



Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

## Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

### Carrera de Medicina Veterinaria

## Estudio del efecto del tamaño de partícula de la dieta sobre parámetros digestivos de cuyes

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria.

### AUTORA:

Estefany Pamela Sánchez Ponce

### DIRECTORA:

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

## **Certificación**

Loja, 18 de septiembre de 2023

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg. Sc.  
**DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **C E R T I F I C O:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Estudio del efecto del tamaño de partícula de la dieta sobre parámetros digestivos de cuyes**, previo a la obtención del título de **Médica Veterinaria**, de la autoría de la estudiante **Estefany Pamela Sánchez Ponce**, con **cédula de identidad Nro.1105533564**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg. Sc.  
**DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Estefany Pamela Sánchez Ponce**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1105533564

**Fecha:** 16 de noviembre de 2023

**Correo electrónico:** [estefany.sanchez@unl.edu.ec](mailto:estefany.sanchez@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0989373951


**Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **Estefany Pamela Sánchez Ponce**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Estudio del efecto del tamaño de partícula de la dieta sobre los parámetros digestivos de cuyes**, como requisito para optar por el título de **Médica Veterinaria**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, 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 del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los dieciséis días del mes de noviembre de dos mil veintitrés.



**Firma:**

**Autora:** Estefany Pamela Sánchez Ponce

**Cédula de identidad:** 1105533564

**Dirección:** Julio Ordoñez

**Correo electrónico:** estefany.sanchez@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0989373951

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Directora del Trabajo de Integración curricular:** Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico este Trabajo a Dios, por guiarme e iluminar en este viaje académico. A mis padres Humberto y Marlene quienes siempre creyeron en mí y me brindaron las herramientas para alcanzar mis metas. A mis hermanos Rolando, Ximena y Nelson, por su inquebrantable unidad y por ser compañeros de vida en cada paso del camino. A mis sobrinos, quienes aportan alegría y perspectiva a mi vida. Ustedes son mi constante recordatorio de la importancia de seguir adelante con determinación y alegría.

A mis amigos, quienes han compartido este viaje conmigo, proporcionando apoyo emocional y momentos de distracción necesarios.

Finalmente, dedico este Trabajo de Integración Curricular a todas las personas que, de una forma u otra, han contribuido a mi crecimiento personal y académico. ¡Gracias!"

***Estefany Pamela Sánchez Ponce***

### **Agradecimiento**

Retribuyo mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, y en particular al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables a la Carrera de Medicina Veterinaria y docentes quienes contribuyeron a mi formación académica.

Así mismo expreso mi más sincera gratitud a los directivos encargados del proyecto CIDIÑA; Dr. Rodrigo Abad, Dr. Galo Escudero, Dr. Luis Aguirre, Ing. Beatriz Guerrero, y especialmente la labor de mi directora de Trabajo de Integración Curricular, Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera. Mg.Sc por impartirme sus conocimientos, dedicación y apoyo que han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

***Estefany Pamela Sánchez Ponce***

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	ix
Índice de anexos .....	ix
<b>1.Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2.Resumen</b> .....	<b>2</b>
Abstract.....	3
<b>3.Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4.Marco Teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1.Morfofisiología Digestiva del Cuy .....	6
4.2.Requerimientos nutricionales .....	8
4.2.1.Fibra.....	8
4.2.2.Proteínas .....	9
4.2.3.Energía.....	9
4.2.4.Grasa.....	10
4.2.5.Vitaminas .....	10
4.2.6.Minerales .....	11

4.2.7. Agua .....	11
4.3. Tamaño de partículas del alimento .....	12
4.4. Efecto del tamaño de partículas sobre desarrollo de órganos .....	13
<b>5. Metodología.....</b>	<b>16</b>
5.1. Área de estudio.....	16
5.2. Procedimiento .....	16
5.2.1. Animales e Instalaciones .....	16
5.3. Diseño experimental .....	17
5.3.1. Tratamiento.....	17
5.4. Dietas experimentales.....	17
5.5. Variables de estudio.....	20
5.5.1. Parámetros digestivos .....	20
5.6. Toma de muestras .....	20
5.6.1. Peso absoluto y relativo de órganos digestivos (g).....	20
5.6.2. Longitud absoluta y relativa del intestino delgado (cm) .....	21
5.6.3. pH del estómago y del ciego. ....	21
5.7. Procesamiento y análisis de la información .....	21
5.8. Consideraciones Éticas .....	21
<b>6. Resultados .....</b>	<b>22</b>
<b>7. Discusión .....</b>	<b>24</b>
7.1. Pesos absolutos y relativos de los órganos digestivos .....	24
7.2. Longitud absoluta y relativa del intestino delgado .....	26
7.3. pH de estómago y ciego.....	27
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>29</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>30</b>



<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>31</b>
<b>11. Anexos. ....</b>	<b>40</b>

**Índice de tablas:**

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos nutricionales en cuyes .....	12
<b>Tabla 2.</b> Composición de la dieta etapa post destete % .....	18
<b>Tabla 3.</b> Distribución granulométrica de las dietas experimentales (% MS) .....	19
<b>Tabla 4.</b> Muestra del peso vivo, absoluto y relativo del tracto digestivo total con sus segmentos, y pH de estómago y ciego. Distribución granulométrica de las dietas experimentales (%MS) .....	22

**Índice de figuras:**

<b>Figura 1.</b> Modelo esquemático de la separación del tipo “trampa de moco” .....	13
<b>Figura 2.</b> Ubicación Centro de I+D+i de Nutrición y Alimentación Animal.....	16
<b>Figura 3.</b> Elaboración de dietas experimentales post destete partícula fina, media y grues .....	40
<b>Figura 4.</b> Peso de tracto digestivo total y sus segmentos. ....	40
<b>Figura 6.</b> Medida de intestino delgado .....	41
<b>Figura 7.</b> Medida de pH de estómago y ciego.....	41
<b>Figura 8.</b> Tamizaje de dieta pos destete .....	42

**Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Evidencia de trabajo de campo.....	40
<b>Anexo 2.</b> Tamizaje. ....	42
<b>Anexo 3.</b> Certificación de traducción del resumen. ....	43

## **1. Título**

**Estudio del efecto del tamaño de partícula de la dieta sobre los parámetros digestivos de cuyes**

## 2. Resumen

El desarrollo de los órganos en cuyes puede estar sujeta a la calidad y cantidad de nutrientes, así como al tamaño de partícula del alimento. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del tamaño de partícula de la dieta sobre los parámetros digestivos de cuyes (*Cavia porcellus*). Se emplearon 30 cuyes hembras de tipo A1 destetados de 15 días de edad, con un peso promedio de 344 g, se distribuyeron al azar en jaulas individuales de malla galvanizada con dimensiones de 42x26x15 con su respectivo comedero y bebedero. Se evaluaron tres tratamientos con partículas de tamaño, fina, mediana, gruesa. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado. Las variables de estudio fueron peso vivo, peso absoluto y relativo de tracto digestivo total, estómago, intestino delgado y ciego, longitud absoluta y relativa de intestino delgado, pH de contenido estomacal y cecal. Los datos se procesaron mediante el paquete estadístico (SAS) 2023 y T-test protegido para comparación de medias. En los resultados no se mostró diferencia estadística en las variables de pesos absolutos ( $P=0,577$ ) y relativo ( $P=0,872$ ) de tracto digestivo total, estómago e intestino delgado, así como en longitud absoluta y relativa de intestino delgado ( $P=0,837$ ), pH de contenido estomacal y cecal ( $P=0,758$ ). El peso relativo del ciego presentó diferencia significativa ( $P \leq 0,032$ ) alcanzando un peso de 10,2 % con el tamaño de partícula gruesa. Se concluye que el tamaño de partícula no influyó sobre las características morfométricas del tracto digestivo y sus segmentos, excepto el peso del ciego que estuvo influenciado por el tamaño de partícula gruesa.

**Palabras clave:** partículas, cuy, peso absoluto, medida relativo, pH.

## **Abstract**

Organ development in guinea pigs may be subject to the quality and quantity of nutrients used as well as the particle size of the feed. The objective of the present study was to evaluate the effect of diet particle size on the digestive parameters of guinea pigs (*Cavia porcellus*), thirty 15-day-old weaned female A1-type guinea pigs, with an average weight of 344 g distributed randomly in individual galvanized mesh cages with dimensions of 42x26x15 with their respective feeder and drinker, we evaluated three treatments with fine, medium, and coarse particle sizes, we applied a completely randomized design, the study variables were live weight, the absolute and relative total weight of the digestive tract, stomach, small intestine, and cecum, the absolute and relative length of the small intestine, pH of the stomach, and cecal contents, we processed the data using the Statistical Package (SAS) 2023 and protected T-test for comparison of means. The results showed no statistical difference in the variables of absolute ( $P=0.577$ ) and relative ( $P=0.872$ ) weights of the total digestive tract, stomach, and small intestine, as well as in absolute and relative length of the small intestine ( $P=0.837$ ), pH of the stomach and cecal contents ( $P=0.758$ ). The relative weight of the cecum presented a significant difference ( $P\leq 0.032$ ) by reaching a weight of 10.2% with the coarse particle size. We concluded that the particle size did not influence the morphometric characteristics of the digestive tract and its segments, except for the weight of the caecum, which, by the coarse particle size.

***Keywords:*** *particle, guinea pig, absolute weight, relative size, pH*

### 3. Introducción

En Ecuador la carne de cuy por su alto valor proteico contribuye con la seguridad y soberanía en áreas rurales, el consumo per-cápita es de 1,41 kg/mes (16,90 kg/año), aproximadamente 8 cuyes al año por persona, mientras que, en áreas urbanas, es de 0,710 kg/mes (8,52 kg/año), alrededor de 4 cuyes al año por persona (Reyes, 2018).

El cuy es un animal con fermentación postgástrica (Castillo et al., 2012), puede ingerir hasta un 30% de su peso vivo en forraje verde y aprovecha eficientemente los forrajes ricos en nutrientes para cubrir sus requerimientos de mantenimiento, producción y reproducción (Andrade-Yucailla et al. 2016). La alimentación juega un papel preponderante (Gutierrez et al., 2017) para expresar al máximo su potencial productivo (Reynaga., et al 2020), esta representa el 70 % de los costos totales de producción y constituye la principal limitación para el productor (Reyes, 2018). El desconocimiento de los requerimientos nutricionales, cantidades inadecuadas de alimento sin considerar las necesidades nutricionales de acuerdo a la categoría y por su fisiología digestiva, forma de presentación del alimento y por otro lado el desconocimiento del estudio sobre tamaños de partículas y sus efecto sobre los procesos digestivos y desarrollo de órganos conlleva a que los animales tengan bajo rendimientos productivos y no cubran los estándares del caviocultor ya que todos estos son factores que tienen influencia sobre parámetros digestivos y desarrollo de órganos.

Por lo que es necesario estandarizar cuadros de acuerdo a cada etapa fisiológica, valorar diferentes presentaciones de alimento en el que se incluya el tamaño de partícula dado características morfo fisiológicas, que por su mecanismo de separación del colon “trampa moco” carece de retención selectiva de fluidos o partículas finas (Sakaguchi, 2001) a diferencia del conejo que está bien establecido la capacidad de separar las partículas largas e insolubles, de las partículas pequeñas y solubles (Björnhag, 1981).

Considerando los antecedentes mencionados es importante conocer cuál es el efecto del tamaño de partícula en la dieta sobre los parámetros digestivos y como afectar la fisiología digestiva de cuyes, para la toma de decisiones al momento de elaborar dietas con qué tamaño de molienda adecuada, trabajar y optimizar índices digestivos que pueden influenciar sobre los parámetros productivos del animal, por lo que se plantea los siguientes objetivos:

- Establecer el efecto de tamaño de partículas sobre peso de órganos digestivos
- Estudiar el efecto de tamaño de partículas sobre la longitud del intestino delgado

- Identificar el efecto de tamaño de partículas sobre el pH del contenido de estómago y ciego

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Morfofisiología Digestiva del Cuy

El colon de los roedores caviomorfos está de una estructura anatómica peculiar "surco cólico " (Gorgas, 1966). En este surco, la mucosa y bacterias quedan atrapadas y son transportadas de vuelta al ciego, por ser un posgástrico cecal, presenta una digestión enzimática y una digestión microbiana, cabe mencionar que la fermentación bacteriana es parte fundamental de la digestión (Holteinius y Björnhag, 1985).

El cuy es un mamífero monogástrico que se alimenta principalmente de forrajes, piensos concentrados o una dieta mixta, como menciona Chauca, (1997). El proceso digestivo del cuy inicia en la boca, donde los dientes desempeñan un papel fundamental al cortar y triturar el material vegetal ingerido, reduciendo el tamaño de las partículas. (Sakaguchi, 2003).

Según Harkness et al. (2002) el esófago es el conducto que lleva el alimento desde la faringe hacia el estómago de manera efectiva, este proceso es posible gracias a las contracciones rítmicas que se producen en las paredes musculares del esófago, denominadas peristaltismo, que empujan el alimento.

El estómago de los cuyes, como señala Hargaden et al. (2012), se divide en cuatro regiones: cardias, fundus, cuerpo y píloro, se produce la digestión enzimática. Aunque no se produce absorción en el estómago, sí tiene lugar la degradación parcial de proteínas y carbohidratos, pero no se convierten en aminoácidos o glucosa, mientras que las grasas experimentan cambios mínimos, según indica Sandoval, (2021).

El estómago produce ácido clorhídrico, que disuelve los alimentos y los convierte en quimo. Además, desempeña un papel protector al eliminar las bacterias presentes en los alimentos, como señala Atehortua, (2007). La secreción de pepsinógeno en el estómago, activada por el ácido clorhídrico, se transforma en pepsina, una enzima que degrada las proteínas en polipéptidos. También se secretan enzimas como las amilasas, que descomponen los carbohidratos, y las lipasas, que se encargan de la degradación de las grasas. La hormona gastrina, que regula parcialmente la motilidad estomacal, y el factor intrínseco, esencial para la absorción de la vitamina B12 en el intestino delgado, también se producen en el estómago, según Cruz, (2017). De acuerdo con De Blas et al. (2002), el estómago de los cuyes tiene un pH ácido que oscila entre 1 y 5, dependiendo de la zona (cardias, fundus y píloro) debido a la liberación constante de ácido clorhídrico en respuesta a la ingesta de alimentos. Estas enzimas y fluidos digestivos trabajan en conjunto para

descomponer aún más los nutrientes, facilitando su degradación y absorción a lo largo del intestino delgado, tal como señala Chauca, (1995).

Tras su paso por el estómago pasa al intestino delgado que se divide en tres secciones: el duodeno, el yeyuno y el íleon, con longitudes de aproximadamente 10-12 cm, 95 cm y 10 cm, respectivamente (Hargaden y Singer, 2012). A medida que avanza se encuentra un aumento en el número de ganglios linfáticos y placas de Peyer en el intestino delgado.

En el duodeno recibe la bilis proveniente del hígado y jugos pancreáticos provenientes del páncreas y se lleva a cabo un importante proceso de degradación gracias a la acción de las enzimas pancreáticas, según lo reportado por Valencia *et al.*, (2018). Estas enzimas, como la tripsina, quimiotripsina, amilasa y lipasa, trabajan en conjunto con los fluidos digestivos para descomponer aún más los nutrientes, facilitando su absorción a lo largo del intestino delgado. Como señala Lebas *et al* (2000), este proceso de degradación permite la descomposición de las proteínas, el almidón y las grasas.

Absorber los nutrientes digeridos y transferirlos al torrente sanguíneo. La enterocrenina que actúa sobre el yeyuno ayuda al proceso que se logra mediante contracciones peristálticas que empujan los materiales no digeridos hacia el ciego, según lo mencionado por González Murillo (2007).

El intestino grueso se caracteriza por no tener apéndice cecal, colon sigmoideo ni apéndice vermiforme. Su longitud típica es de alrededor de 70 a 75 cm (Hargaden y Singer, 2012). La primera sección del intestino grueso es el ciego, que constituye la mayor dilatación del tracto digestivo y ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal.

El estudio realizado por Henning y Hird (1970) reveló que el ciego del cobayo contiene concentraciones de ácidos grasos de cadena corta que son comparables a las encontradas en el rumen de los bovinos. Esto es especialmente notable ya que el cobayo es un fermentador del intestino posterior, y su ciego, que es el sitio principal de fermentación, muestra una capacidad fermentativa similar a la observada en el colon y el recto de los caballos, como se indicó en el trabajo de Parra (1978) en su investigación.

El ciego se da la digestión microbiana, juega un papel importante en la digestión de partículas que contienen carbohidratos digeribles, según lo señalado por López *et al* (2018). Estas partículas son sometidas a procesos de fermentación bacteriana, los cuales permiten su descomposición y aprovechamiento. Además, se absorben, vitaminas y el agua, mientras que las



demás partículas pasan directamente al colon y se eliminan a través del ano, como indica Caucha *et al* (1997).

Esta fermentación permite la degradación de los ácidos grasos volátiles, los cuales tienen un rol energético y ejercen una marcada influencia sobre el pH cecal, la motilidad ceco cólica y la mantención de un medio interno adecuado para el desarrollo de la microflora normal, como señala Leonart *et al* (2001).

En el colon proximal, la producción y absorción de ácidos grasos volátiles según indica De Blas *et al* (2001). Sin embargo, el papel más relevante que desempeña esta porción del intestino está relacionado con su motricidad, ya que por sus movimientos peristálticos y antiperistálticos se produce el fraccionamiento de su contenido, lo que da origen a la producción alternada de crotines duros o crotines blandos. Además, en el interior del ciego aún se observa parcialmente la actividad de algunas enzimas intestinales, y se produce una secreción alcalina a través del apéndice, que tiene un pH entre 7,8 y 8,0, tal como indica Dihigo, (2007).

## **4.2. Requerimientos nutricionales**

Según Quingaluisa (2021), las necesidades nutricionales en los cuyes están directamente relacionadas con procesos vitales, necesarias para su ración para cubrir los requerimientos de; mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción, los requerimientos están determinados por el peso, ya que a medida que los animales, crecen los tejidos y los órganos desarrollan sus funciones (Condori., 2017). Esto implica que las necesidades nutricionales varían a lo largo del ciclo de vida del cuy.

### **4.2.1. Fibra**

La fibra total que se encuentra en los alimentos se divide en dos fracciones, la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida (FDA). Los monogástricos sólo pueden aprovechar la hemicelulosa en cierta medida, ya que no cuentan con las enzimas específicas para su digestión de la FDA. (Robertson, 1988)

La inclusión de niveles adecuados de fibra en la dieta puede modificar su valor nutritivo y tener diversos efectos en el tracto intestinal, como la velocidad de tránsito digestivo y capacidad de intercambio iónico que afectan el metabolismo de lípidos y colesterol, y potencial como sustrato para la fermentación microbiana. (Maruelli, 2017)

La fibra insoluble está compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina, y puede retener agua en su estructura, lo que produce mezclas con baja consistencia. Por esta razón, acelera el tránsito intestinal y es resistente a la acción de los microorganismos del intestino. (Serra et al, 2006)

Por otro lado, la fibra soluble está conformada por pectinas, mucílagos y gomas, es hidrosoluble, se disuelve en agua y forma un gel de alta viscosidad que es altamente fermentable por los microorganismos del intestino, lo que promueve el crecimiento de la flora bacteriana. (Maruelli, 2017)

Se ha observado que los cuyes pueden obtener mejores resultados con una inclusión de fibra voluminosa del 15% en dietas concentradas. Además, su aprovechamiento eficiente de dietas ricas en fibra puede conducir a un mayor peso y una mejor conversión alimenticia. Este hecho se ha comprobado en estudios realizados por (Solorzano, 2014) y (Chauca, 1997).

Los roedores cavimorfos, como el cuy, tienen una mayor eficiencia para digerir y aprovechar la fibra en comparación con los conejos. Esto se debe en parte a que no separan los fragmentos groseros de los fluidos presentes en la materia digerida una vez que llega al ciego. (Sakaguchi, 2003)

#### **4.2.2. Proteínas**

Según Carbajal (2013) la proteína de la dieta contribuye a proporcionar aminoácidos esenciales y a satisfacer las necesidades proteicas del animal. Los niveles de proteína varían según la etapa fisiológica del cuy, siendo especialmente durante la etapa de inicio, donde se recomienda una dieta con un contenido de proteína del 25%.

Una inadecuada ingesta de proteínas puede resultar en consecuencias negativas, como peso bajo al nacimiento, crecimiento lento, fertilidad reducida, disminución en la producción de leche y menor eficiencia en el aprovechamiento del alimento (Carrillo *et al.*, 2008).

El cuy presenta una digestión ineficiente de la proteína esto se debe a su característica digestiva, donde la proteína es primero digerida enzimáticamente en el estómago e intestino delgado, para luego sufrir una digestión microbiana en el ciego y colon (Mollo., 1994).

#### **4.2.3. Energía**

Son cubiertos en mayor cantidad por los carbohidratos, diversos factores, como la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y el entorno en el que se encuentren, influyen en las necesidades de energía de los cuyes. Es destacable que los cuyes poseen la

capacidad de ajustar su consumo de alimento en relación a la concentración de energía que este contiene. (Vergara, 2008).

Si hay una falta de energía, se producirán efectos negativos como el estancamiento del crecimiento (Caycedo, 2001), aumento en el consumo de alimento puesto que el animal busca compensar las necesidades energéticas usando reservas de (glucógeno), y tejidos proteicos para poder así mantener sus funciones vitales (Solórzano & Sarria, 2014) pero el consumo excesivo genera deposiciones exageradas de grasa perjudicando mayormente a las hembras en el tema de la reproducción (Rico, 2003). El NRC (1978) sugiere un nivel de ED de 3 000 kcal/ kg de dieta

#### **4.2.4. Grasa**

De acuerdo con INATEC (2016), existe una sustancia que se disuelve en un diluyente orgánico, pero no en agua, y que posee 2.25 veces más energía que las proteínas y los carbohidratos. Por otro lado, Chauca (1997) señala que el cobayo necesita una cantidad de 4 g/kg de grasa o ácidos grasos no saturados en su dieta. Si no se satisface este requerimiento, se pueden presentar problemas como un crecimiento deficiente, dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo y caída del mismo.

#### **4.2.5. Vitaminas**

Las vitaminas son compuestos orgánicos que se pueden dividir en dos categorías: liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (vitaminas del complejo B y C). Se encuentran presentes en los pastos o forrajes y son esenciales para el crecimiento, la reproducción su suministro en la alimentación debe realizarse en pequeñas cantidades, como señala Paucar (2010).. El cuy no puede sintetizar la vitamina C, ya que carecen de la enzima L-gulonolactona oxidasa, que sintetiza ácido ascórbico a partir de la glucosa. El ácido ascórbico es necesario para la producción de hidroxilisina e hidroxiprolina, esenciales para la síntesis de colágeno (Cheeke 1987).

El estudio de Navia y Hunt (1976) en cobayas reveló que el requerimiento diario de ácido ascórbico varía según la función metabólica. Para favorecer el crecimiento, se necesitan de 0.4 a 2 mg/día, mientras que, para la reproducción, se requieren de 2 a 5 mg/día. Para prevenir el escorbuto, son necesarios entre 1.3 y 2.5 mg/día. La saturación tisular se logra con 25 a 30 mg/día. Además, se sugiere que alrededor de 7 mg de ácido ascórbico por kilogramo de peso corporal son adecuados para el mantenimiento del tamaño suprarrenal y la altura de los odontoblastos en cobayas machos

(Pfander y Mitchell, 1952). Collins y Elvehjem (1958) también indicaron que 5 mg/kg de peso corporal son suficientes para el crecimiento de cobayas inmaduras.

Las vitaminas son esenciales para la ayuda en la asimilación de los minerales, proteínas y energía. Ayudan a los animales a crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades (Vivas *et al.*, 2009).

#### **4.2.6. Minerales**

Los minerales, según Portilla (2016), cumplen un papel fundamental en la salud de los animales, especialmente en la formación ósea y la regulación fisiológica. Entre los minerales clave, mencionados por Martínez (2005), se encuentran Calcio, Fósforo, Potasio, Magnesio, Sodio y Cloro. Mantener un equilibrio adecuado es esencial, la proporción calcio fósforo es de 2,1 en la etapa de crecimiento y engorde es de 1,0 – 0,8 de calcio y 0,5 – 0,4 de fósforo. (Martínez, 2005). La deficiencia mineral, como advierte Castro (2009), puede resultar en problemas como debilidad ósea y abortos. Por tanto, es vital proporcionar los minerales necesarios en la alimentación animal.

#### **4.2.7. Agua**

El agua es esencial para el correcto funcionamiento del organismo, ya que forma parte de los tejidos corporales, transporta nutrientes, cumple funciones metabólicas y de regulación de la temperatura corporal. Según Chaucha (1997), el agua representa entre el 60% y el 70%, y tiene una función especial de amortiguación como componente del líquido sinovial y del líquido cefalorraquídeo.

El consumo de agua en los animales depende de la estación del año y la dieta que consumen, mayor cantidad de agua en estaciones cálidas, especialmente si su dieta es mixta (forraje más concentrado), en épocas frías, solo consumen forraje, el cual puede cubrir sus necesidades (Caycedo, 2000). Es importante asegurarse de que los animales tengan acceso a suficiente agua limpia y fresca en todo momento para mantener su salud y bienestar. Las cantidades necesarias depende del estado fisiológico para animales destetados por cada g de materia seca consumida, son necesarios de 3 a 4 ml y adultos: por cada g de materia seca consumida, son necesarios de 4 a 7 ml (Caucha., 2001).

**Tabla 1.** Requerimientos nutricionales en cuyes.

	ETAPA			
	Inicio	Crecimiento	Acabado	Gestación y lactación
Días	1-28	29-63	64-84	
Energía Digestible Mcal/kg	3	2,8	2,7	2,9
Fibra %	6	8	10	12
Proteína %	20	18	17	19
Lisina %	0,92	0,83	0,78	0,87
Metionina %	0,4	0,36	0,34	0,38
Met+ Cis %	0,82	0,74	0,7	0,78
Arginina %	1,3	1,17	1,1	1,24
Treonina %	0,66	0,59	0,56	0,63
Triptófano %	0,2	0,18	0,17	0,19
Calcio %	0,8	0,8	0,8	1
Fósforo %	0,4	0,4	0,4	0,8
Sodio %	0,2	0,2	0,2	0,2

**Fuente:** (Vergara, 2008).

#### 4.3. Tamaño de partículas del alimento

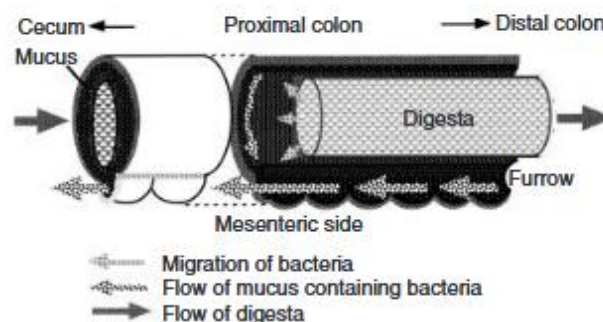
La importancia de conocer el tamaño del alimento adecuado depende de la morfo fisiología de la especie, en fermentadores post gástricos o fermentadores del intestino posterior, es fundamental asegurar una mezcla adecuada y un tamaño uniforme de las partículas en la ración, para mejorar la digestibilidad y el rendimiento de los animales (Huamaní *et al.*, 2016).

El animal, cuyo intestino grueso pertenece al tipo que no se separa de la digesta, suele tener un ciego que es mucho más grande que el resto del intestino grueso Sakaguchi & Ohmura (1992). El ciego cecal y el colon proximal forman juntos una enorme cámara de fermentación. No se observa ningún mecanismo de separación digestión de partículas. Este tipo de intestino grueso puede clasificarse como un intestino grueso mezclador simple con una ligera haustración y sin mecanismo de separación y digieren la fibra con eficacia Sakaguchi *et al.*, (1992). En los fermentadores del intestino posterior, la fermentación tiene lugar en el colon y el ciego cecal, y los herbívoros más pequeños, como los roedores, utilizan principalmente el ciego (Green & Millar, 1987).

El conejo es un fermentador por gastrítico cecal con hábitos alimenticios selectivos, según Van Soest (1991). Bjornthang (1972) Con MSC de “retrolavado” que se caracterizan por tres taenia y haustreae en la primera parte del colon, que da lugar a retención selectiva líquida y de partículas finas en el ciego (Pekard y Stevens 1972) (Jilge, 1982).

El ciego desempeña un papel crucial en el proceso digestivo, Según Nicodemus et al. (1997), los movimientos peristálticos y antiperistálticos en el ciego homogeneizan y fraccionan el contenido en dos fases: una fase líquida acuosa con gran cantidad de bacterias y partículas pequeñas, y una fase sólida compuesta por partículas grandes y fibrosas. La fase líquida es devuelta hacia el ciego, mientras que la fase sólida progresa hacia el colon distal, donde se forman crotines duras debido a las contracciones intensas.

Los cuyes posee un mecanismo de separación (CSM) “trampa de moco” una taenia con haustreae en la segunda parte del colon proximal, posee el “surco colónico” o simplemente “surco” (Snipes et al., 1988). En este surco, las mucosas y las bacterias son atrapadas y transportadas de vuelta al ciego (Holtenius y Björnhaag, 1985). El ciego de los roedores caviomorfos, está bien desarrollado y retiene la digesta con la sección superior del colon proximal (Sakaguchi et al. 1985), la de digesta tanto líquidos y partículas se mueven juntos a través del tracto digestivo.



**Figura 1.** Modelo esquemático de la separación del tipo “trampa de moco” de las bacterias de la digesta en el colon proximal de roedores. Las bacterias migran de la digesta al moco, que se mueven entonces dentro del surco. La mezcla de moco y bacterias en el surco es transportada en la dirección oral por movimiento antiperistáltico del surco.

**Fuente:** Sakaguchi (2003).

#### 4.4. Efecto del tamaño de partículas sobre desarrollo de órganos

En conejos Garcia et al, (2000) en dietas con distintas fuentes de fibra y tamaño de partículas <160mm, se lograron mayor peso del estómago, ciego y del contenido cecal, esto sugiere que la presencia de partículas finas, lo que probablemente está relacionado con la entrada

preferencial en el ciego de las partículas más pequeñas con tamaño inferior a 0.3 mm, como se ha sugerido en estudios anteriores (Björnhag, 1972; Gidenne, 1993).

El estudio de Caro et al. (2018) examinó conejos que fueron alimentados a voluntad con diferentes niveles (15-30%) de harina de forraje de moringa (*Moringa oleifera*), utilizando partículas de 1 mm de tamaño. Se observó que los conejos que consumieron un nivel del 0,15% de harina de moringa mostraron un aumento en el peso del estómago. Por otro lado, Dihigo et al. (2001) encontraron disminución en el peso del estómago cuando se reemplazó alfalfa por harina de caña de azúcar en la dieta. Albert (2006) sugirió que este efecto podría estar relacionado con las propiedades de la fuente de fibra y la velocidad de digestión.

Además, se registró un aumento en el peso del ciego y una disminución en el peso relativo y la contribución porcentual del colon/recto vacío. De Blas et al. (2002) plantean que el nivel y el tipo de fibra en la dieta pueden influir en la acumulación de contenido digestivo en el ciego, lo que a su vez afecta la motilidad intestinal. Esto se debe a un proceso selectivo de partículas fibrosas en el segmento ceco-cólico, importante del proceso de cecotrofia, como se mencionó en el estudio de Gidenne (1996).

La longitud relativa del intestino delgado se observaron diferencias en la densidad lineal del colon/recto, que podrían estar relacionadas con las propiedades físico-químicas de la harina de forraje de moringa. De acuerdo con Yu y Chiou (1997), altos niveles de fibra en la dieta pueden provocar una distensión en los segmentos intestinales, lo que resulta en un aumento del espesor de la túnica muscular. En el caso específico de la moringa, donde se ha observado una mayor digestibilidad de la dieta (Caro et al. 2018 que podría modificar la arquitectura gastrointestinal en su conjunto).

En investigaciones previas realizadas en cuyes, se enfocaron en la influencia del alimento en el desarrollo de órganos sin tener en cuenta el tamaño de partículas. Un ejemplo de estos estudios es el realizado por Guamán (2023) encontró que el tracto digestivo total, estómago y ciego obtuvieron mayor peso a medida que se aumenta la inclusión de maralfalfa en la dieta de los cobayos, aumenta el porcentaje de fibra en la misma. Este hallazgo coincide con las afirmaciones de Paredes et al., (2019), que sostienen que los cobayos que consumen una dieta rica en fibra tienden a ingerir más materia seca en correlación a su peso corporal para satisfacer necesidades de energía, Savón (2002), sugiere que un aumento de alimentos ricos en fibra puede conducir a un mayor consumo de alimento y, por lo tanto, al desarrollo de los órganos digestivos. Asimismo,

destacó la influencia del nivel y tipo de fibra, como el tamaño de partícula de los alimentos en la dieta, en el peso del contenido cecal, según lo mencionado por De Blas, (2002)

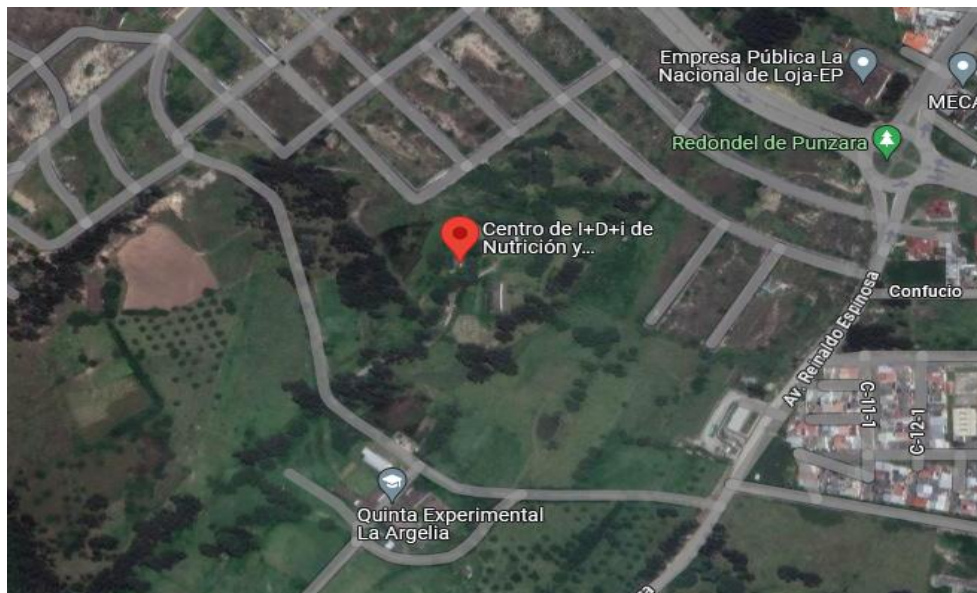
Paredes et al. (2019), analizaron dietas con diferentes proporciones de fibra neutro detergente y almidón (PFA). En términos generales, los resultados de este estudio mostraron que la dieta con un 20% de FDN y un 25% de almidón condujo a un menor desarrollo de los segmentos del tracto gastrointestinal, tanto peso absoluto como relativo, mientras que el peso del estómago y del yeyuno fue mayor en las dietas que tenían un alto contenido de PFA, que están asociados con un mayor consumo de FDN en la dieta. La fibra promueve una digestión saludable, mientras que el almidón proporciona energía, son la clave para obtener buenos rendimientos productivos y mantener la salud de los animales (Blas et al., 1990)



## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

El siguiente estudio fue llevado a cabo en el Centro de Investigación e Innovación en Nutrición Animal (CIDiNA) de la Facultad de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional que está ubicado en la Quinta Experimental Punzara, situada al suroeste de la Cuenca de Loja, en el sector "La Argelia". La ubicación geográfica de la institución se encuentra en las siguientes coordenadas: Latitudes Sur: 2160 m.s.n.m, se registraron las siguientes características meteorológicas, temperatura entre 12 y 18°C, con un promedio de 15.5°C, precipitación de 759,7 mm.



**Figura 2.** Ubicación Centro de I+D+i de Nutrición y Alimentación Animal (CIDiNA) en la Quinta Experimental Punzara.

**Fuente:** (Google Maps, 2023)

### 5.2. Procedimiento

#### 5.2.1. Animales e Instalaciones

En el estudio se utilizaron 30 animales hembras destetadas de 15 días de edad de tipo A1, con un peso promedio de 344g. Se emplearon jaulas experimentales con dimensiones de 42x26x15 cm (largo, ancho, altura), con su respectivo comedero y bebedero, etiquetadas de acuerdo a cada tratamiento, las instalaciones y equipos fueron desinfectadas con amonio cuaternario 5 ml x 1 litro

de agua. La temperatura promedio durante el experimento oscilo de 18,7°C a 22,1°C con una humedad de 70,15.

### **5.3. Diseño experimental**

Se aplicó un diseño completamente aleatorizado con cinco unidades experimentales y dos unidades observacionales para cada tratamiento.

#### **5.3.1. Tratamientos**

Los tratamientos fueron asignados de manera aleatoria a las unidades experimentales, se detallan a continuación:

- Tratamiento 1: Dieta con partícula fina
- Tratamiento 2: Dieta con partícula mediana (50% fina y 50% gruesa).
- Tratamiento 3: Dieta con partícula gruesa.

### **5.4. Dietas experimentales**

Se formularon tres dietas experimentales isoenergeticas, isoproteicas e isofibrosas considerando los requerimientos para la etapa productiva de pos destete considerados en las tablas (RNC, 1995) para la elaboración se emplearon fuentes de materias primas proteicas, energéticas, fibrosas, micro y macro minerales Tabla 3.

**Tabla 2.** Composición de la dieta etapa post destete %.

Ingredientes	Tamaño de Partícula		
	T1 Fina	T2 Mediana	T3 Grande
Afrecho de Trigo	8,15	8,15	8,15
Trigo	2,77	2,77	2,77
Paja de arroz fina	10,93	5,46	0,00
Paja de arroz gruesa	0,00	5,46	10,93
Maralfalfa	3,33	3,33	3,33
Soya	5,80	5,80	5,80
Aceite de palma	2,08	2,08	2,08
Melaza	1,33	1,33	1,33
Sal	0,23	0,23	0,23
L-Lisina-HCl	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina	0,07	0,07	0,07
Treonina	0,07	0,07	0,07
Premezcla	0,07	0,07	0,07
Vitamina C	0,01	0,01	0,01
Carbonato de calcio	0,44	0,44	0,44
Bentonita	0,17	0,17	0,17
<i>Composición Química Calculada</i>			
Energía Digestible	2800	2800	2800
Proteína	15	15	15
FDN	40	40	40
Almidón	9,325	9,325	9,325
Lisina	0,80	0,80	0,80
Metionina	0,366	0,366	0,366
Treonina	0,60	0,60	0,60
Calcio	0,80	0,80	0,80
Fósforo total	0,40	0,40	0,40
<i>Composición Química Analizada</i>			
Materia seca	86,5	76,8	80,3
Ceniza	13,53	15,18	13,17
Proteína cruda	15,68	18,65	20,22
Extracto eterio	5,82	1,13	2,40

<sup>1</sup> Premezcla Vitamininico mineral, 7 000.000 UI Vitamina A, 1 200.000 UI Vitamina D3, 35, 000 UI Vitamina E, 2,000 mg Vitamina K3, 1 500 mg Vitamina B1, 3 000mg Vitamina B2, 2 500mg Vitamina B6, 20mg Vitamina B12, 20 000mg Niacina, 80mg Biotina, 12 000mg Ácido pantoténico, 250mg Ácido fólico, 100 000mg Colina, 2 000mg Antioxidante, 25 000mg Manganeso, 90 000mg Zinc, 75 000mg Hierro, 7 000mg Cobre, 500mg Yodo, 200mg Selenio, 2

000mg Magnesio, 2 000g Excipiente c.s.p. 2. Celmanax, 0,19% Calcio, 6ppm Cobre, 120 ppm Hierro, 0,21% Magnesio, 14ppm Manganeso, 0,73% Fósforo, 1,06 Potasio, 0,12% Sodio, 0,53% Azufre, 86ppm Zinc, 1,69% Alamina, 1,49% Arginina, 2,32% Ácido Aspártico, 0,63% Cistina, 3,76 Ácido Glutámico, 1,45% Glicina, 0,71% Histidina, 0,85% Isoleucina, 1,91% Leucina, 1,13% Lisina, 0,40 Metionina, 1,18% Fenilalanina, 1,29% Prolina, 1,98% Serina, 1,54% Treonina, 0,25% Triptófano, 0,99% Tirosina, 1,40 Valina.

<sup>2</sup>Bentonita 51.35% Silicio; 27,03% Aluminio; 5,83% Hierro; 1,65% Potasio; 1,04% Calcio; 0,77% Magnesio; 0,68% Sodio.

El procedimiento utilizado para determinar el tamaño de partícula fina, media y gruesa, basado en la metodología recopilada por García *et al.* (2000), las proporciones de las partículas se determinan mediante humedad. Para ello, se tomaron 55 gramos de muestra seca y se mezclaron con 1,100 ml de agua destilada, se añadieron 3 ml de detergente comercial (Garza). Esta mezcla se agitó durante toda la noche en el agitador magnético, posteriormente con cuatro tamices de aperturas decrecientes de (1,18 mm, 0,500 mm, 0,350 mm y 0,149 mm), se lavó a través de estos tamices utilizando agua destilada durante diferentes intervalos de tiempo: 20 minutos para el tamiz de 1,18 mm, 10 minutos para el de 0,500 mm, 6 minutos para el de 0,350 mm y 4 minutos para el de 0,149 mm, después de cada lavado, se permitió que las muestras escurrieran durante una hora para eliminar el exceso de agua. Posteriormente, todas las fracciones recogidas en cada tamiz se transfirieron a diferentes bandejas y se dejaron secar durante un día. Este procedimiento permitió la separación y caracterización de las partículas según su tamaño, facilitando la posterior determinación de la materia seca en cada fracción.

**Tabla 3.** Distribución granulométrica de las dietas experimentales (% MS).

Tamaño de partícula Mm	T1	T2	T3
	Fina	Mediana	Gruesa
>1,18	14,095	20,335	17,945
0,500-1,17	28,844	27,634	48,545
0,350-0,499	21,158	22,802	15,49
0,149- 0,349	35,903	29,229	18,021

## 5.5. Variables de estudio

### 5.5.1. Parámetros digestivos

#### *Peso absoluto y relativo*

- Tracto digestivo total
- Estómago
- Intestino Delgado
- Ciego

#### *Medida absoluta y relativa*

- Intestino delgado

#### *pH de órganos digestivos*

- Estómago
- Ciego

## 5.6. Toma de muestras

Para la toma de datos se emplearon 30 animales de 25 días de edad con un peso promedio de 551,5g; fueron sacrificados aplicando la técnica de aturdimiento y degollamiento citada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD, 2014), posteriormente la disección la cavidad abdominal para la extracción de órganos y toma de datos de tracto digestivo total, estómago, intestino delgado y ciego.

### 5.6.1. *Peso absoluto y relativo de órganos digestivos (g)*

Para calcular el peso absoluto se pesó de manera individual; tracto digestivo, estómago, intestino delgado, ciego, y se pesó en una balanza digital comercial (SB32001). Para el peso relativo, se aplicó la siguiente fórmula:

$$PR = (\text{Peso de cada órgano} / \text{Peso vivo}) * 100$$

### **5.6.2. Longitud absoluta y relativa del intestino delgado (cm)**

Se utilizó la cinta métrica para tomar la longitud absoluta del intestino delgado y la siguiente fórmula para la longitud relativa:

$$LR \text{ de intestino} = (\text{Largo de intestino} / \text{Peso vivo}) * 100$$

### **5.6.3. pH del estómago y del ciego.**

Para esta variable se empleó un peachímetro HANNA HI5522, que se calibró utilizando soluciones buffer pH 7 y pH 4 y se midió el pH del contenido del estómago y del ciego

### **5.7. Procesamiento y análisis de la información**

Se realizó un análisis de varianza (SAS) en la que los factores principales factor de variación la dieta con diferente tamaño de partícula. Las medias se compararon a través de un T- test protegido donde ( $P \leq 0,05$ ) son considerados significativos

### **5.8. Consideraciones Éticas**

En el presente estudio, se siguió un protocolo en cumplimiento de las normas de bienestar animal y del "Código Orgánico del Ambiente" (ROS N.º 983, Ecuador) para asegurar el respeto a la dignidad y los derechos de los animales.

## 6. Resultados

**Tabla 4.** Muestra del peso vivo, absoluto y relativo del tracto digestivo total con sus segmentos, y pH de estómago y ciego. Distribución granulométrica de las dietas experimentales (% MS).

Variables	Tamaño de partícula			EEM	P-valor
	T1	T2	T3		
	Fina	Mediano	Gruesa		
Peso vivo	544,8	575,5	511	30,16	0,333
<b><i>Peso absoluto de tracto digestivo(g)</i></b>					
Tracto digestivo total	145	156	145	8,47	0,577
Estómago	32,6	32,2	27,6	2,94	0,425
Intestino Delgado	35,3	36,9	32,2	1,68	0,149
Ciego	43,4	52,4	52	3,62	0,154
<b><i>Pesos relativos (%PV)</i></b>					
Tracto digestivo total	26,9	27,4	28,4	1,01	0,561
Estómago	6,1	5,7	5,4	0,48	0,590
Intestino Delgado	6,5	6,5	6,3	0,31	0,872
Ciego	8b	9a	10,2a	0,53	0,032
<b><i>Longitud absoluta del Intestino Delgado (cm)</i></b>					
Intestino Delgado	231,6	232,5	227,0	6,98	0,837
<b><i>Longitud relativa del Intestino Delgado (%PV)</i></b>					
Intestino Delgado	43,5	41,6	45,2	2,4	0,577
<b><i>pH</i></b>					
Estómago	3,2	3,5	0,5	0,22	0,447
Ciego	6,6	6,6	6,6	0,06	0,758

No se encontró diferencia estadística significativa ( $P=0,577$ ) en peso vivo, peso absolutos del tracto digestivo total, estómago, intestino delgado y ciego, se obtuvieron pesos promedios de 543,74g, 148,7g, 30,81g, 34,78g y 49,27g, respectivamente; así como en pesos relativos ( $P\leq 0,872$ ) en pesos relativos del tracto digestivo total, estómago e intestino delgado, con promedios 27,52 %, 5,69 %, 6,47 % según corresponde, y se observó diferencia estadística significativa ( $P\leq 0,032$ ) en el peso relativo del ciego con un peso de 10,2 % los animales alimentados con tamaño de partícula gruesa.

La longitud absoluta y relativa del intestino delgado, no presento diferencia estadística significativas con un ( $P=0,837$ ), alcanzando un promedio de 230,4 cm y 43,46 %.

En relación al pH, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas de ( $P=0,758$ ), para el contenido de estómago y ciego, reportando promedios entre tratamientos de 2,42 y 6,6 según corresponda.



## 7. Discusión

### 7.1. Pesos absolutos y relativos de los órganos digestivos

En la presente investigación el promedio de peso absoluto (PA) y relativo (PR) en cuyes alimentados con diferentes tamaños de partículas en la dieta fueron para tracto digestivo total (TDT) de 148,7 g - 27,52 %, estómago (E) 30,81 g - 5,69 %, intestino delgado (ID) 34,78 g - 6,48 % y ciego (C) 49,27 g - 10,17 % según corresponde, datos que son superiores a los emitidos por Guamán, (2023) que en su investigación sin considerar el tamaño de partículas con animales hembra de 32 días de edad, aplicando diferentes niveles de inclusión de Maralfalfa (*Pennisetum* spp) como fuente de fibra en cobayos hembras y reportó datos de (TDT) 122 g- 26,4 %; (E) 3,11g- 4,04 %; (ID) 30,5 g- 6,58; (C) 36,1g- 7,86 %, pero inferiores a los de Ramón, (2017) en cuyes machos de 65 días de edad alimentados con balanceado comercial reporta datos de pesos absolutos y relativos de (TDT) de 167g- 17,1 %, (E) 20,0 g - 2,01 %, (C) 53,2g - 5,52 %. Paredes y Goicochea, (2021) en 160 cuyes machos de 77 días con diferentes proporciones de fibra detergente neutro (FDN) y almidón (PFA) lograron pesos de (E) 19,3g- 2,3 % (C) 96,0g - 10,8 %.

Resultados de investigaciones acerca de la influencia del tamaño de partícula del alimento sobre desarrollos de órganos en fermentadores pos gástricos como conejos señalan (PA) como es el caso de Nicodemus et al, (2002) que con el 15,2 % de inclusión de cascara de girasol en el alimento de conejos destetados de 35 días con una granulometría de <0,160 mm y >1,250 mm obtuvieron pesos absolutos de (TDT) 260,5 g; ( E ) 51,45 g y ( C ) 75,6g; así mismo, Vieira et al (2003) en conejos mestizos New Zealand White x Californiade 49 días de edad evaluaron cuatro diámetros de partículas(0,461; 0,635; 0,969; 1,273mm) de bagazo de caña de azúcar con la inclusión 18% como fuente de fibra reportando promedios de (TDT) 265,74 g y ( C ) de 39,36; mientras que Gidenne (1992) en conejas hembras destetadas de 4 semanas de edad con dieta alta en fibra y partícula grande 3mm alcanzaron pesos promedio de ( E ) de 60,3g y ( C ) 97,9 g. A su vez Nicodemus et al (1999) quienes evaluaron dietas isofibrosas con lignina detergente acida (LDA) con tamaño de partícula de 0,16 mm - 1,25mm, en 160 conejos mestizos neozelandeses - californianos de 30 días de edad alcanzo peso promedio de (E) 28,25 g y (C) 46,5g. Mientras tanto otros autores aluden sobre (PR), como es el caso de Arruda et al., (2003) con niveles de almidón 22 y 32 % de maíz y diferentes fuentes de fibra (alfalfa, cáscaras de heno o soja), en 40 conejos destetados de 40 días con pienso de 1,0 mm alcanzó pesos de (TDT) 17,83 %; (E) 3,63 %; (C) 6,84 %. Por otro lado, Lambertini et al., (2000) en conejos mixtos (hembras y machos) de 47 días de

edad alimentados con pienso de crecimiento y tres tamaños de partículas; fina (0,25 mm), media (0,25 y 1 mm) y gruesa (1mm), lograron pesos de (TDT) 15,9 %; (C) 38,6 %. Del mismo modo García et al, (2000) con 60 conejos blancos de Nueva Zelanda × Conejos de California, de 48 y 54 días, con 6 dietas diferentes de harina de pimentón, hojas de olivo, heno de alfalfa, cascarilla de soja, paja de cebada tratada con hidróxido de sodio y cascarilla de girasol, como única fuente de fibra y partículas de <160 mm y > 1,250 mm, alcanzaron pesos de (E) 2,4 % y (C) 4,59 %. Así mismo Nicodemus et al, (2006) con 4 dietas dietas isofibrosas e isoenergéticas y proporción decreciente de partículas grande de 315 mm y 18,9 % MS en 36 conejos alcanzaron peso de (E) 1, 87 %. Del mismo modo Laudadio et al, (2009) empleando salvado de trigo con textura suave y dura y dos tamaños de partícula (2 mm y 8mm) en conejas de 35 días de edad, reportó peso de (TDT) 15,6 %.

El desarrollo del ciego en cuyes está correlacionado con el tipo de alimento, inclusión de nutrientes como la fibra y tamaño de partícula del mismo que por su capacidad fisiológica lo aprovecha de mejor manera; según ( Clemen et al, 1980) animales con intestino grueso que no separa la digesta, suele tener un ciego mucho más grande, el cuy por ser un roedor caviomorfo posee un mecanismo de separación(MSC) denominada trampa de moco o "mucus tram"( Sakaguchi , 1985), que carece de retención selectiva de fluidos y partículas finas, según Sakaguchi,(2001) pero poseen un surco cólico (Snipes et al, 1998) en la que las mucosas y bacterias son atrapadas y transportadas de vuelta al ciego (Bjornmhag ).

Dentro de la estructura macroscópica del ciego incluye el músculo longitudinal de tres taenias y una haustra que permite la mezcla y movimiento de los contenidos, para fermentación del ciego (Spines,1982). La flora bacteriana presente en el ciego permite buen aprovechamiento de la fibra y una fermentación rápida de alimento grotesco, según Reid y Mickelsen, (1963), los cuyes digieren la materia orgánica como los caballos y ponis, pero son menos eficientes que rumen, según Slade et al. (1969). El grado de digestión de la fibra se relaciona con el tiempo de rotación de la digesta del ciego y no al tiempo de retención en todo el tracto digestivo Slade et al. (1969).

Nicodemus (1999) indica que el tipo de fibra es importante, ya que la composición química y la estructura física de las paredes celulares varían de una fuente a otra. Nicodemus (2006) también sugiere que el tamaño de las partículas es una característica importante de la fibra que influye en el comportamiento digestivo ya que las partículas finas tienen una velocidad de paso más lenta que las de mayor tamaño debido a su tiempo de retención (Gidenne, 1993).

El conejo es un fermentador posgástrico cecal con hábitos alimenticios selectivos, según Van Soest (1991). Bjornthang (1972) Con MSC de retrolavado que posee tres taenia y haustreae en la inicial del colon y una taenia con haustreae en la segunda porción del colon proximal, que da lugar a retención selectiva líquida y de partículas finas en el ciego (Pekard y Stevens 1972) (Jilge, 1982).

Gidenne. (1991) encontró que los animales alimentados con partículas finamente trituradas presentan mayores pesos del tracto digestivo total, lo que se relaciona con una mayor acción antiperistáltica del colon proximal debido a la presencia de partículas más pequeñas y las partículas de alimento con un diámetro de 0,3 mm son transportadas de vuelta al ciego con tiempos de retención más largos y mayor peso del tubo digestivo.

Por otro lado, De Blas et al. (1986) con 1,0 mm, encontró una relación almidón: fibra dietética, mayor de peso del estómago con mayor nivel de fibra debido a un mayor consumo de alimento (distensión gástrica) para compensar un aporte energético así mismo Fragata et al. (1991) al proporcionar forrajes menos y más baja para ciego con forraje más lignificado debido a la calidad de la fibra y menores niveles de fibra resultaron en un mayor peso de ciego, lo que sigue la tasa de renovación cecal bajos niveles de fibra. Aboul-ela et al. (1996) encontró un aumento en la conversión reducción a la canal con dietas más fibrosas, lo que sugiere un efecto sobre la velocidad de tránsito de la digesta

## **7.2. Longitud absoluta y relativa del intestino delgado**

Las medidas absolutas (LA) y la medida relativa (LR) del intestino delgado son de 230,4 cm y 43,46 %, Angamarca (2019) sin considerar el tamaño de partícula que estudió en 80 animales hembra de 20 días de edad con dos niveles de fibra reporta (LA) 31,7cm;(LR) 4,54%. Guamán (2023) que evaluó con diferentes niveles de inclusión de maralfalfa alcanzó (LA) 221 cm;(LR) 48,3%. Ramón (2017) con cuatro niveles de fibra 5%,7%,10%,12% logró (LA) 233 cm; (LA) 60,0 %.

Estudios en conejos sobre (LA) y (LR), por autores como Caro et al (2018) quienes trabajaron con 24 conejos Nueva Zelanda Blanco, con niveles variables de (15% y 30 %) de harina de forraje de moringa y tamaño de partícula de 1mm, fue de (LA) 393,2 cm. Así mismo Dihigo et al (2009) utilizaron 24 conejos machos de un híbrido comercial Semigigante Blanco x Nueva Zelanda cuatro tratamientos con 0, 15, 30 y 45 % de inclusión de harina de caña de azúcar de 4.5 meses y con tamaño de partícula de 1 mm alcanzando una (LR) 2,47%

A diferencia de los conejos y las ratas, la saciedad de los cobayas se rige por la distensión del tracto gastrointestinal ya que el apetito no aumenta con la adición de celulosa a la dieta (Cheeke 1987) El colon de las cobayas es espacioso y nunca se vacía, por lo que tienen una mayor capacidad para digerir los alimentos capacidad para digerir la fibra dietética (Sakaguchi et al.,2003). Tienen mayor digestibilidad de la fibra bruta, probablemente debido a su mayor peso relativo y a la mayor longitud del colon-recto, (Johnson., 2006). Los conejos pose en el mayor tiempo de retención del contenido alimenticio en el tracto gastrointestinal, seguidos de los cobayas (Chiou et al., 2000). La velocidad de paso de la digesta por el intestino posterior parece estar relacionada con la longitud relativa y el grado de salutación de la sección local (Chiou et al., 2000). Savon,(2005) sugiere que existe una relación directa entre el contenido de celulosa, hemicelulosa en la dieta y la velocidad de paso de los nutrientes a través de TGI, el grosor de la túnica muscular crece por la distensión que provocan elevados niveles de fibra en los segmentos intestinales (Caro et al., 2018)

### **7.3. pH de estómago y ciego**

El pH promedio de estómago (E) y ciego (C) en el presente estudio fue de 2,42 de 6,6 respectivamente, al respecto Merchant (2011) menciona que los rangos estándares para estómago y ciego oscilan entre 2,9 (E) y 6,1- 6,6 (C); investigaciones similares que no tomaron en cuenta el tamaño de la partícula como es el caso Guamán, (2023) que con la inclusión de diferentes niveles de mar alfalfa alcanzó pH de (E) 3,11 y (C) 6,00; mientras que en dietas balanceadas suministradas a cuyes en crecimiento Angarmarca (2017) reporta pH de (E) 1,79, (C) 6,47 así mismo Ramón, (2017) con balaceado obtuvo (E) 1,5, (C) 6,6.

Estudios en conejos sobre la valoración de pH de contenido de estómago y ciego oscilan en rangos de 1,6 (E) y 6,1- 6,6 (C) según Merchant (2011); Domingos (2009) que trabajo con 144 conejos de 3 semanas de edad en la que analizó el efecto de la inclusión de alfalfa y pulpa de remolacha con diámetro de 3 mm, obteniendo pH 1,7. Pisarro en el (2013) con 48 conejos de edades entre los 21 y los 63 días con inclusión de zanahoria deshidratada en dietas con dos contenidos de fibra detergente neutra 37% y 30%, con tamaño de partícula de 3mm obtuvo pH 1,45. Lui et al (2018) que estudió los efectos de la partícula de heno de alfalfa molida en el rendimiento del crecimiento con 120 conejos Nueva Zelanda machos y hembra de 35 días de edad, de harina de alfalfa con tamaños de partícula de 2500, 1000, 100 y 10  $\mu\text{m}$ , obtuvo un pH 5,88. De la misma manera estudios antes ya mencionados obtuvieron los siguientes resultados de pH en estos órganos

como es el caso de Nicodemus et al (2005) 5,69. Nicodemus et al (1999) 5,92. Lambertini et al (2000) 5,91 Nicodemus et al (2002) 5,75 García (2000) 6,28. Vieira et al (2003) 6,74 y Domingos pH 5,97.

En los cobayos y conejos, es importante mantener una dieta rica en fibra para mantener una flora intestinal saludable. Sin embargo, una dieta baja en fibra puede tener consecuencias negativas en la microbiota intestinal, como la reducción de la producción de ácidos grasos volátiles y un aumento en el pH, lo que puede desestabilizar la microbiota. En ambos animales, una dieta alta en carbohidratos y baja en fibra puede propiciar el crecimiento excesivo de organismos oportunistas como *Clostridium* spp y *Escherichia coli*. Además, el exceso de proteínas en la dieta puede aumentar los niveles de amoníaco y provocar desequilibrios en el pH cecal. García (2000), Grant (2014), De Cubellis & Graham (2013) y Kohles (2014) respaldan estos hallazgos.

## **8. Conclusiones**

En base a los resultados conseguidos en la presente investigación, se concluye que:

- Los diferentes tamaños de partículas no influyeron sobre el peso absoluto y relativo del tracto digestivo total y sus segmentos excepto en el ciego.
- Los animales alimentados con tamaño de partícula gruesa alcanzaron mayor peso relativo del ciego.
- Las dietas con la inclusión de diferentes tamaños de partículas no influyeron sobre la longitud absoluta y relativa del intestino delgado en cuyes.
- El pH estomacal y cecal no presento variabilidad entre los tratamientos con diferente tamaño de partícula.

## **9. Recomendaciones**

- Realizar investigaciones con tamaño de partícula superior al evaluado sobre parámetros digestivos en cuyes post destete.
- Estudiar materias primas alternativas con distinta granulometría para la elaboración de dietas de cuyes en etapa post.
- Mejorar las condiciones ambientales de la instalación de cuyes a través de la implementación de un ambiente controlado para garantizar el bienestar animal en la etapa post destete de los animales.

## 10. Bibliografía

- Angamarca, C. (2019). *Efectos de niveles altos de fibra cruda, sobre parametros productivos y digestivos en cobayos tipo Ia (cavia porcellus), utilizando como fuente de fibra la paja*. [Tesis de Grado – Universidad Nacional de Loja]. Repositorio UNL.
- Arc T.(1992). Effect of fibre level, particle size and adaptation period on digestibility and rate of passage as measured at the ileum and in the faeces in the adult rabbit. *Br J Nutr.* 67 (1), 133-46.
- Arce, N. (2016). *Estudio histológico de las vellosidades intestinales de cuyes (cavia porcellus) criollos y mejorados según el sistema de alimentación*. [Tesis de grado - Universidad Privada Antenor Orrego].Repositorio UPAO.
- Arruda, A., Lopes, D., Ferreira, W., Rostagno, H., Queiroz, A y Pereira, E. (2003). Desempenho e características de carcaça de coelhos alimentados com rações contendo diferentes níveis de amido e fontes de fibra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32 (6), 1311–1320.
- Atehortua, S. (2007). Situación y perspectivas de la producción de curíes en el Departamento de Nariño. 1a ed. Nariño, Colombia Edit IICA- OEA. 78-97. 120.
- Bernaola, C. (2018). *Suplementación con un complejo enzimático en dietas balanceadas de crecimiento en cuyes mejorados (cavia porcellus )*. [Tesis de grado - Universidad Nacional Agraria la Molina].Repositorio BAN.
- Brownlee, I. A. (2011). The physiological roles of dietary fibre. *Food hydrocolloids*.Bases científicas y aplicaciones.16 (2),10-11.
- Calderón,G .,Cazares,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*. [Tesis de Pregrado - Universidad Técnica del Norte].Repositorio UTN.
- Canto, F.,Bernal , W y Saucedo, J. (2018). Efecto de suplementación con probiótico (lactobacillus) en dietas de alfalfa y concentrado sobre parámetros productivos de cuyes mejorados en crecimiento y engorde. *Revista de Investigación Científica UNTRM*, 2(2), 39-44.
- Carbajal, A. (2013). Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.



- Caro, Y., Bustamante, D., Dihigo, L y Ly, J.(2018). Macroarquitectura de órganos digestivos en conejos alimentados con niveles variables de harina de forraje de moringa (*Moringa oleifera*). Cuban J. Agric. Sci. 52(4), 401-410.
- Carrillo, L., Hidalgo, C. (2008). *Evaluación de cuatro niveles de proteína vegetal en el alimento balanceado para el crecimiento y engorde de Cobayos (Cavia Porcellus), en la Parroquia San José de Chaltura.*. [Tesis de grado – Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN.
- Castillo, C., Carrlen, F., Quevedo, W y Ara, M. (2012). Efecto de la suplementación con bloques minerales sobre la productividad de cuyes alimentados con forraje. Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru. 23(4), 1-5.
- Castro, J., & Chirinos, D. (1997). Nutrición y Alimentación de Cuyes. Hunacayo, Peru: UNCP.
- Caucha, L. (2015). Manual de Producción de Cuyes. Curso virtual Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima – Perú.
- Caycedo, V. A. (2001). Primer seminario de cuyecultura. Pasto, Colombia: Editorial universidad de Nariño.
- Caycedo, V.(2000). Experiencias investigativas en la producción de cuyes, contribucion al desarrollo tecnico de la explotacion. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño.
- Chauca, L. (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*. 138(1). 1-67.
- Chauca, L. 2001. Caracterización de la crianza de cuyes en los departamentos de Cochabamba, La Paz y Oruro.1a ed. La Paz, Bolivia. Edit. 65 -78.
- Chauca, L., Muscari Greco, J., y Higaonna Oshiro, R. (2011). Factores que afectan el tamaño de camada y peso de cuyes de una línea sintética (p 0.63-0310) en la costa central
- Cheeke, P. R. (1987) Nutrition of guinea pigs. In T. J. Cunha (ed.), Rabbit feeding and nutrition. Orlando, Fla.: Academic Press. pp. 344–353
- Cheeke, P. R. (1987) Nutrition of guinea pigs. In T. J. Cunha (ed.), Rabbit feeding and nutrition. Orlando, Fla.: Academic Press. pp. 344–353
- Condori, R. (2017). Niveles séricos de creatinina y urea en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con pisonay (*Erythrina sp*) en Tamburco, Apurímac.

- Cruz, R. (2017). *Evaluación de una ración mixta (alfalfa + afrecho de trigo) en la alimentación de cuyes bajo dos sistemas de empadre controlado*”. [Tesis de grado - Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. Repositorio DSpace ESPOCH.
- De Blas, B., y García, P. (1995). Tamaño de partícula de los forrajes en la alimentación de conejos. *Boletín de cunicultura*. 28-32.
- De Blas, C., y Wiseman, J. (2020). *Nutrition of the Rabbit*. CABI Publishing. 3<sup>ra</sup> Edición.
- Dihigo, L. (2007). Caracterización físico-química de productos tropicales y su impacto en la morfofisiología digestiva del conejo. Instituto de Ciencia Animal ICA. La Habana, Cuba. 12(4), 12-16.
- Dihigo, L., Savón, L y Sierra., F. (2001). Estudios morfométricos del tracto gastrointestinal y órganos internos de conejos alimentados con piensos que contienen harina de caña de azúcar. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35 (4), 361-365.
- Domingos, A. (2009). *A fibra na alimentação do coelho Dreches de cervejaria relativamente à luzerna e à polpa de Beterraba*. [Tesis de Maestria-Universidad Tecnica de Lisboa]. Repositorio Lisboa.
- Ei, S y Akemi, N. (1992). Comparison of fibre digestion and digesta retention time between nutrias (*Myocaster coypus*) and guinea-pigs (*Cavia porcellus*). *Physiology*, 103(3), 601–604.
- Espinas, R. (1982). Anatomía del ciego del cobayo. *Anat Embryol* 165 , 97–111.
- Franz, R., Kreuzer, M., Hummel, J., Hatt, J.-M., y Clauss, M. (2010). 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.
- García, J., Carabaño, R., Pérez, L y de Blas J. (2000). Efecto de la fuente de fibra sobre la fermentación cecal y nitrógeno reciclado a través de la cecotrofia en conejos. *J. Anim. ciencia*. 78 (2). 638–646
- Gecele, P. (1986). Fisiología digestiva del conejo adulto. *Monografías de Medicina Veterinaria*. 8(2).1-6.
- Gidenne, T. (1992). Effect of fibre level, particle size and adaptation period on digestibility and rate of passage as measured at the ileum and in the faeces in the adult rabbit. *British Journal of Nutrition*, 67(01), 129-133.

- Gidenne, T. (1993). Effect of dietary starch origin on digestion in the rabbit. 1. Digestibility measurements from weaning to slaughter. In *Animal Feed Science and Technology*. 42(1). 237-247.
- Gidenne, T., Carré, B., Segura, M., Lapanouse, A., & Gomez, J. (1991). Fibre digestion and rate of passage in the rabbit: effect of particle size and level of lucerne meal. *Animal Feed Science and Technology*, 32(1-3), 215–221.
- Grant, K. (2014). Rodent Nutrition Digestive Comparisons of 4 Common Rodent
- Green, D y Millar, J. (1987). Changes in gut dimensions and capacity of *Peromyscus maniculatus* relative to diet quality and energy needs. *Can. J. Zool*, 65(2), 2159–2162.
- Guaman, D. (2023). *Efecto de diferentes niveles de inclusión de maralfalfa (pennisetum spp.) en los parámetros digestivos de cobayos (cavia porcellus)*. [Tesis de Grado – Universidad Nacional de Loja]. Repositorio UNL.
- Guevara, C. (2021). *Influencia del diámetro de partícula de maíz en crecimiento de cuyes (Cavia porcellus)*. [Tesis de grado - Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”]. Repositorio UNPRG.
- Gutierrez, I., Ramos, L., Soscue, M. (2020). *Fisiopatología del sistema digestivo y necesidades nutricionales del cuy (Cavia porcellus)*. [Tesis de grado - Universidad Antonio Nariño]. Repositorio UAN.
- Hargaden, M., & Singer, L. (2012). *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. Elsevier. 1(2),1-4.
- Harkness, J., Murray, K & Wagner, J. (2002). *Biology and diseases of guinea pigs*. Laboratory Animal Medicine. San Diego: Elsevier Science, 203-46
- Holtenius K, Bjornhag G. 1985. The colonic separation mechanism in the guinea pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). *Journal of Comparative. Biochemistry and Physiology* 82(2), 537–542.
- Huamaní, G., Zea, O., Gutiérrez, G., y Vélchez, C. (2016). Effect of three feeding systems on productive performance and on carcass fatty acid profile in Guinea pigs. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(3), 486–494.
- Lambertini L., Cavani, C., Zucchi, P., Ignola, G. (2000). Effect of different feed grinding fineness on the performances and digestive efficiency of growing rabbits. *Ann. Zootech.* 49. (2). 141–150.

- Lang,C., Masthoff, C. Weirich y St. Hoy. (2011). Influence Of Feed Structure On Ethological And Physiological Parameters In Rabbits. Department Of Animal Breeding And Genetics. Justus Liebig University Giessen. file:///C:/Users/InnoVausuario/Downloads/Lang-1.en.es.pdf.
- Laudadio V., Dario M., Addonizio F. y Tufarelli V.(2009). Efecto de la inclusión de salvado de trigo duro versus blando con diferentes partículas Tamaño en la Digestibilidad de la Dieta, Rendimiento del Crecimiento y Características de la canal de conejos de engorde. Asia-Aust. J. Anim. Ciencia. 22(10). 1377 – 1385
- León, D. (2019). *Desarrollo de la funcionalidad intestinal, con énfasis en la actividad amilásica del páncreas y crecimiento alométrico de los órganos digestivos, en cuyes desde el nacimiento hasta las 7 semanas de edad.*[Tesis de grado - Universidad Nacional de Loja]. Repositorio UNL.
- Liu S, Yuan M, Jin D, Wang Z, Zou H, Wang L, et al. (2018) Effects of the particle of ground alfalfa hay on the growth performance, methane production and archaeal populations of rabbits. PLoS ONE 13(9),1-6.
- Lopez, B. (2018). *Efecto de la suplementación oral de una mezcla probiótica en cuyes (Cavia porcellus) de engorde desafiados con Salmonella typhimurium sobre la*
- Maruelli, J (2017). *Aloración nutritiva de los alimentos: importancia de la fibra en la alimentación animal* . [Tesis de grado - Universidad Nacional De La Pampa]. Repositorio RDAA|UNLPam.
- Mateos, G.G. ; Rial, E., 1989. Tecnología de fabricación de piensos compuestos. In: Alimentación del Conejo. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 101–13
- Maza R. (2017). *Determinacion de características morfo-fisiológicas del tracto digestivo del cuy (cavia porcellus).* [Tesis de grado - Universidad Nacional de Loja ]. Repositorio UNL
- Menchetti, L., Brecchia, G., Branciarì, R., Barbato, O., Fioretti, B., Codini, M y Miraglia, D. (2020). The effect of Goji berries (*Lycium barbarum*) dietary supplementation on rabbit meat quality. Meat Science. 7(2), 1-4.
- Merchant, H ., McConnell, E., Liu, F., Ramaswamy, C., Kulkarni, R ., Basit, A y Murdan, S. (2011). Assessment of gastrointestinal pH, fluid and lymphoid tissue in the guinea pig, rabbit and pig, and implications for their use in drug development. European Journal of Pharmaceutical Sciences, 42(1-2), 3–10.

- Moscoso, J. (2022). *Influencia del nivel de fibra dietaria sobre el desarrollo gastrointestinal en cuyes*. [Tesis de grado - Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco]. Repositorio UNSAAC.
- National Research Council. 1995. Nutrient requirements of laboratory animals. 4th ed rev. ed. Washington, USA.
- Ni, K.E. (2009): Introduction to mammal taxonomy and evolution. Sonoma State University, 1 – 100.
- Nicodemus , N., Garcia, J., Carabaño, R., Mendez , J., de Blas C. (1997). Efecto del tamaño de partícula sobre la productividad en conejos. Departamento de Producción Animal. Politecnica y COREN S, L.
- Nicodemus, N., García, J., Carabaño, R., & De Blas, J. C. (2006). Effect of a reduction of dietary particle size by substituting a mixture of fibrous by-products for lucerne hay on performance and digestion of growing rabbits and lactating does. *Livestock Science*, 100(2-3), 242–250.
- Nicodemus, N.,Garcia, J., Carabaño , R., de Blas J. (2002). Effect of inclusion of sunflower hulls in the diet on performance, disaccharidase activity in the small intestine and caecal traits of growing rabbits. *Animal Science* .75(2), 237 - 243
- Nomir. (2013). Influence Of Dietary Enzyme Supplementation On Growth
- Olivares, N. (2016). *Estudio histológico de las vellosidades intestinales de cuyes (cavia porcellus) criollos y mejorados según el sistema de alimentación*. [Tesis de grado - Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO.
- Pardo, A., (2016). Enterodisbiosis en cobayos *Cavia porcellus* Rodentia Caviidae etiología, fisiopatología, signos, diagnóstico y terapéutica. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina\\_veterinaria/181](https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/181).
- Paredes, M y Goicoche , P. (2021). Efecto de cinco dietas con diferentes proporciones de fibra detergente neutro y almidón en el rendimiento productivo, comportamiento ingestivo y peso de órganos digestivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev. investig. vet. Perú* .32(1), 1-8.
- Paucar, L. (2010). *Efecto de tres niveles de afrecho de trigo, maíz y melaza sobre índices productivos en cuyes machos de recría en la comunidad de nitiluisa*. PA[Tesis de grado - Universidad Nacional de Loja]. Repositorio UNL.

- Performance, Nutrient Digestibility, Carcass traits and Health Status Of Growing Rabbits. VET. SCIENCE. 38. (1). 181-203.
- Portilla, C. (2016). “consumo de alimento en cuyes desde gazapos hasta crecimiento machos y hembras en el ceypsa” ”. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3566/1/T-UTC-00803.pdf>
- Quingaluisa, M.(2021). *Elaboración de bloques nutricionales a base de subproductos de mercado (lechuga, col y cáscara de papa) para la alimentación de cuyes machos (cavia porcellus) durante las 6 primeras semanas postdestete*. [Tesis de grado - Universidad Tecnica de Cotopaxi]. UTC
- Ramirez, I., Lilido,N. (2008). Hormonas gastrointestinales (GIH): la regulación hormonal del aparato digestivo de los animales domésticos. Mundo pecuario.4(1).1-14.<http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/21999>
- Ramon, a. (2017).*Determinacion de características morfo- fisiológicas del tracto digestivo del cuy (Cavia porcellus)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio UNL.
- Reid M. 1948. Nutritional studies with the guinea pig: Effect of different proteins, with and without amino acid supplements. En: 1<sup>a</sup> of Nutrition 80(2):25-32
- Reid, M. y Mickelsen, O. 1963. Nutritional studies with the guinea pig: VIII. Effect of different proteins, with and without amino acid supplements, on growth. J. of Nutrition 80(1).25-3
- Reyes, N., Vivas, J., Aguilar, J., Hernández, J y Caldera, N. (2018). Suplementación de cobayos (*Cavia porcellus* L.) con follajes fresco de morera (*Morus alba*) y moringa (*Moringa oleifera*). La Calera. 18(30), 7–13.
- Reynaga, M., Vergara, V., Chauca, L., Muscari, J., Higaonna, R., (2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. Rev. investig. vet. Perú 31(3). 1-6.
- Ricardo Jorge Pissarro de Maia Alves (2013). *Alimentos alternativos na alimentação animal. A cenoura de refugio e a sua utilização pelo coelho*. [Tesis de Maestría - Universidad Tecnica de Lisboa]. Repositorio LISBOA.
- Rico E. 2003. Manual sobre el manejo de cuyes. Proyecto Mejocuy. Segunda edición.
- Rico, E., y Rivas, C. (2003). Manual sobre el manejo de cuyes. Utah, US. Proyecto MEJOCUY. Benson Agriculture and Food Institute Provo, 31.

- Robertson, J. (1988). Physicochemical characteristics of food and the digestion of starch and dietary fibre during gut transit. *Proceedings of the Nutrition Society*, 47(02), 143–152.
- Sakaguchi E, Nabata A. 1992. Comparison of fibre digestion and digesta retention time between nutrias (*Myocastor coypus*) and guinea-pigs (*Cavia porcellus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 103A, 601–604.
- Sakaguchi E, Nippashi K y Endoh G. (1992). Digesta retention and fibre digestion in maras (*Dolicotis patagonum*) and Guinea-pigs. *Comparative Biochemistry and Physiology* 101A, 867–870.
- Sakaguchi, E. (2003). Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Animal Science Journal*, 74(5), 327–337.
- Sakaguchi, E. I., y Ohmura, S. (1992). Fibre digestion and digesta retention time in guinea-pigs (*Cavia porcellus*), degus (*Octodon degus*) and leaf-eared mice (*Phyllotis darwini*). In *Biochem. Physiol*, 103(4). 787-791.
- Sakaguchi, E., Heller, R., Becker, G y Engelhardt W. (1985). Volume, solute concentrations and production of short-chain fatty acids in the caecum and upper colon of the guinea-pig. *Zeitschrift Fur Tierphysiologie, Tierernahrung und Futter-mittelkunde* 54(1), 276–285.
- Sakaguchi, E., Itoh, H., Uchida, S., y Horigome, T. (1987). Comparison of fibre digestion and digesta retention time between rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. *British Journal of Nutrition*, 58(1), 149–158.
- Sakaguchi, E., Kaizu, K., y Nakamichi, M. (1992). Fibre digestion and digesta retention from different physical forms of the feed in the rabbit. In *Biochem. Physiol*, 102(3). 559-563.
- Salinas, J., Gomez, J., Viñan, P y Loor, J. (2020). Concentraciones de harina aviar en dietas para cuyes (*cavia porcellus*) en gestación y lactancia. *Journal Of Science And Research*. 5 (2), 1-13.
- Sandoval, H. (2021). *Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento*. [Tesis de grado - Universidad Técnica De Ambato]. Repositorio UTC.
- Serra, L; Aranceta, J; Mataix, V; Uauy, R. *Nutrición y Salud Pública: Métodos*,
- Slade, L., y Hintz, H. (1969). *Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs*. *Revista de Ciencia animal*. 28(6), 842-843.
- Solorzano, J. (2014). *Crianza, producción y comercialización de cuyes*. Lima, Peru: MACRO.

- Souza, T., Mariscal, G., Escobar, K., Aguilera, A., y Magne, A. (2012). Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Veterinaria México*, 43(2), 155–173.
- Valdivié, M y Ponce de León, R. (2015). Las investigaciones cunícolas en Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49(2), 205-209.
- Valencia, R., Jara, M., Chauca, L., Torres, L. (2018). Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (*Cavia porcellus*) raza. Perú. *Salud tecnol. vet.* 2(1). 100-114.
- Van Soest, P., Robertson, J., & Lewis, B. (1991). Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Department of Animal Science and Division of Nutritional Sciences.* 74(1). 3583-3597.
- Vazquez, Y ., Valdivie, M., Berrios, I., Sosa, E. (2018). Morphometric analysis of the gastrointestinal tract of rabbits fed mulberry forage and sugarcane stems. *Cuban J. Agric. Sci.* 52(4), 1-4.
- Velásquez, L., Monsalve, M., Rios, J y Roa, M. (2016). Digestibilidad in vivo en cuyes alimentados con cuatro variedades de *Brachiaria* spp. *Rev Sist Prod Agroecol.* 7(1), 1-16.
- Vergara, V. (2008). Avances en nutrición y alimentación de cuyes. Programa de Investigación y Proyección Social de Alimentos. 2(8), 1-31.
- Vieira, S., Gomes , A y Pessoa, A. (2003). Efeito da granulometria do bagaço de cana sobre as características digestivas e a contribuição nutritiva dos cecotrofos Effect particle size of sugar cane bagasse on the digestive traits and the cecotrophes nutritive contribution. . *Bras. Zootec.* 32 (4). 1-14.
- Vivas, J y Carballo, D. (2009). *Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)*. [Tesis de grado - Universidad Nacional Agraria].Repositorio UN



## 11. Anexos

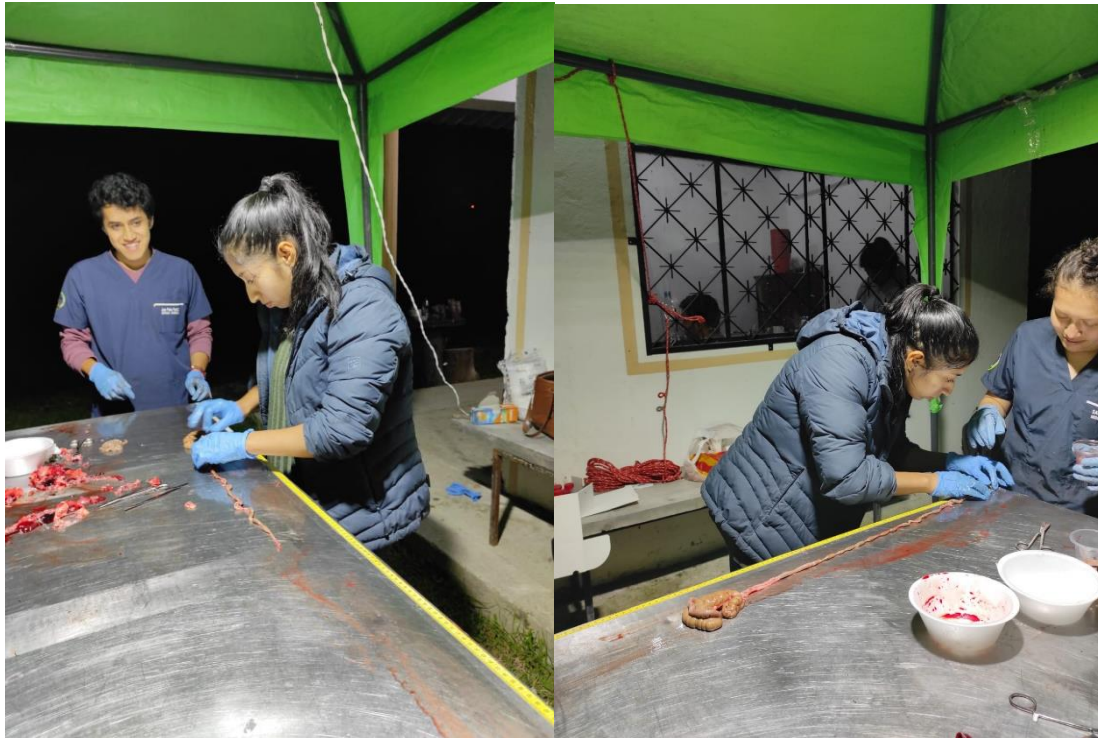
### Anexo 1. Evidencia de trabajo de campo.



**Figura 3.** Elaboración de dietas experimentales post destete partícula fina, media y gruesa



**Figura 4.** Peso de tracto digestivo total y sus segmentos.



**Figura 6.** Medida de intestino delgado



**Figura 7.** Medida de pH de estómago y ciego.

**Anexo 2. Tamizaje.**



**Figura 8.** Tamizaje de dieta post destete

**Anexo 3.** Certificación de traducción del resumen.

## English Speak Up Center

Nosotros "*English Speak Up Center*"

CERTIFICAMOS que

La traducción del resumen de Trabajo de Integración Curricular titulado "ESTUDIO DEL EFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LA DIETA SOBRE LOS PARÁMETROS DIGESTIVOS DE CUYES." documento adjunto solicitado por la señorita Estefany Pamela Sánchez Ponce con cédula de ciudadanía número 1105533564 ha sido realizada por el Centro Particular de Enseñanza de Idiomas "*English Speak Up Center*"

Esta es una traducción textual del documento adjunto. El traductor es competente y autorizado para realizar traducciones.

Loja, 10 de noviembre de 2023

  
Mg. Sc. Elizabeth Sánchez Burneo  
DIRECTORA ACADÉMICA



DIRECCIÓN: SUCRE 207-46 ENTRE AZUAY Y MIGUEL RÍOFRÍO

TELÉFONO: 099 5263 264