055$ ) y en el intestino delgado con ( $< 0,0021$ ). Mientras que para la composición bromatológica no se relaciona a los parámetros digestivos ( $p > 0,05$ ).

**Palabras claves:** Fibra, nivel, tratamiento, desnaturalización.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of low FC levels on the productive parameters: Live weight (PV), Average daily consumption (CMD), Average daily gain (GMD), Average daily conversion (ConMD), Mortality (M); within the digestive parameters: Absolute weights (PA), relative (PR), measurements and pH of the digestive organs in guinea pigs type 1A (emph *Cavia porcellus*), using straw as a source of fiber. 80 males and 80 females of 15 days of age were used, which were distributed in groups of 10 animals (experimental unit). A 2x2 factorial arrangement was used; Two isoenergetic and isoproteic rations were prepared with 16 % protein and 2 800 ED (Kcal / Kg) with different levels of HR: the first diet was formulated with 10 % FC, the second with 12 % ; the diets were supplied ad libitum. The animals were slaughtered at the age of 64 (one animal per experimental unit). For the productive parameters, a (PV) of 810 g was obtained for the FC Level of 10 % and 720 g for 12 % at the tenth week with a p-value ( $< 0,026$ ); the (M) was 12.5 % for the FC Level of 10 % with a significant difference ( $< 0,02$ ) which was manifested by the denaturation of Vitamin C, causing alteration in the data obtained . The total digestive tract, blind and stomach was weighed, the lengths of the small intestine and large intestine and the pH of the blind and stomach were taken; In the digestive parameters there was a significant difference of ( $< 0,01$ ) in the (PA) of the small intestine with 31 cm for females; also in the (PR) digestive system for females a significant difference of ( $< 0,0055$ ) was obtained and in the small intestine with ( $< 0,0021$ ). While for the bromatological composition it is not related to the digestive parameters ( $p 0,05$ ).

**Key words:** Fiber, level, treatment, denaturation.

# 1.INTRODUCCIÓN

Según Amaguaña (2012), la crianza de cuy en los países andinos es una de las actividades básicas para el autoconsumo y sostenibilidad alimentaria de familias de comunidades rurales, sobre todo en la serranía. Además, es una importante actividad económica que genera ingresos para los pequeños productores en el Ecuador, se estima que el 70 % de la producción está a cargo de pequeños y medianos criadores quienes han desarrollado esta labor desde hace mucho tiempo. El cuy es un animal que no exige cuidados complicados y su carne es una de las más ricas y nutritivas con alto contenido proteico, y con gran aceptación de los consumidores. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC (2010) se estima que en el 2016 se produjeron 4,9 millones de cuyes en cuatro provincias.

El estudio también determina que la producción total en el país en ese año fue de 6,6 millones. Azuay ocupa el primer lugar de producción con 1.661 .998 cuyes en el 2018. La población de cobayos estimada es de 15 millones, la misma que por muchos años ha tenido un crecimiento muy lento ya que se le da poca importancia, por lo que la producción cuyícola 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 producción

Según INEC (2010) y Relling y Mattioli (2003) afirman que la crianza del cuy tiene importancia debido a que forma parte de la alimentación de las poblaciones rurales, la carne de cuy es de gran calidad ya que contiene 19,0 % de proteína y 1,6 % de grasa. En las ciudades, existen hábitos de consumo potencial debido a la migración producida en las últimas tres décadas. La fortaleza de la especie es la calidad nutritiva que posee su carne, así como la existencia de una población que lo demanda en el mercado, esto hace del cuy un producto que puede competir con otras especies.

La fibra tiene diferente valor nutritivo para los rumiantes que, para los no rumian-

tes, en los rumiantes la celulosa y hemicelulosa se digieren y aprovechan gracias a las enzimas producidas por la flora ruminal, mientras que estas mismas sustancias son prácticamente indigestibles para monogástricos, y por ello se genera la necesidad de conocer los efectos que causan diferentes niveles de fibra en la alimentación de cobayos. Por tanto en la presente investigación, se plantean los siguientes objetivos:

- Estudiar el efecto de diferentes niveles bajos de fibra cruda sobre los parámetros productivos de cuyes en cebo.
- Observar los cambios en los parámetros digestivos por los diferentes niveles de fibra cruda utilizando como principal fuente la paja.
- Relacionar la composición bromatológica a los parámetros productivos y digestivos.

## **2.REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 PRODUCCIÓN DE COBAYOS**

El cuy (cobayo, curí o conejillo de indias) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Sudamérica. La carne de cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que favorece a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, los cuales también lo utilizan como cultura o medicina alternativa en las llamadas limpias (Quintuña y Esteban, 2019).

La producción de cuyes para consumo alimenticio en el Ecuador aumenta por iniciativa de empresas privadas las cuales buscan aprovechar un mercado cada vez más en auge. Así mismo el Estado a través del MAG por medio de sus facilitadores, han incentivado la inversión en unidades productivas familiares y comunitarias como medio de generar fuentes de trabajo y de nutrición en las comunidades que más lo necesitan (INEC, 2010).

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 no son satisfactorios para seguir en el proyecto productivo, y declinan la explotación perdiéndose una fuente de recursos económicos y seguridad alimentaria (Sandoval, 2013).

### 2.1.1. Descripción zoológica

**Tabla 1.** Descripción zoológica del cuy

<b>Reino</b>	Animal
<b>Subreino</b>	Metazoarios
<b>Tipo</b>	Cordados
<b>Subtipo</b>	Vertebrados
<b>Clase</b>	Mamífero
<b>Subclase</b>	Theria o placentarios
<b>Orden</b>	Rodentia o Rodor
<b>Suborden</b>	Hystricomorpha
<b>Familia</b>	Caviidae
<b>Género</b>	Cavia
<b>Especie</b>	Porcellus
<b>Nombres Comunes</b>	• Rata de América. • Sacha Cuy. • Conejillo de Indias. • Conejo de América.

Fuente: Estupiñán (2003)

## 2.2 MORFOFISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL CUY

### 2.2.1. Características morfológicas del cuy

La forma de su cuerpo es alargada y estos nacen cubiertos de pelos, los machos se desarrollan mejor que las hembras; por su forma de caminar y ubicación de los testículos, no se puede diferenciar el sexo sin antes observar sus genitales (Zaldívar, 1997).

### 2.2.2. Anatomía

El cuy (*Cavia porcellus*) está clasificado por su anatomía gastrointestinal como un animal de fermentación post gástrica junto con el conejo y la rata, su comportamiento nutricional se asemeja al de un adulto poligástrico con procesos de fermentación

mixta y capacidad degradadora de celulosa, que a un monogástrico estricto, es decir, el cuy es considerado como una especie herbívora monogástrica, debido a que esta posee un estómago simple por donde pasa rápidamente la ingesta, ocurriendo ahí y en el intestino delgado la absorción de aminoácidos, azúcares, grasas, vitaminas y algunos minerales en un lapso de dos horas, tiempo menor al detectado en conejos; por lo que se infiere que el cuy digiere proteínas y lípidos del 4 al 19 % menos que el conejo (Sandoval, 2013).

Sin embargo, el pasaje del bolo alimenticio por el ciego es más lento, pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas; de la acción de este órgano va a depender la composición de la ración, además se sabe que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo así una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes; siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. El ciego es un órgano grande que se encuentra constituyendo cerca del 15 % del peso total del aparato digestivo, además el intestino grueso es el sitio principal de digestión microbiana de roedores y lagomorfos; el movimiento retrógrado del contenido va desde la porción proximal del colon hasta el ciego este es un medio con el cual retrasa el tránsito (Taco y Brenda, 2016).

La pared del ciego es delgada y contiene numerosas bolsas laterales las que provocan un incremento de su capacidad, el ciego es capaz de contener sobre el 65 % del contenido gastrointestinal a cualquier tiempo. El estómago es glandular y está asociado estrechamente al bazo y éste es relativamente ancho. En las hembras, el bazo es significativamente grande y más pesado que el del macho (Zaldívar, 1997).

### **2.2.3. Fisiología digestiva del cuy**

La fisiología digestiva se encarga de estudiar los mecanismos de transferencia de nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego estos ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organis-

mo. Esta comprende ingestión, la digestión, motilidad y absorción de nutrientes a lo largo del tracto digestivo. (Zaldívar, 1997).

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 la 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 (Malagón, 2013).

- Aparato digestivo: boca, faringe, esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, glándulas salivales, páncreas e hígado

En el estómago se secreta ácido clorhídrico el cual tiene la función de 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 de estas proteínas y carbohidratos son degradadas; sin embargo, no llegan al estado de aminoácidos ni glucosa y las grasas no sufren modificaciones (Cevallos *et al.*, 2012).

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 (Limaymanta, 2015).

En el intestino delgado se da la digestión y absorción, en la primera sección denominada duodeno; el quimo transforma en quilo, por las enzimas que provienen 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 los cuales capaces de cruzar las células epiteliales del intestino y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos (Limaymanta, 2015).

La ingesta se lleva a cabo no 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 (Limaymanta, 2015)

En el ciego del cuy se encuentran ácidos grasos de cadenas cortas (AGCC) en concentraciones comparables a las que se encuentran en el rumen y la ingestión de celulosa en este organismo va a contribuir a cubrir los requerimientos de energía. Los microorganismos del ciego contribuyen a la síntesis de la vitamina K y de la mayoría de las vitaminas del grupo B. La fisiología y anatomía del ciego del cuy permite que la celulosa y hemicelulosa se fermenten por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra (Taco y Brenda, 2016).

## **2.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO**

La nutrición juega un rol muy importante en toda producción pecuaria, además del adecuado suministro de nutrientes que conlleva a mejorar la productividad. Por lo tanto se debe suministrar forraje suficiente a los animales considerando que, el cuy es un animal herbívoro (Regalado, 2007).

Al igual que en otros animales, los nutrientes que requiere el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependerán de la edad, su estado fisiológico, genotipo y medio ambiente (Carbajal, 2015).

El objetivo de la alimentación es la combinación adecuada de diferentes nutrientes que tiene el alimento, con el fin obtener eficiencia productiva desde el punto de vista económico y nutricional (Acurio, 2010).

### **2.3.1. Proteína (aminoácidos)**

Son importantes porque forman los músculos del cuerpo, los pelos y las vísceras; hay aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos ya que no pueden ser sintetizados. Los forrajes que más proteína tienen son las leguminosas: maní forrajero, kudzú, alfalfa, trébol, madero negro, poroto tape, gandul, etc. Las gramíneas son buenas fuentes de energía y tienen un contenido bajo en proteína entre ellas las más utilizadas son maíz forrajero, el King gras y pasto elefante. Otras plantas con gran cantidad de proteína son nacedero, ramio, bore y morera (Ocaña, 2012).

### **2.3.2. Carbohidratos**

Encargados de proporcionar la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer y reproducirse. Los cuyes responden eficientemente al suministro de altas cantidades de energía, ya que logran mayores ganancias de peso con raciones de 70.8 % que con 62.6 % de NDT (Nutrientes Digestibles totales). Por ende, a mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora (Bósquez, 2015).

Los carbohidratos, lípidos y azúcares proporcionan energía al animal, los alimentos de origen vegetal en su composición tienen carbohidratos, fibrosos y no fibrosos. Los alimentos ricos en carbohidratos, son los que contienen azúcares y almidones. Las principales fuentes de energía son los granos como sorgo, maíz, trigo y los subproductos de éstos como el arrocillo y afrechos (Badui, 2016).

### **2.3.3. Minerales**

El cuy requiere adecuada ingestión de minerales; estos son: calcio, potasio, sodio, fósforo, magnesio y cloro. Los minerales principalmente son aquellos que forman huesos, músculo, nervios y los dientes. Si los cobayos reciben cantidades adecuadas

de pastos, no es necesario proporcionar minerales en su alimentación, porque con el contenido de minerales que tienen los pastos es suficiente para poder suplir las necesidades de estos. Además, si el animal tiene a disposición sal mineralizada, es capaz de regular la cantidad que debe consumir (Cárdenas, 2013).

#### **2.3.4. Vitaminas**

Las vitaminas son importantes ya que estas activan las funciones del cuerpo; así mismo ayudan a los animales a crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades. La vitamina más importante en la alimentación de los cuyes es la vitamina C su deficiencia produce serios problemas en el crecimiento y en algunos casos su deficiencia pueden causarles la muerte. Pero el proporcionar forraje fresco al animal asegura suficiente cantidad de vitamina C (Quispe, 2018).

#### **2.3.5. Agua**

El agua es un nutriente de suma importancia que se debe considerarse en la alimentación ya que, al ser el principal componente del cuerpo, es indispensable para un crecimiento y desarrollo normal. Las fuentes de agua para los animales son: el agua asociada con el alimento (forraje fresco) que no es suficiente y el agua ofrecida para bebida. Por esta razón se debe proporcionar agua de bebida, especialmente si se dispone de poco forraje; si este se encuentra muy maduro o seco y si la alimentación es a base de concentrado los requerimientos de agua son mayores. El agua requerida es más o menos de 120 cm por cada 40 g de materia seca de alimento consumido. El agua debe suministrarse en la mañana y al final de la tarde, siempre fresca y libre de contaminación (McDonald, 1964).

**Tabla 2.** Requerimientos nutricionales del cobayo

Nutrientes	Unidad	Etapas		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteína	%	18	18-22	13-17
Energía digestible	Kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8 - 17	8-17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8-1.0
Fosforo	%	0.8	0.8	0.4-1.0
Magnesio	%	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3
Potasio	%	0.5-1.4	0.5-1.4	0.5-1.4
Vitamina C	mg	200	200	200

Fuente: (Estupiñán, 2003)

## 2.4 CECOTROFIA

El cuy al igual que en el conejo se lo considera como un animal cecotrofo; la cecotrofia es la ingestión de los llamados cecotrofos, que permite aprovechar el 15 % de proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego; también permite reutilizar el nitrógeno proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado. Esta actividad es nocturna al igual que en los conejos; la cecotrofia es un proceso digestivo que ha sido poco estudiado, se han realizado estudios a fin de caracterizarla. Esta actividad explica muchas respuestas contradictorias halladas en los diferentes estudios realizados en prueba de raciones (Cuchuirumi y Félix, 2015).

Al evaluar balanceados que poseen valores proteicos entre 13 y 25 %, se encontró que no muestran diferencias significativas en cuanto a crecimiento; una explicación de tales resultados podría tener su base en la actividad cecotrofia. Al realizar la ingestión de las cagarrutas o cecotrofos le permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias que se encuentran presentes en el ciego, así como permi-

te reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado (Zaldívar, 1997).

## **2.5 FORMULACIÓN DE DIETAS**

La formulación de la dieta es un proceso de selección de los tipos y cantidades de ingredientes (incluidos los suplementos de vitaminas y minerales) para estos ser utilizados en la producción de una dieta que posea concentraciones planificadas de nutrientes. La elección de los ingredientes estará influenciada por especies a alimentar y los objetivos experimentales o de producción (Escobar *et al.*, 2018).

Las concentraciones de nutrientes deben poseer estimaciones de posibles pérdidas de nutrientes durante la fabricación y el almacenamiento además de biodisponibilidad de nutrientes en los ingredientes e interacciones potenciales de nutrientes, Erickson (1997) indica que varios tipos de dietas están disponibles para su uso con animales de laboratorio. La selección del tipo más apropiado dependerá de la cantidad de control requerida sobre la composición de nutrientes, la necesidad de agregar sustancias de prueba, los efectos potenciales de los microbios de alimentación, la dieta de aceptación por los animales, y costo.

El desperdicio también se convierte en un problema con algunos tipos de dietas, ya que puede ser una desventaja si la ingesta debe medirse. La dieta ideal para una colonia de animales en particular va a depender de la producción o los objetivos experimentales. La dieta debe ser lo suficientemente apetecible para así poder garantizar el consumo adecuado de alimentos y debe ser nutricionalmente equilibrado para que los nutrientes esenciales sean previstos. También debe estar libre de sustancias o microorganismos que puedan ser tóxicos o causar infección. Las dietas usadas en la investigación también deben ser fácilmente reproducibles para lograr garantizar que los resultados puedan verificarse mediante estudios adicionales. Es común clasificar las dietas para animales de laboratorio según el grado de refinamiento de los ingredientes (Erickson, 1997).

Los animales herbívoros que viven de material vegetal rico en fibra tienen alguna parte del tracto digestivo (estómago, intestino posterior) adaptado a un compartimento de fermentación para la digestión microbiana de celulosa y otros carbohidratos estructurales. Su alimentación a menudo es baja en energía y otros nutrientes, la fermentación es un proceso que puede ser lento y el animal debe ser capaz de acomodar y procesar grandes cantidades de alimentos para cumplir con su requerimiento de nutrientes. Los animales pequeños tienen una tasa metabólica alta en relación con el tamaño corporal y su capacidad de sobrevivir en material fibroso de baja digestibilidad podría concebiblemente estar limitado por el tamaño de su compartimento de fermentación (Relling y Mattioli, 2003).

En conejos, el agua se secreta en el colon proximal y se absorbe en el ciego junto con movimientos antiperistálticos que se dan en la pared para poder lavar y transportar la materia fina de vuelta al ciego, mientras que la materia áspera continúa en la dirección anal y se administra en pellets fecales duros. En algunos roedores, los arreglos anatómicos van a permitir un retraso selectivo de los microorganismos en el ciego y la parte más proximal del colon. En aves de corral el llenado selectivo de los ciegos junto con el transporte retrógrado de orina de la cloaca a los ciegos permite que solo el fluido y la materia fina se transporten hacia los ciegos mientras que la materia basta se entrega en las heces ordinarias (Castro, 2002).

La separación y el transporte retrógrado dan como resultado una tasa de transporte promedio alta de residuos de alimentos y a través del tracto digestivo los alimentos tengan un grado relativamente alto de digestibilidad, permitiendo que los animales vivan con alimentos ricos en fibra y bajos en nutrientes fáciles de digerir (Zurita, 1993).

La fibra engloba un conjunto de compuestos los cuales son indigestibles por las enzimas del tubo digestivo secretados por los mamíferos. Sin embargo, algunos de los componentes de la fibra son digestibles por enzimas producidas por bacterias del tubo digestivo; la fibra está integrada por glucanos, ramnoglacturanos, arabinanos, arabinogalactanos, glucomananos, galactoglucomananos, xylanos, glucuronomanos,

ácidos fenólicos y lignina. La lignina es el único compuesto de la fibra que es totalmente indigestible en el tracto digestivo de los rumiantes, puesto que su digestión necesita la presencia de oxígeno (Solorzano, 2014).

## **2.6 FIBRA**

### **2.6.1. Celulosa**

La celulosa se encuentra formada por moléculas de glucosa unidas mediante enlaces tipo  $\beta$ . En los rumiantes, la celulosa suele digerirse mejor que la hemicelulosa (Bach y Calsamiglia, 2006).

### **2.6.2. Hemicelulosa**

La hemicelulosa engloba 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 es más digestible que la hemicelulosa (Bach y Calsamiglia, 2006).

### **2.6.3. $\beta$ -glucanos**

Son polisacáridos de glucosa unidos mediante enlaces  $\beta$ , como la celulosa, pero que son fermentados rápidamente en el rumen además se encuentran principalmente en las gramíneas y en la fibra de los granos de cereal (Bach y Calsamiglia, 2006).

#### **2.6.4. Lignina**

La lignina es un polímero de alcoholes de hidroxicinamil que es totalmente indigestible en el tubo digestivo de los rumiantes; 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 va a depender de la especie de forraje, siendo mayor en las leguminosas que en las gramíneas, y del estado vegetativo (a mayor madurez más lignina) (Bach y Calsamiglia, 2006).

#### **2.6.5. Ácidos fenólicos**

Los ácidos fenólicos (ferúlico y cumárico) inicialmente se los consideraba tóxicos para las bacterias ruminales (Bach y Calsamiglia, 2006). Sin embargo Jung y Deetz (1993) demostraron que las bacterias pueden degradar estos ácidos; 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; la mayoría del ácido cumárico está unido a la lignina y no al arabinoxilano.

Los ácidos ferúlicos disminuyen de una mayor manera 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 poseen mayor ácidos fenólicos que las leguminosas (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 (Bach y Calsamiglia, 2006).

Las gramíneas se digieren más lentamente que las leguminosas (a igualdad de

estadios vegetativos), aunque la degradación total puede llegar a ser mayor en las leguminosas. El motivo de esta aparente disconformidad es que las gramíneas son más ricas que las leguminosas en hemicelulosa, y las leguminosas son más ricas en lignina que las gramíneas. La lignina es totalmente indigestible por lo tanto las leguminosas son menos digestibles; pero la hemicelulosa de las gramíneas presenta numerosas uniones con la lignina que hacen que su ritmo de fermentación sea muy lento, aunque su digestión potencial total sea mayor que en las leguminosas (Bach y Calsamiglia, 2006).

En vacas de alta producción, a pesar que la digestibilidad potencial de las gramíneas sea mayor el elevado ritmo de paso a través del rumen resulta en mayores digestibilidades efectivas en las leguminosas que en las gramíneas. Por otro lado, el lento ritmo de degradación de las gramíneas hace que el ritmo de paso ruminal se disminuya y por tanto la ingestión de la materia seca (MS) también disminuya (Qiu *et al.*, 2003).

Qiu *et al.* (2003) describieron aumentos en la ingestión de MS cuando compararon esta ración a base de ensilado de maíz normal o ensilado de maíz con la mutación “brown midrib” que mejora sustancialmente la digestibilidad *in vitro* de la FND debido a una reducción en el contenido en lignina. Este aumento en la ingestión sólo se ha observado, en raciones con altos niveles de inclusión de ensilado (40 % de la MS) y FND procedente del forraje (>21 % FND). Por tanto, aumentos en la ingestión de MS (IMS) con mejoras de la digestibilidad de la fibra sólo se deberían esperar cuando la ración contenga altos niveles de fibra.

Los animales herbívoros que viven sobre el material vegetal ricos en fibra tienen alguna parte del tubo digestivo (estómago, intestino posterior) el cual se encuentra adaptado a un compartimiento de fermentación microbiana para la digestión de la celulosa y otros carbohidratos estructurales. Su alimentación es a menudo baja en energía y otros nutrientes, el proceso de fermentación suele ser lento y el animal debe ser capaz de albergar y procesar grandes cantidades de alimentos para así poder satisfacer sus necesidades de nutrientes. Los animales pequeños tienen una mayor tasa metabólica en relación al tamaño del cuerpo y su capacidad para sobrevivir en

material fibroso de baja digestibilidad es un poco limitado por el tamaño de su compartimiento de fermentación (Qiu *et al.*, 2003).

#### **2.6.6. Procesos de digestibilidad de la fibra**

Los cuyes tienen una eficaz utilización de la fibra principalmente por la digestión microbiana realizada a nivel del ciego y colon, lo cual produce ácidos grasos volátiles que pueden satisfacer parte de sus requerimientos de energía (Marchán, 2019). Este componente tiene una gran importancia en la composición de las dietas, debido a que no solo por la habilidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para beneficiar la digestibilidad de otros nutrientes; ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (Chauca y Zaldivar, 1997).

La fibra limita el consumo voluntario y además incrementa las secreciones digestivas ya que hay un aumento de volumen de la misma dado que absorbe agua a nivel intestinal. Esta capacidad de retener agua le genera una pérdida de rendimiento al gancho, dado que obliga a un crecimiento del intestino (Pasturas, s.f.). El aporte de fibra se da por el consumo de los forrajes. El suministro de fibra de un alimento balanceado se desperdicia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas que se recomiendan para cuyes deben contener un porcentaje no menor de 18 % (Chauca y Zaldivar, 1997).

### **2.7 LA PAJA DE ARROZ COMO FUENTE DE FIBRA**

La paja de arroz contiene altos valores de FDN (Fibra Detergente Neutro) con un elevado contenido de sílice, lo cual afecta negativamente su digestibilidad y por lo tanto el consumo animal. Por otro lado, la paja de arroz es sumamente deficiente en los macro minerales (calcio, fósforo, sodio) y especialmente en vitamina A. Una vieja fórmula usada a nivel de campo, para estimar el consumo potencial de un animal a partir de un alimento, es la siguiente:

Consumo animal ( % del peso vivo) = 120 / % FDN

Resumiendo, la paja de arroz posee:

- Baja proteína
- Baja digestibilidad
- Baja cantidad de minerales y vitamina A
- Alto sílice
- Alta fibra

Por tanto, se estima que debido a las características que posee la paja, esta no es suficiente para asegurar el mantenimiento de animales. El tratamiento de la paja de arroz con urea, tiene un mejor resultado en el contenido proteico y la digestibilidad de la misma, mejorando también así la producción animal resultante (INEC, 2010).

**Tabla 3.** Composición química de la paja

<b>Composición</b>	<b>Paja Arroz</b>	<b>Paja Cereales</b>
<b>Proteína Cruda</b>	3.2 % – 4.6 %	4 % – 5 %
<b>FDN*</b>	68 % – 83 %	73 % – 80 %
<b>Lignina</b>	3.2 % – 4.4 %	7 % – 14 %
<b>Cenizas</b>	16 % – 18 %	6 % – 8 %
<b>Digestibilidad</b>	37 % – 53 %	40 % – 52 %

Fuente: (INEC, 2010).

## 2.8 Trabajos Relacionados

Vargas y Yupa (2011) evaluó el efecto de la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado cuyo trabajo fue realizado en las parroquias Chontamarca, Suscal, Zhud, Ingapirca y San Rafael de la Provincia del

Cañar; cuyo aspecto práctico se llevo a cabo en un periodo comprendido de 2 meses. Este estudio tuvo como objetivo determinar la eficiencia de dos tipos de alimento balanceado comparada con una fórmula balanceada comercial que servía de testigo; en relación a ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y costo, se utilizaron las siguientes variables (sexo, fórmula, dosis). Para el efecto se seleccionaron 1000 cuyes tipo 1 los cuales fueron distribuidos en las parroquias señaladas anteriormente. Para esta investigación se utilizó el diseño de bloques al azar en arreglo trifactorial ( $2 \times 3 \times 2$ ), es decir 2 sexos, 3 fórmulas y 2 dosis. Analizando los resultados se obtuvieron las siguientes conclusiones: que el tratamiento a base de maíz con un 50 % tanto en hembras como en machos obtuvo mayor incremento de peso y mayor consumo de balanceado y los tratamientos a base de maíz con la D1 y la D2 y a base de trigo con la D1 tanto en hembras como en machos obtuvieron mayor conversión alimenticia al final del tratamiento. En relación al sexo no hubo diferencia tanto en ganancia de peso, consumo de balanceado y conversión alimenticia. El tratamiento a base de cebada con la D1 es el que menos dinero se invirtió en el consumo de alimento.

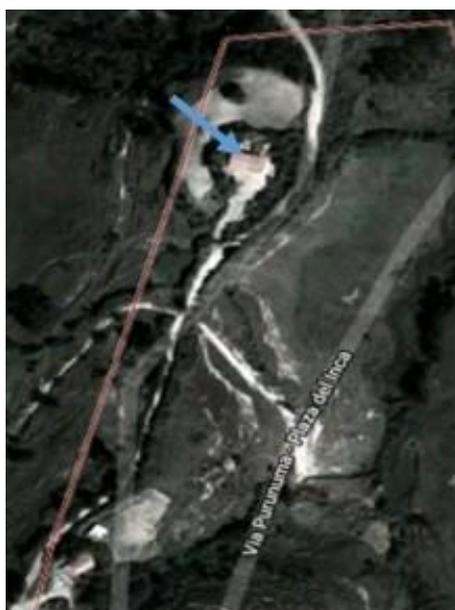
Según Sandoval (2013) evaluó los diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento en la investigación que se realizó en el Cantón Latacunga, Parroquia Juan Montalvo en el Barrio Santa Marianita, muestra que el objetivo de la investigación fue evaluar el mantenimiento de peso en época de estiaje con ensilaje de maíz como alternativa alimentaria en cuyes en crecimiento y comprobar el efecto de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, y mortalidad. Se utilizaron 96 cobayos machos de 15 días de edad, se dividieron en tres tratamientos con cuatro repeticiones de ocho animales cada uno, Los tratamientos fueron: testigo (T0) alfalfa, Tratamiento uno (T1) ensilaje de maíz y Tratamiento dos (T2) ensilaje de maíz + balanceado. Para el análisis estadístico se utilizó (DBCA) y la prueba de significancia de Duncan al 5 %. La duración de la experimentación fue de 45 días, el parámetro de mortalidad no reportan resultados. La dieta más eficiente en ganancia de peso es el T2 la cual alcanza un peso promedio de 584,09g; la segunda dieta más eficiente es el T0 con 415,19g y el T1 es el de menor peso con 162,10g. El tratamiento T0 fue el

de mejor consumo alimenticio con 46719,88g; seguido por el T1 con 30701,63g y el más bajo fue T2 con 18642,00g. La dieta que mejor conversión alimenticia proporciona es el T2 con un índice de conversión de 1,00; seguido por el T0 con un índice de conversión 3,53; mientras que el índice de conversión menos eficiente es la del T1 con un índice de 6,02. El tratamiento que menos inversión final registra es el T0 ya que el costo es de 4,35 dólares, mientras que el T1 fue de 4,39 dólares, mientras que el T2 es el de mayor costo con 4,43 dólares.

### 3.MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación

La presente investigación de campo se realizó en la Granja San Ignacio en la parroquia Purunuma que tiene una altitud de 2800 m s.n.m y una temperatura de 16.8°C perteneciente al cantón Gonzanamá de 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.



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

## **3.2 Descripción del Experimento**

### **3.2.1. Fase de Campo**

La desinfección del galpón se realizó 15 días antes de empezar el experimento, se inició con una limpieza general seca utilizando lanza llamas, para continuar con la limpieza húmeda que incluyó la desinfección con 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 se aplique en forma de película de gota fina.

La nave utilizada fue de 150 m<sup>2</sup> el cual nos permitió trabajar con los 160 cuyes en mención. Para la división de las pozas se utilizaron listones de madera y malla ojo de pollo, el área de cada poza fue de 50 cm<sup>2</sup>. El material de cama fue viruta de madera, con un espesor de 10 a 15 cm. Para colocar los comederos se procedió a hacer depresión en la cama; tres horas antes de que ingresen los cuyes se tubo listos los bebederos con el agua de bebida.

### **3.2.2. Fase de Laboratorio**

Una vez finalizado la fase de campo se procedió a realizar los trabajos de laboratorio que consistió en el sacrificio de un animal por unidad experimental y se tomó los datos digestivos de los indicadores. En el laboratorio de bromatología se procedió a realizar análisis bromatológicos de las dietas utilizadas.

### 3.2.3. Tamaño de la Muestra

Se trabajó con 160 cuyes (80 machos y 80 hembras); distribuidos en dos tratamientos, en cada tratamiento se utilizaron 4 unidades experimentales conformadas por 10 animales. Los cobayos fueron del tipo 1A, de aproximadamente 15 días de edad.

Fórmula para establecer el tamaño de la muestra:

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

- 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

### 3.2.4. Descripción de los tratamientos

Se evaluaron dos factores: Sexo y Niveles de fibra utilizando la paja como fuente de fibra y de la combinación de los niveles de cada factor se obtuvieron 4 tratamientos que se resume en el siguiente cuadro:

**Tabla 4.** Factores, niveles y tratamientos

<b>FACTORES</b>	<b>NIVELES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>REPETICIONES</b>
Sexo	Machos	Machos 10 %	4
	Hembras	Hembras 10 %	4
Niveles	10 %	Machos 12 %	4
	12 %	Hembras 12 %	4

### **3.2.5. Diseño experimental**

Se utilizó un arreglo factorial 2 x 2, (Sexo por Nivel de fibra) y dispuesto en un diseño completamente aleatorizado.

### **3.2.6. Composición de las dietas**

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

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

Ingredientes	Dietas Experimentales	
	FC 10 %	FC 12 %
Afrecho de trigo (Cema)	28	28
Trigo	31,90	31,04
Alfarina	–	26,14
Paja de arroz	16,2	–
Soya	13,97	6,70
Aceite de palma	1,05	0
Melaza	1	1
Sal	4,66	4,62
L-Lisina-HCL	0,31	0,44
DL-Metionina	0,12	0,12
Premezcla1	0,5	0,5
Carbonato de calcio	2,21	1,31
Atrapador	0,1	0,1
<b>Análisis bromatológico</b>		
Grasa	3,5	2,23
Fibra	10,3	12
Ceniza	8,67	10,58
Humedad	89,75	88,84

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 Pantotenico 12000mg, Ac. Folico 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.

### **3.2.7. Variables en Estudio**

#### **3.2.7.1. Parámetros productivos**

- Peso vivo (g)
- Consumo medio diario (g)
- Ganancia media diaria (g)
- Conversión media diaria
- Mortalidad

#### **3.2.7.2. Parámetros digestivos**

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

- Intestino delgado
- Intestino grueso
- Ciegos
- Estomago

pH de órganos digestivos

- Ciegos
- Estomago

#### **3.2.7.3. Relación entre parámetros productivos y digestivos**

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

### **3.2.8. Toma y Registro de Datos**

#### **3.2.8.1. Parámetros productivos**

- **Peso vivo**

Se tomó el peso de los cuyes recién llegados al galpón, se los ubicó en una caja de cartón y se tomó el peso, luego se restó el peso de la caja vacía y el resultado se dividió para el número de cuyes pesados para sacar el promedio semanalmente para luego colocar los cuyes en cada unidad experimental,

- **Consumo medio diario**

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

- **Ganancia media diaria**

Respecto a la ganancia media diaria igualmente procedimos a pesar a los animales al inicio y final luego se realiza una resta y ese valor se dividió para siete días de la semana.

- **Conversión media diaria**

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

- **Mortalidad**

La mortalidad se registró diariamente y así se presentaron mortalidades semanales y globales.

### **3.2.8.2. Parámetros digestivos**

Se tomó el peso, tamaño y pH de los órganos del tracto digestivo como: estomago, intestino delgado y ciegos. Estos datos se los tomo a los 15 primeros días de la investigación. Para ello se utilizó potenciómetro, balanza analítica, cinta métrica y escalímetro.

### **3.2.9. Análisis Estadístico**

Los parámetros productivos (excepto mortalidad) se analizaron a través de un modelo de medidas repetidas, utilizando el procedimiento MIXED del SAS Inc. (2016). En el modelo el tratamiento y el sexo fueron las variables fijas y la unidad experimental la variable aleatoria. Una matriz de varianzas y covarianzas de tipo auto regresivo heterógamo de orden uno se empleó en el modelo. La mortalidad fue analizada a través del procedimiento GENMOD del SAS, considerándola una variable binomial. Para analizar los resultados de los parámetros digestivos se realizó un análisis de varianza a través del procedimiento GLM del SAS, en el incluyó como efecto principal el tratamiento y el sexo. Las medias se compararon a través del test de Tukey y contrastes polinomiales. Las probabilidades menores a 0,05 fueron consideradas como significativas.

## 4.RESULTADOS

### 4.1 Parámetros Productivos

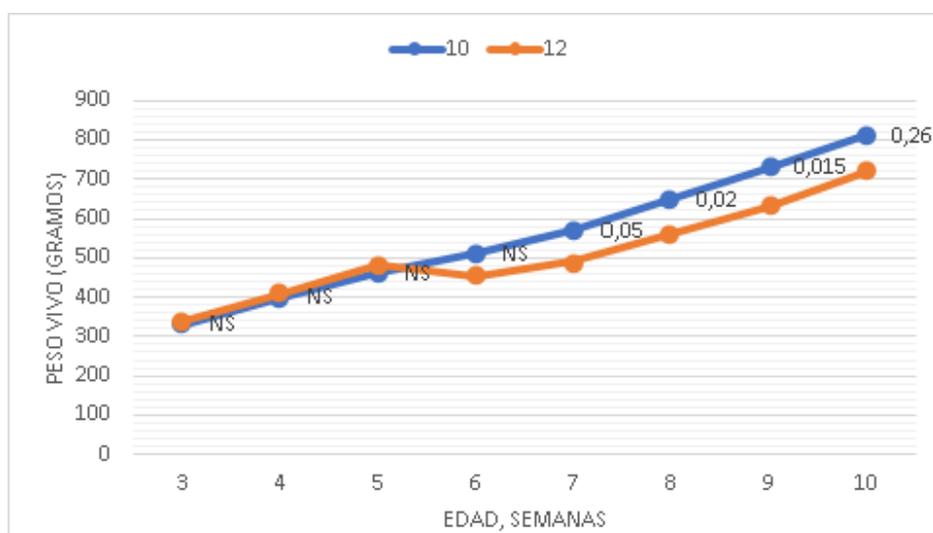
#### 4.1.1. Peso Vivo

En la Tabla 6, Figura 2 y Figura 3 se observa el (PV) de los cobayos en distintos estadios de vida. La semana tres a la semana cinco de edad no se tiene diferencia significativa; mientras que a partir de la sexta semana hubo disminución de peso con diferencia significativa ( $p=0,0571$ ) en la interacción Sexo\*Nivel; a la séptima semana de edad hubo un aumento de peso con diferencia significativa ( $p=0,05578$ ) en la interacción Nivel, mientras que la interacción Sexo\*Nivel fue su diferencia significativa de ( $p<0,0211$ ) ; a la octava semana igualmente hubo un aumento de peso dando en la interacción Nivel una diferencia significativa ( $p<0,027$ ), para la interacción Sexo\*Nivel la diferencia significativa fue de ( $p<0,0084$ ); en la novena semana de vida se obtuvo una diferencia significativa en la interacción Nivel de ( $p<0,0154$ ), para la interacción Sexo\*Nivel la diferencia significativa fue de ( $p<0,0067$ ); en la décima y última semana de vida en la interacción Nivel se obtuvo una diferencia significativa de ( $p<0,0262$ ) y para la interacción Sexo\*Nivel la diferencia significativa fue de ( $p<0,007$ ).

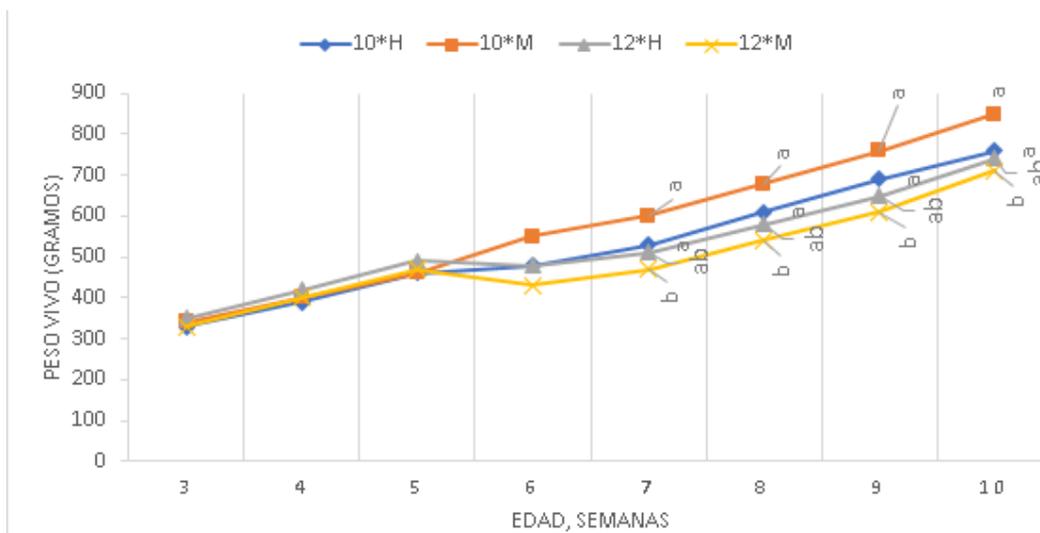
**Tabla 6.** Efecto del nivel de fibra, sexo y su interacción en los pesos vivos (g) semanales de cuyes en crecimiento.

		PESO SEMANAL							
		SEMANA							
	NIVEL	3	4	5	6	7	8	9	10
	10 %	330	400	460	510	570	650	730	810
	12 %	340	410	480	450	490	560	630	720
		SEXO							
	Macho	330	400	460	490	540	610	690	780
	Hembras	340	410	470	480	520	590	670	750
		NIVEL X SEXO							
	10 %*H	330	390	460	480	530 <sup>a</sup>	610 <sup>a</sup>	690 <sup>a</sup>	760 <sup>a</sup>
	10 %*M	340	400	460	550	600 <sup>a</sup>	680 <sup>a</sup>	760 <sup>a</sup>	850 <sup>a</sup>
	12 %*H	350	420	490	480	510 <sup>ab</sup>	580 <sup>ab</sup>	650 <sup>ab</sup>	740 <sup>ab</sup>
	12 %*M	330	400	470	430	470 <sup>b</sup>	540 <sup>b</sup>	610 <sup>b</sup>	710 <sup>b</sup>
		Error estándar de la media							
	Nivel	9,35	12,3	10,4	31,2	27,3	26,7	26,8	25,4
	Sexo	9,35	12,3	10,4	31,2	27,3	26,7	26,8	25,4
	Nivel*sexo	13,2	17,4	14,7	44,1	38,7	37,7	37,9	36,3
		p-VALOR							
	Nivel	0,68	0,34	0,21	0,19	0,05	0,02	0,015	0,026
	Sexo	0,55	0,65	0,54	0,86	0,71	0,65	0,70	0,48
	Sexo *FND	0,24	0,21	0,15	0,05	0,02	0,008	0,0067	0,007

a,b = Diferencias estadísticamente significativas (p-valor < 0,005)



**Figura 2.** Efecto del nivel de fibra en el peso vivo de cuyes en cebo .



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

#### 4.1.2. 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 donde se observa que el consumo medio diario de la cuarta a la décima semana de vida se ha dado de una manera satisfactoria y que en la interacción Nivel (12 % y 10 %), Sexo (Machos y Hembras), Nivel \*Sexo ha sido eficaz ambas dietas sin haber ningún margen de error.

**Tabla 7.** Promedio de consumo medio diario (g).

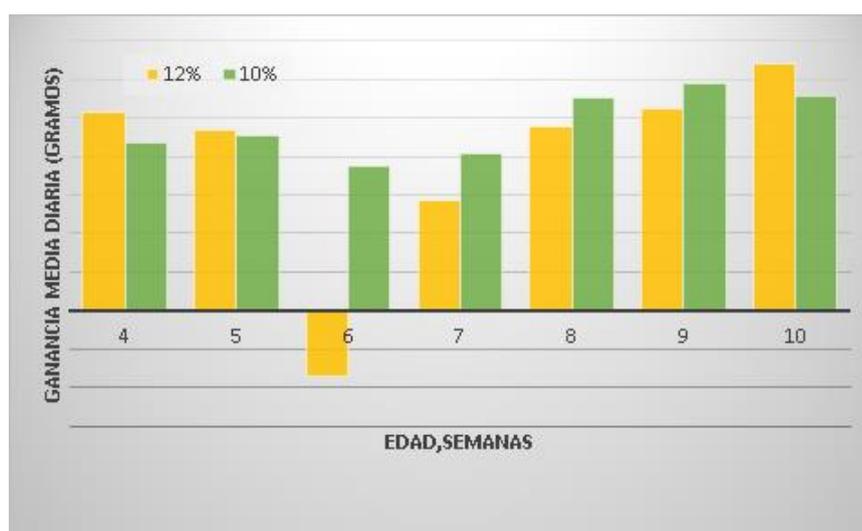
<b>CONSUMO MEDIO DIARIO</b>							
<b>NIVEL</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
10 %	24,6	25,7	22,4	26,5	31,6	34,3	37,1
12 %	24,8	25,4	22,5	26,2	31,5	33,5	35,9
<b>SEXO</b>							
Macho	24,5	25,4	22,3	26	30,1	33,7	36,3
Hembras	24,9	25,8	22,5	26,7	32,9	34,1	36,7
<b>NIVEL X SEXO</b>							
10 % * H	24,5	26,2	22,3	26,9	32,5	34,4	37,8
10 % * M	24,7	25,3	22,5	26,1	30,6	34,2	36,5
12 % * H	25,4	25,3	22,7	26,5	33,3	33,8	35,6
12 % * M	24,3	25,5	22,2	25,9	29,7	33,3	36,2

#### **4.1.3. Ganancia media diaria**

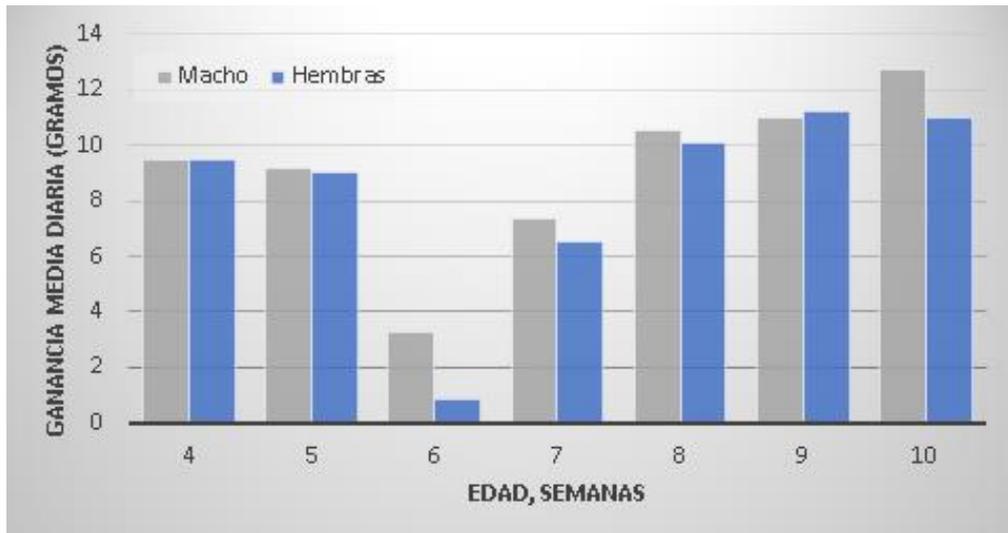
En la Tabla 8, Figura 4 y Figura 5 se observa que la ganancia media diaria en la semana seis ha disminuido drásticamente en la interacción Nivel (12 %) con un -3,37 g; Sexo (Hembras) con un 0,88 g; Nivel\*Sexo (12 % - M) con un -5,83 g y (12 % - H) con un -0,92 g.

**Tabla 8.** Análisis de la ganancia media diaria de cada semana de acuerdo a lo niveles de fibra.

GANANCIA MEDIA DIARIA							
SEMANA							
NIVEL	4	5	6	7	8	9	10
10 %	8,71	9,13	7,52	8,10	11,0	11,8	11,1
12 %	10,3	9,41	-3,37	5,71	9,50	10,5	12,8
SEXO							
Macho	9,51	9,19	3,27	7,36	10,5	11,0	12,7
Hembras	9,51	9,02	0,88	6,46	10,1	11,2	11,0
NIVEL * SEXO							
10 %* H	8,71	9,39	2,67	8,25	10,5	12,2	10,0
10 %* M	8,71	8,86	12,4	7,95	11,6	11,3	12,2
12 %* H	10,7	9,31	-0,92	4,66	9,65	10,4	12,4
12 %* M	10,3	9,52	-5,83	6,77	9,65	10,6	13,3



**Figura 4.** Ganancia media diaria de los niveles de fibra por semana.



**Figura 5.** Ganancia media diaria de los niveles de fibra de acuerdo al sexo por semana.

#### 4.1.4. Conversión media diaria

En la Tabla 9 se observa que la conversión media diaria en la semana tres ha disminuido notoriamente en la interacción Nivel (12 %) con un -5,79 g, el (10 %) con un -1,16 g; la interacción Sexo(Hembras) con un -4,23 g, los (Machos) con un -2,73 g; la interacción Nivel\*Sexo (12 % Machos) con un -6,08 g, el (12 % Hembras) con un -5,51 g y para el (10 % Hembras) con -2,96 g.

**Tabla 9.** Conversión media diaria

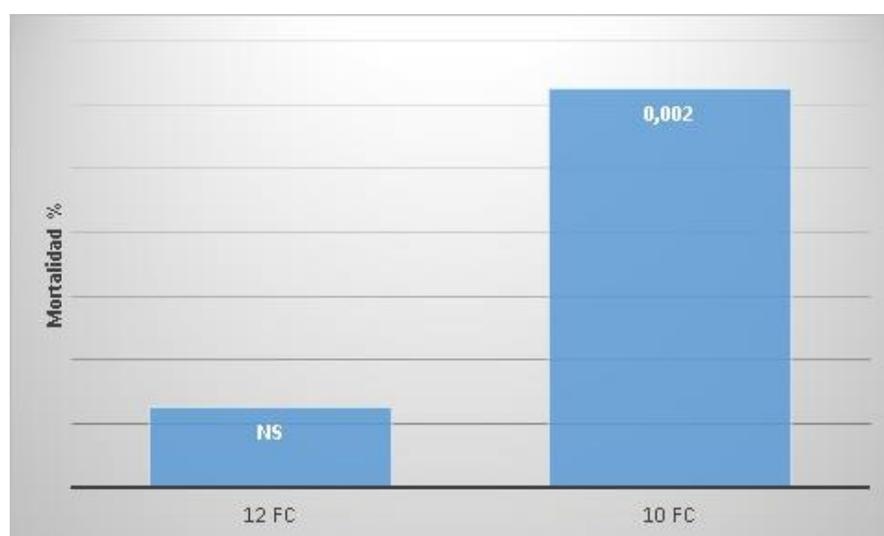
<b>CONVERSIÓN MEDIA DIARIA</b>							
<b>NIVEL</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
10 %	2,92	2,97	-1,16	3,35	3,01	3,02	3,46
12 %	2,43	2,71	-5,79	5,17	3,43	3,23	2,88
<b>SEXO</b>							
Macho	2,63	2,82	-2,73	3,68	3,09	3,09	2,95
Hembras	2,72	2,86	-4,23	4,85	3,36	3,16	3,39
<b>NIVEL X SEXO</b>							
10 %* H	2,95	2,97	-2,96	3,27	3,26	3,02	3,79
10 %* M	2,88	2,97	0,63	3,44	2,76	3,02	3,13
12 %* H	2,51	2,74	-5,51	6,43	3,46	3,29	2,99
12 %* M	2,37	2,68	-6,08	3,92	3,41	3,17	2,77

#### **4.1.5. Mortalidad**

Los efectos de los niveles de fibra sobre la mortalidad, se muestra en la Tabla 10 y Figura 6. En la mortalidad total, se detectó diferencia para los niveles de fibra ( $p=0,002$ ), en donde la suministración de FC 10 % reduce la mortalidad en 12,5 puntos porcentuales en comparación a la FC 12 %. No se detectaron diferencias entre la interacción sexo ( $p=0,55$ ) y Niveles\*Sexo ( $p=0,55$ ).

**Tabla 10.** Análisis del porcentaje de Mortalidad.

<b>Variables</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Nivel</b>	
10 %	12,5
12 %	2,47
<b>Sexo</b>	
Hembra	10
Macho	5
<b>Nivel x Sexo</b>	
10 % FC – hembras	17,5
10 % FC – machos	7,48
12 % FC – hembras	2,46
12 % FC – machos	2,51
<b>p - Valor</b>	
Nivel	0,02
Sexo	0,55
Nivel*Sexo	0,55



**Figura 6.** Efectos de los niveles de fibra sobre la mortalidad.

## **4.2 Parámetros digestivos**

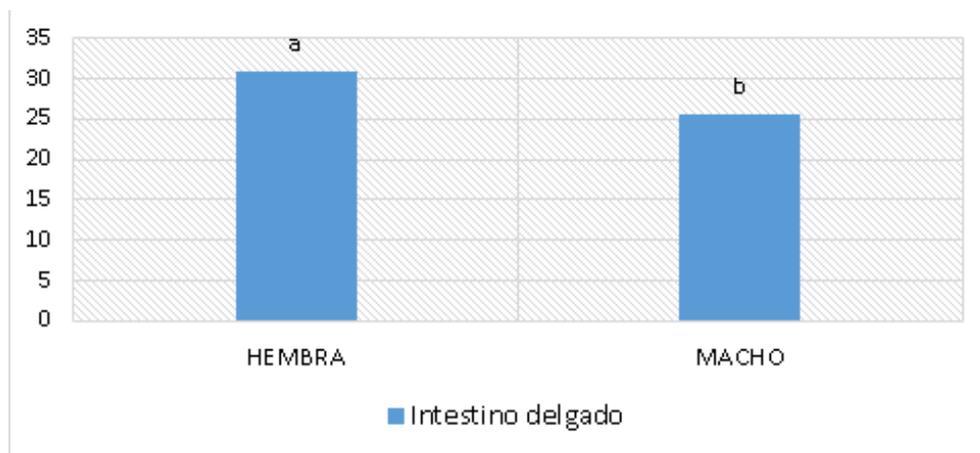
### **4.2.1. Pesos absolutos y relativos de órganos digestivos**

En la Tabla 11, Figura 7 y Figura 8 se observa los pesos absolutos y relativos del tracto digestivo; en los pesos absolutos podemos observar que se evidenció diferencias significativas en la interacción Sexo para intestino delgado ( $p < 0,01$ ), mientras que para la interacción Nivel, Nivel\*Sexo no se pudo observar diferencias significativas en todos los órganos digestivos. En los pesos relativos se detectó diferencias significativas en la interacción Sexo para el tracto digestivo total ( $p < 0,0055$ ) y en intestino delgado ( $p < 0,0021$ ). No se observó diferencias en la interacción Nivel y Nivel\*Sexo en los pesos relativos del tracto digestivo.

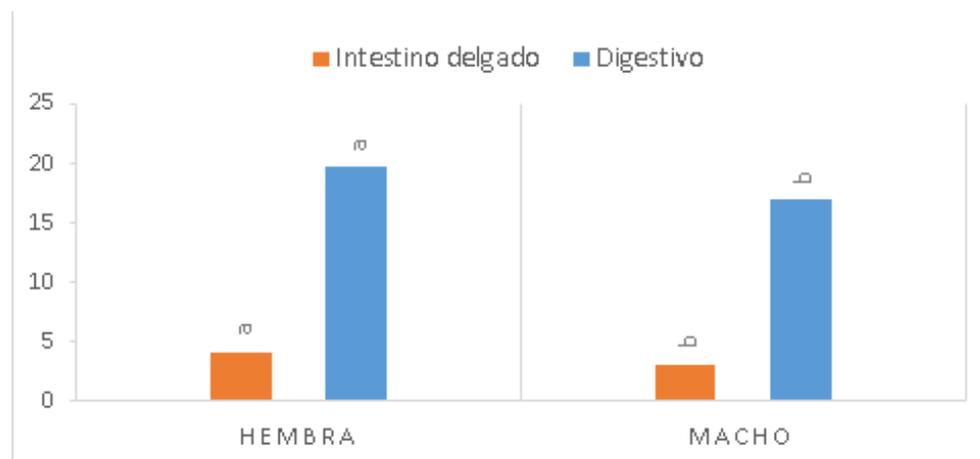
**Tabla 11.** Pesos absolutos, pesos relativos, longitud y pH del sistema digestivo con el error estándar y p valor.

Variable	NIVEL		SEXO		NIVEL*SEXO				RSD	p VALOR		
	12 %	10 %	HEMBRA	MACHO	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS		NIVEL	SEXO	NIVEL*SEXO
<b>Peso absoluto</b>	<b>12 %</b>	<b>10 %</b>	<b>HEMBRA</b>	<b>MACHO</b>	<b>HEMBRAS</b>	<b>MACHOS</b>	<b>HEMBRAS</b>	<b>MACHOS</b>		<b>NIVEL</b>	<b>SEXO</b>	<b>NIVEL*SEXO</b>
Digestivo	148	148	150	146	152	144	148	148	8,93	1,00	0,33	0,38
Intestino delgado	27,3	29,7	31,2 <sup>a</sup>	25,7 <sup>b</sup>	31,5	22,5	30,5	29,2	3,79	0,17	0,01	0,07
Intestino grueso	34,3	30,7	34,3	30,7	31,5	36,5	30,2	31,5	9,76	0,51	0,51	0,72
Estomago	28,6	29,1	29,3	28,2	29,2	28,2	29,5	28,5	4,43	0,86	0,61	0,95
Pesos ciegos	57,5	56,3	55,2	58,5	54,2	61,3	56,3	56,3	9,25	0,75	0,46	0,46
<b>Peso relativo</b>												
Digestivo	18,6	18,1	19,7 <sup>a</sup>	16,9 <sup>b</sup>	19,9	17,3	19,6	16,6	1,65	0,56	0,0055	0,8
Intestino delgado	3,41	3,64	4,06 <sup>a</sup>	2,99 <sup>b</sup>	4,11	2,72	4,01	3,27	0,55	0,41	0,0021	0,24
Intestino grueso	4,24	3,74	4,02	3,96	4,12	4,38	3,95	3,54	1,21	0,42	0,92	0,57
Estomago	3,59	3,57	3,87	3,29	3,81	3,37	3,94	3,21	0,72	0,96	0,12	0,68
Pesos ciegos	7,23	6,83	7,24	6,79	7,08	7,32	7,43	6,26	1,22	0,55	0,47	0,28
<b>MEDIDAS</b>												
Longitud del intestino delgado	2,32	2,27	2,34	2,25	2,44	2,25	2,28	2,25	0,14	0,48	0,24	0,44
Longitud del intestino grueso	1,12	1,02	1,12	1,03	1,13	1,14	1,11	0,93	0,28	0,50	0,62	0,44
<b>pH</b>												
Estomago	1,63	1,79	1,69	1,72	1,55	1,71	1,84	1,74	0,27	0,25	0,83	0,36
Ciego	6,65	6,88	6,78	6,74	6,64	6,66	6,93	6,83	0,23	0,06	0,74	0,64

a,b = Diferencias estadísticamente significativas (p-valor < 0,005)



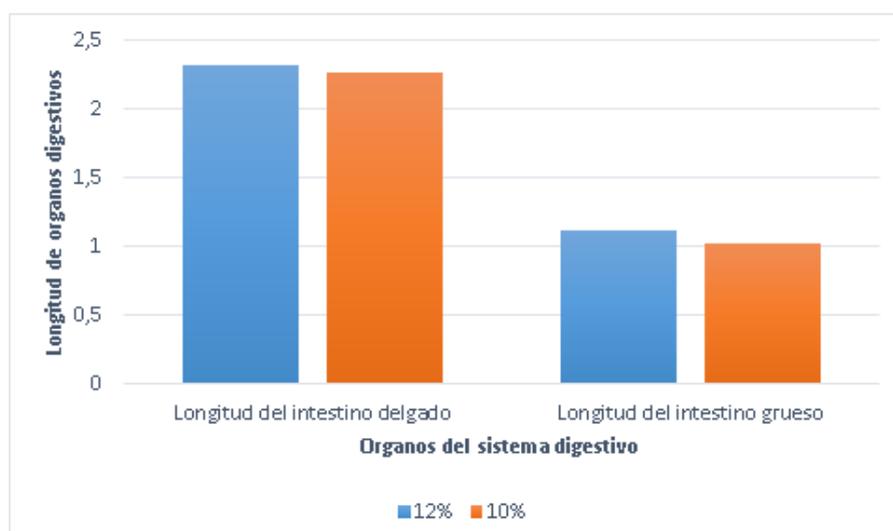
**Figura 7.** Pesos absolutos del sistema digestivo de acuerdo a los niveles de fibra por sexo tomados a los 64 días de edad.



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

#### 4.2.2. Medidas de los órganos digestivos

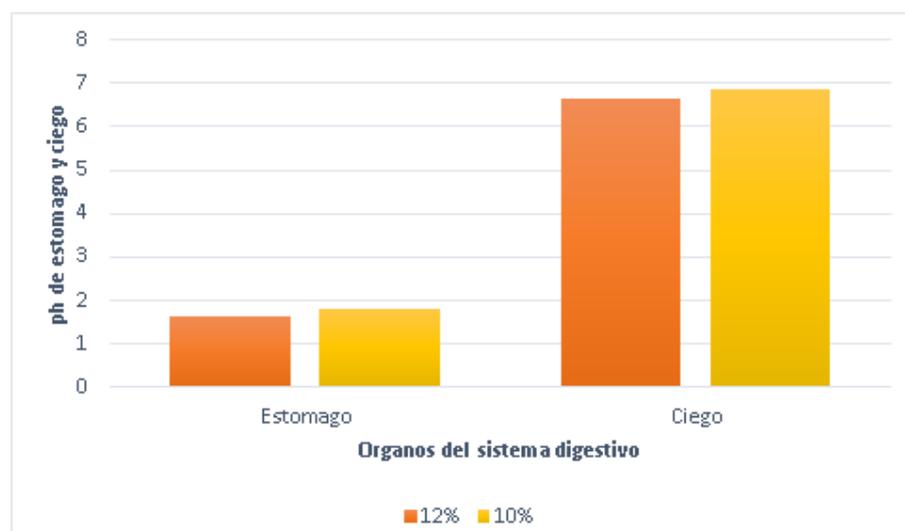
El efecto de los diferentes niveles de fibra sobre la longitud del sistema digestivo, se observa en la Tabla 11 y Figura 9. En la Tabla 11 no se encontraron diferencias significativas con respecto a las medidas longitudinales de los órganos digestivos debidas a los niveles de fibra para el intestino delgado ( $p = 0,14$ ) y grueso ( $p = 0,28$ ); no se detectó interacción para el sexo ( $p = 0,24$ ) y niveles\*sexo ( $p = 0,44$ ).



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

#### 4.2.3. pH

El nivel del pH, bajo el efecto de diferentes niveles de fibra se muestra en la Tabla 11 y Figura 10. En el pH del estómago, no se detecta ninguna diferencia significativa para la interacción niveles de fibra ( $p = 0,25$ ), sexo ( $p = 0,83$ ) y los niveles\*sexo ( $p = 0,36$ ). No se detectó interacción para el pH de los ciegos en los niveles de fibra ( $P = 0,06$ ), sexo ( $p = 0,74$ ) y los niveles\*sexo ( $p = 0,64$ ).



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

#### 4.2.4. Correlación

Como se observa en la Tabla 12, en la variable de correlación existen diferencias significativas para peso digestivo total con peso ciego ( $p < 0,036$ ); grasa- fibra-ceniza y humedad en relación al ciego ( $p < 0,005$ ); existen diferencias significativas para intestino delgado en relación a largo de intestino delgado ( $p < 0,002$ ); tenemos diferencias significativas para estomago en relación a largo de intestino grueso ( $p < 0,044$ ); existen diferencias significativas para ciego en relación a largo de intestino delgado ( $p < 0,000$ ); 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 para las correlaciones de Peso animal, Peso del estómago, Peso del intestino grueso, Estómago, pH estómago, pH ciegos, ciego, grasa, fibra, ceniza, humedad entre sí siendo todas correlaciones independientes.

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

	<b>Digestivo</b>	<b>Intestino Delgado</b>	<b>Estomago</b>	<b>Ciego</b>	<b>Fibra</b>	<b>Humedad</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Grasa</b>
<b>Ciego</b>	0,526	-0,272	-0,03					
<b>Largo I. Delgado</b>	0,104	0,702	-0,292	0,804				
<b>Largo I. Grueso</b>	-0,315	0,012	-0,508	-0,035				
<b>Humedad</b>	0	-0,286	-0,048	0,089	1			
<b>Cenizas</b>	0	-0,286	-0,048	0,089	1	1		
<b>Grasa</b>	0	0,286	0,048	-0,089	-1	-1	-1	

## **5.DISCUSIÓN**

### **5.1 PESO VIVO**

En la presente investigación al aplicar dos niveles de tratamientos de FC (10 % y 12 %), el peso de los cobayos se incrementó para ambos tratamientos; el 12 % de FC nos dio 720 g y 810 g para el 10 % de FC.

Vargas y Yupa (2011), en su investigación sobre la determinación de la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus 1*), con dos tipos de alimento balanceado, demostró que obtuvo mejores ganancias de peso a base de maíz con un peso promedio de 1,475 kg para machos y 1,450 kg para hembras; a base de trigo con un peso promedio de 1,100 kg para hembras y 1.075 kg para machos y como menor incremento de peso a base de cebada con un peso de 0,725 kg para machos y 0,700 kg para hembras.

Según Calderón y Cazares (2011), en la variable incremento de peso encontró que existe diferencia entre tratamientos únicamente en el periodo de 15 días de evaluación, donde (Alfalfa) tiene 970,60 (g), para el (Balanceado comercial) 961,730 (g) tuvieron mayor incremento de peso. Canales (2013), indica que los pesos finales a las 12 semanas de edad con la dieta de Alfalfa fueron de 610,3 (g). Lo cual concuerdan con los autores mencionados en donde al aplicar varios niveles de fibra en la alimentación alcanzan pesos superiores.

### **5.2 CONSUMO MEDIO DIARIO**

En la presente investigación no se evidenció margen de error para los tratamientos con 10 % de FC y 12 % de FC, con un incremento de pesos casi similares en todas las semanas, con un consumo de 36,3 g para los machos y 36,7 g para las hembras en la décima semana de vida de los cobayos.

Sandoval (2013), utilizó 96 cobayos machos de 15 días de edad, se dividieron en tres tratamientos con cuatro repeticiones de ocho animales cada uno indicando un consumo de alfalfa de 46719,88 g, y de ensilaje de maíz con 30701,63 g al final del experimento. Angamarca Morocho (2019), en su investigación no obtuvo margen de error entre tratamientos con 11 % de FC con 42 g y 42,6 g para el 13 % de FC en la décima semana de vida de los cobayos, alcanzando más pesos los machos en comparación a las hembras.

Chiliquinga y Marilu (2012), marcan que la regulación del consumo voluntario en cobayos va a depender del nivel energético de la ración así mismo una ración más concentrada en carbohidratos, grasa y proteínas determinan un menor consumo. Estos datos concuerdan con los autores citados, en donde se muestra que el consumo de alimento va a ser de manera voluntaria y que depende del nivel de fibra para que exista un crecimiento satisfactorio.

### **5.3 GANANCIA MEDIA DIARIA**

En la presente investigación, se presentó margen de error en la ganancia de peso en la sexta semana de vida de los cobayos así mismo para la interacción Nivel\*Sexo en hembras y machos del 12 % de FC, dándonos un mejor resultado el 12 % de FC con 12,8 g/día.

Yopla y Jhon (2014), indica que la ganancia de peso promedio del cobayo semanalmente fue de 93.4, 62.8 y 45.2 g para los cuyes machos del T1(Alimento Tomasino-Carne), T2(Pellets de alfalfa) y T3(Alfalfa fresca) respectivamente; mientras que Vargas y Yupa (2011), obtuvieron mejores ganancias de peso a base de maíz con 1,475 kg para machos y 1,450 kg para hembras; a base de trigo con 1,100 kg para hembras y 1.075 kg para machos y con menor a base de cebada con 0,725 kg para machos y 0,700 kg para hembras. Estos datos concuerdan con los autores mencionados lo cual nos demuestra que tanto niveles de fibra altos como bajos tiene buena conversión alimenticia dándonos un crecimiento compensatorio.

## **5.4 CONVERSIÓN MEDIA DIARIA**

En la presente investigación tenemos valores negativos en la sexta semana de vida entre ambos Niveles de -1,16 g para el 10 % y -5,79 g para el 12 % de FC, así mismo para la interacción Sexo para machos con -2,73 g y hembras con -4,23 g; en la interacción Nivel\*Sexo para el 10 % para hembras con -2,96 g y el 12 % para hembras con -5,51 g y machos con -6,08 g.

Según Sandoval (2013) el ensilaje de maíz + balanceado da un índice de conversión de 1,00 g; seguido por Alfalfa con un índice de 3,53 g mientras que la conversión menos eficiente es Ensilaje de maíz con un índice de 6,02 g. Condori (2014), en su investigación en 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; 6.94kg y 7.4kg; 8.11kg y 8.51kg respectivamente.

Vargas y Yupa (2011), obtuvieron mayor conversión alimenticia a base de maíz con el 10 % de 1,418 kg para hembras y 1,479 kg para machos y al 50 % una conversión de 1,537 kg tanto para machos como para hembras; a base de trigo con el al 10 % una conversión de 1,682 kg para hembras y 1,862 kg para machos y con menor conversión alimenticia a base de cebada con 3,135 kg para hembras y 3,035kg para machos. Dichos resultados no concuerdan con los autores citados en donde la conversión alimenticia resulta propicia al utilizar alimentos que contienen una alta densidad de nutrientes de esta manera favorece la digestibilidad, dándonos así una buena conversión alimenticia.

## **5.5 MORTALIDAD**

En la presente investigación la mortalidad con el tratamiento del 12 % de FC nos dio una mortalidad del 2,5 % siendo la más baja en comparación con la dieta del 10 %

que nos dio una mortalidad del 12,5 %.

Angamarca Morocho (2019), reporta en su investigación la mortalidad con el tratamiento del 13 % de FC obtuvo 53 % de mortalidad; mientras que Jimenez (2016), nos indica que un buen suministro de alimentación a los cuyes va a dar unos 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, se registró una mortalidad del 10 % Estos resultados no concuerdan con los autores ya citados debido a que el porcentaje de mortalidad en este trabajo es muy bajo.

## **5.6 PAR      ÁMETROS DIGESTIVOS**

### **5.6.1. Pesos absolutos y relativos de los      órganos digestivos**

En la presente investigación el tratamiento con el 12 % de FC afecto significativamente al peso del intestino delgado con 31,5 g para Hembras y de 22,5 g para Machos; para el tratamiento con el 10 % de FC los pesos y diámetros de los otros órganos de machos y hembras eran similares. Angamarca Morocho (2019), demuestra que el tratamiento con FC del 11 % afecto 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. Lo cual concuerda con los autores mencionados.

### **5.6.2. Medidas del tracto digestivo**

En la presente investigación en la interacción Nivel en la longitud del intestino delgado se obtuvo 2,32 y 2,27 cm para el 12 % y 10 % de FC, respectivamente Jimenez (2016), indica que la alimentación con el 25 % fibra aumento el largo del intestino

delgado 229 cm (60 %); a diferencia de los tratamientos con el 12 % de fibra no tuvieron un incremento en el peso del órganos. Lo cual no concuerda con los datos obtenidos en la presente investigación.

## **5.7 pH**

En la presente investigación no se observan alteraciones para el pH del ciego e intestino para los tratamientos del 10 % de FC y 12 % de FC. (Jaramillo Mauricio, 2017), demuestra que las características morfofisiologías del cuy no se dieron cambios de pH a nivel de los intestinos al momento de incrementar el nivel de fibra; mientras que al incrementar niveles de proteína va a existir una alteración del pH en los órganos digestivos. Angamarca Morocho (2019), demostró que no existe alteración de pH en los órganos digestivos de los cobayos al alimentarlos con una ración de 11 % y 13 % de FC.

Estos datos concuerdan con Angamarca Morocho (2019) y Jaramillo Mauricio (2017) en donde nos dan a conocer que no existen alteraciones en el pH de los órganos al administrar una ración con un incremento de fibra del 11 y 13 %; sin embargo, este índice de fibra ayuda a una mejor digestibilidad del alimento en el intestino.

## **5.8 CORRELACIÓN**

En la presente investigación encontramos diferencias significativas entre peso digestivo total y ciegos; intestino delgado y largo del intestino delgado; estómago y largo del intestino grueso; ciego y largo del intestino delgado. 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 nos muestran que las fracciones soluble e insoluble, van a producir efectos cuantitativos y cualitativos diferentes en el tracto digestivo de los animales; ya que la fracción insoluble parece tener más influencia en el peso del aparato digestivo y la acidez del ciego; sin embargo la fracción soluble

afecta más a la viscosidad y el número de células caliciformes (Abad *et al.*, 2012).

Mientras que Angamarca Morocho (2019), demostró que 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 que se han obtenido en esta investigación se concluye lo siguiente:

- Los cobayos tienen una mejor respuesta a los niveles bajos de fibra cuya composición está hecha a base de paja de arroz, obteniendo mejores ganancias de peso y un menor índice de mortalidad.
- Las dietas elaboradas con 12 % y 10 % de FC no presentaron diferencias en el tracto digestivo del cobayo.
- No se detectó relación de los parámetros digestivos y además no hay relación en las concentraciones de grasa, fibra, cenizas y humedad del alimento.

## **7.RECOMENDACIONES**

- Realizar más estudios tomando como referencia este trabajo, en un lugar que permita una revisión constante, para así poder corregir los errores a tiempo y por ende evitar futuras alteraciones en el desarrollo del trabajo investigativo.
- Formular una ración con vitamina C termoestable, para que no se desintegre al momento de peletizar o suministrar Vitamina C en el agua de bebida para evitar mortalidad en el trabajo investigativo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, 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).
- Acurio, L. F. (2010). *Mejoramiento de la formulación de alimentos balanceados mediante el uso de residuo de galleta y sus efectos en la fase de engorde en cuyes* (B.S. thesis).
- Amaguaña, M. L. (2012). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de cuyes a través de la asociatividad de los pequeños productores de la parroquia rural ascázubi del cantón cayambe, provincia de pichincha.
- Angamarca Morocho, 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). Universidad Nacional de Loja.
- Bach, A., y Calsamiglia, S. (2006). La fibra en los rumiantes:¿ química o física? *XII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España*, 99–112.
- Badui, S. (2016). *Química de los alimentos*. México, Pearson Educación.
- Bósquez, M. E. (2015). *Utilización de diferentes niveles de cascarilla de cacao (15 %, 20 % y 25 %) en alimentación de cuyes machos peruanos mejorados en la etapa crecimiento-engorde, provincia-bolívar* (B.S. thesis). Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela . . .
- Calderón, G. E., y Cazares, R. R. (2011). *Evaluación del comportamiento productivo de cuyes (cavia porcellus) en las etapas de crecimiento y engorde, alimentados con bloques nutricionales en base a paja de cebada y alfarina* (B.S. thesis).

- Canales, F. (2013). Efecto de la alimentación con alfalfa y concentrado en diferentes niveles de proteína sobre los parámetros productivos en cuyes (*cavia porcellus*) en crecimiento.
- Carbajal, C. S. (2015). Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (*cavia porcellus*) en acabado en el valle del mantaro.
- Cárdenas, A. C. (2013). Evaluación de dos suplementos minerales y dos fuentes de complejo b en el desarrollo de cuyes *cavia porcellus* machos. cadet, tumbaco, pichincha.
- Castro, H. (2002). Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. *Institute Brigham Young University Provo. Utah, US*, 14.
- Cevallos, C., Fernanda, M., y Trávez Corrales, L. S. (2012). Alimentación con dos tipos de balanceado: peletizado de pronaca y en polvo en cuyes reproductores en el criadero producuy cantón salcedo-provincia de cotopaxi.
- Chauca y Zaldivar, L. (1997). *Producción de cuyes (cavia porcellus)*. (Inf. Téc.).
- Chiliquinga, A., y Marilu, A. (2012). *Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes* (B.S. thesis).
- Condori, R. W. (2014). Evaluación de bajos niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (*cavia porcellus*) con exclusión de forraje.
- Cuchuirumi, C., y Félix, G. (2015). Digestibilidad y valor energético de residuos de quinua “jipi” en cuyes.
- Erickson, M. C. (1997). Lipid oxidation: Flavor and nutritional quality deterioration in frozen foods. En *Quality in frozen food* (pp. 141–173). Springer.
- Escobar, P. A., González, U., y Fernando, J. (2018). Producción de cuyes: alternativas del sena para el desarrollo del campo.
- Estupiñán, E. (2003). Crianza y manejo de cuyes experiencia en el centro experimental de salache. *Universidad Técnica de Cotopaxi: sn*.

- Inc., S. I. (2016). *Sas  $\text{\$}$  university edition: installation guide for windows*. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- INEC, I. (2010). Instituto nacional de estadísticas y censos. *Obtenido de* <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home>.
- Jaramillo Mauricio, A. R. (2017). *Determinación de características morfofisiológicas del tracto digestivo del cuy (cavia porcellus)* (B.S. thesis). Universidad Nacional de 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).
- Jung, H., y Deetz, D. (1993). Cell wall lignification and degradability. *Forage cell wall structure and digestibility*(foragecellwalls), 315–346.
- Limaymanta, L. D. (2015). Efecto de los microorganismos eficientes en dietas para engorde de cuyes destetados en la granja agropecuaria de yauris–uncp.
- Malagón, 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.
- Marchán, K. A. (2019). Efecto del uso de los manano-oligosacáridos en la dieta de cuyes (cavia porcellus) en la fase de crecimiento-engorde sobre el comportamiento productivo y rentabilidad económica.
- McDonald, P. (1964). *Nutrición animal*. EUNED.
- Ocaña, S. L. (2012). *Utilización de nupro (nucleotidos, proteínas e inositol), en dietas para cuyes en la etapa de crecimiento-engorde y gestacion-lactancia* (B.S. thesis).
- Pasturas, D. (s.f.). Utilización de pasturas en la alimentación de cerdos.

- Qiu, X., Eastridge, M., y Wang, Z. (2003). Effects of corn silage hybrid and dietary concentration of forage ndf on digestibility and performance by dairy cows. *Journal of dairy science*, 86(11), 3667–3674.
- Quintuña, M., y Esteban, M. (2019). *Evaluación de parámetros zootécnicos a distintas edades del destete en engorde de cobayos (cavia porcellus)* (B.S. thesis).
- Quispe, F. V. (2018). *Evaluación del efecto de la vitamina c (sintética natural) en la etapa de crecimiento de cuyes (cavia aparea porcellus) en la estación experimental patacamaya* (Tesis Doctoral no publicada).
- Regalado, H. F. (2007). *Comparación del incremento de peso en cuyes con el uso de tres preparaciones de bloques nutricionales con diferentes porcentajes de proteína* (B.S. thesis). Universidad del Azuay.
- Relling, A. E., y Mattioli, G. A. (2003). *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes*. Edulp.
- Sandoval, H. F. (2013). *Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento* (B.S. thesis).
- Solorzano, J. D. (2014). *Crianza, producción y comercialización de cuyes*. Editorial Macro.
- Taco, F., y Brenda, Z. (2016). Alimentación de cuyes en crecimiento con bloques nutricionales elaborados con ruminaza.
- 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).
- Yopla, y Jhon, A. (2014). Efecto de tres fuentes alimenticias en la etapa de recría del cuy cavia porcellus de la línea inka-baños del inca.
- Zaldívar, L. C. (1997). *Producción de cuyes (cavia porcellus)* (Vol. 138). Food & Agriculture Org.

Zurita, M. (1993). *El s'índrome de intestino corto como factor desencadenante de translocación bacteriana y del fallo multiorgánico*. Universitat de Barcelona.

## Anexo I: Fotografías del Trabajo de Campo



**Figura 11.** Elaboración de la ración para el balanceado.



**Figura 12.** Peletizado de Balanceado.



**Figura 13.** Pesaje de Balanceado.



**Figura 14.** Equipo de trabajo.



**Figura 15.** Limpieza de las camas de los Cuyes.



**Figura 16.** Ubicación de los cuyes en sus respectivas pozas.

## Anexo II: Fotografías de la Fase de Laboratorio



**Figura 17.** Análisis bromatológico

## Anexo III: Ejemplos de Salidas de Análisis Estadístico

Procedimiento Mixed			
Información del modelo			
Conjunto de datos	WORK.IMPORT		
Variable dependiente	Peso_por_animal		
Estructura de covarianza	Heterogéneo autoregresivo		
Efecto de sujeto	UE(Nivel*Sexo)		
Método de estimación	REML		
Método de varianza del residual	Nada		
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	FND26 Paja	
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	9		
Columnas en X	81		
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 Like	Criterio
0	1	-204.29074275	

**Figura 18.** Salida del SAS de materia seca, utilizando el procedimiento GLM, con sus p-valores.