



Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

## Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

### Carrera de Medicina Veterinaria

## Efectos de la fibra soluble e insoluble sobre los parámetros digestivos en cobayos en etapa de post - destete.

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

#### AUTOR:

Natali Silvana Córdova Encalada

#### DIRECTOR:

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc

Loja – Ecuador

2024



Universidad  
Nacional  
de Loja

Sistema de Información Académico  
Administrativo y Financiero - SIAAF

## CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **ESCUADERO SANCHEZ GALO VINICIO**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Efecto de la fibra soluble e insoluble sobre parámetros digestivos en cobayos en etapa de post-destete**, perteneciente al estudiante **NATALI SILVANA CORDOVA ENCALADA**, con cédula de identidad N° **1105084873**.

### Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 2 de Agosto de 2024



GALO VINICIO  
ESCUADERO SANCHEZ

F)

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-001809

## **Autoría**

Yo, **Natali Silvana Córdova Encalada**, 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:** 1105084873

**Fecha:** 19/11/2024

**Correo electrónico:** natali.cordova@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0969316164

**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, **Natali Silvana Córdova Encalada**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **“Efectos de la fibra soluble e insoluble sobre parámetros digestivos en cobayos en etapa post – destete”**, 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 diecinueve días del mes de noviembre de dos mil veinticuatro.

**Firma:**



**Autora:** Natali Silvana Córdova Encalada

**Cédula:** 1105084873

**Dirección:** Barrio los molinos, Loja, Ecuador.

**Correo electrónico:** natali.cordova@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0969316164

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico este Trabajo de Integración Curricular a mis padres, Fausto Vicente Córdova Jiménez, el ser que me ha enseñado y demostrado que con esfuerzo se logran las cosas, por su amor y apoyo incondicional, Rosalía Estela Encalada Paladines, por estar siempre a mi lado, por sus consejos y valores, es quien me han llevado a ser la persona que soy.

A mi abuela Floresmila Paladines, por su sabiduría, cariño y ejemplo de perseverancia. A mi abuelo Baudilio Encalada, que está en el cielo, por haberme dado sus consejos, amor y ternura, ellos han sido una inspiración en mi vida.

A mis hermanos Gilson, Anthony, José, Jonatan y a mis hermanas Karina, Emily, por su comprensión, ánimo y apoyo inquebrantable durante este proceso; a mi sobrino Nicolas Córdova porque es la alegría del hogar.

A mis amigos, tanto del colegio como de la universidad, quienes con sus palabras de aliento y compañerismo hicieron más llevadero este recorrido académico.

Finalmente, a todos los que fueron mis profesores a lo largo de mi vida, aquellos que, con su conocimiento y dedicación, me educaron como profesional y, sobre todo como persona.

Con gratitud y afecto, esta tesis es para ustedes.

*Natali Silvana Córdova Encalada*

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por la salud, la vida, por ser mi guía en cada paso y por brindarme la perseverancia necesaria para alcanzar este logro académico. A la Universidad Nacional de Loja, mi alma máter, por acogerme y contribuir en mi formación académica.

Mi más profundo agradecimiento también a mi director, Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc, por su guía invaluable, apoyo, paciencia y sobre todo, por su experiencia profesional y conocimientos que han sido fundamentales a lo largo de todo el proceso de investigación y redacción de este trabajo de integración curricular. A la Dra. Rocío Herrera por su valioso apoyo durante el desarrollo de la fase de campo de este proyecto, y a todos los docentes que integran el grupo de investigación CIDiNA, Dr. Rodrigo Abad, Dr. Luis Aguirre y la Ing. Beatriz Guerrero. Y a todos mis maestros que han sido un gran apoyo a lo largo de mi carrera.

No puedo dejar de mencionar a mis compañeros y amigos. Así mismo a mi grupo de investigación de CIDiNA, quienes me brindaron su apoyo moral y ánimo en los momentos difíciles. Su compañerismo ha sido un pilar importante en mi vida académica.

Finalmente, agradezco infinitamente a mi familia, especialmente a mis padres Fausto Córdova, Rosalía Encalada, mis hermanos Gilson y Anthony Córdova y mi tía Marina Encalada, ya que, sin su amor incondicional, paciencia y apoyo a lo largo de mi formación. Nada de esto hubiera sido posible, sin su confianza, respaldo emocional y económico.

*Natali Silvana Córdova Encalada*

## 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>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>x</b>
<b>Índice de anexos</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
<i>Abstract</i> .....	<b>3</b>
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico</b> .....	<b>7</b>
4.1. <i>Fisiología Digestiva del Cobayo (Cavia porcellus)</i> .....	<b>7</b>
4.2. <i>Requerimientos Nutricionales</i> .....	<b>11</b>
4.3. <i>Fibra Dietética</i> .....	<b>11</b>
4.4. <i>Clasificación de la Fibra Dietética</i> .....	<b>11</b>
4.5. <i>Fibra Soluble y su Influencia</i> .....	<b>12</b>
4.5.1. <i>Cambios que produce la fibra soluble en el tracto gastrointestinal</i> .....	<b>13</b>
4.6. <i>Fibra insoluble (FI)</i> .....	<b>14</b>
4.6.1. <i>Cambios que produce la fibra insoluble en el tracto gastrointestinal</i> .....	<b>15</b>
4.7. <i>Interacción entre la Fibra Soluble e Insoluble</i> .....	<b>16</b>
<b>5. Metodología</b> .....	<b>17</b>
5.1. <i>Área de estudio</i> .....	<b>17</b>
5.2. <i>Procedimiento</i> .....	<b>18</b>
5.2.1. <i>Enfoque metodológico</i> .....	<b>18</b>

5.2.2.	Diseño de Investigación .....	18
5.2.3.	Unidades experimentales.....	18
5.2.4.	Dietas experimentales.....	18
5.2.5.	Toma y registro de datos.....	20
5.3.	<i>Variables de Estudio</i> .....	20
5.3.1.	Peso absoluto y relativo de órganos digestivos.....	20
5.3.2.	Longitud absoluta y relativa del intestino delgado.....	21
5.3.3.	pH de estómago y ciego .....	21
5.4.	<i>Análisis de los resultados</i> .....	21
<b>6.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>25</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>31</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>32</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>33</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>39</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Composición de las dietas experimentales con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble y sus ingredientes.....	<b>19</b>
<b>Tabla 2.</b> Medidas absolutas de segmentos del tracto digestivo en cuyes.....	<b>22</b>
<b>Tabla 3.</b> Medidas relativas de segmentos del tracto digestivo en cuyes.....	<b>23</b>
<b>Tabla 4.</b> pH de contenido estomacal y cecal en cuyes.....	<b>24</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de la Quinta Experimental Punzara y el Centro de Investigación Desarrollo Innovación de Nutrición Animal (CIDiNA) .....	17
---	----

## **Índice de anexos**

<b>Anexo 1.</b> Recolección y procesamiento de la materia prima.....	39
<b>Anexo 2.</b> Secado de la materia prima.....	39
<b>Anexo 3.</b> Limpieza y adecuación de instalaciones.....	39
<b>Anexo 4.</b> Elaboración de dietas experimentales.....	40
<b>Anexo 5.</b> Unidades experimentales distribuidas en los tratamientos .....	40
<b>Anexo 6.</b> Sacrificio y disección de los cobayos.....	40
<b>Anexo 7.</b> Mediciones de intestino delgado .....	41
<b>Anexo 8.</b> Pesaje de TDT, ID, Estómago y ciego .....	41
<b>Anexo 9.</b> Medición de pH de estómago y ciego .....	41
<b>Anexo 10.</b> Certificado de traducción de inglés.....	41

## **1. Título**

“Efectos de la fibra soluble e insoluble sobre parámetros digestivos en cobayos en etapa post  
– destete”.

## 2. Resumen

La fibra dietética es un componente esencial en la alimentación de los cobayos, presenta diferentes efectos según su solubilidad y es crucial en la salud intestinal. Esta investigación evaluó los efectos de la inclusión de diferentes niveles de fibra dietética soluble e insoluble sobre los parámetros digestivos en cobayos en etapa post-destete. Con 40 cuyes destetados Tipo A1 de 15 días de edad, distribuidos aleatoriamente en cuatro dietas experimentales con niveles de fibra soluble (FS) y fibra insoluble (FI). Como fuentes de fibra insoluble, afrecho de trigo y King Grass, pectina de cítricos como fibra soluble, durante 10 días, dieta uno 4,48 % Baja FS x 29,0% BFI; dieta dos 12,0% Alta FS x 28,0% BFI; dieta tres 6,52% BFS x 35,5% AFI; y dieta cuatro 12,0 % AFS x 35,8% AFI. Se evaluó peso absoluto y relativo de órganos digestivos, longitud absoluta y relativa de intestino delgado y pH de estómago y ciego. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (InfoStat) y para comparar las medias se empleó el Test LSD de Fisher. Los resultados mostraron que la variable del tracto digestivo total tiene una diferencia significativa en el peso relativo ( $p=0,0057$ ), mientras que en el pH con la inclusión de fibra insoluble presento significancia para estomago ( $p = 0,028$ ) y para ciego ( $p = 0,001$ ), así mismo con la inclusión de fibra soluble con un  $p = 0,008$ . No se detectó diferencias significativas en la interacción de la fibra soluble e insoluble sobre los parámetros. Se concluye que la fibra insoluble es más efectiva para mejorar los parámetros digestivos en cobayos en etapa de post-destete, contribuyendo a una mejor salud digestiva y crecimiento, mientras que la fibra soluble influye en la regulación del pH del ciego, lo que determina que ambos tipos de fibra deben ser considerados en la formulación de dietas para optimizar la digestión.

**Palabras clave:** *Cavia porcellus*, fibra dietética, parámetros digestivos, salud digestiva, pH estomacal.

## **Abstract**

Dietary fiber is an essential component in guinea pig diets, has different effects depending on its solubility and is crucial in intestinal health. This research evaluated the effects of the inclusion of different levels of soluble and insoluble dietary fiber on digestive parameters in post-weaning guinea pigs. With 40 weaned guinea pigs Type A1 of 15 days of age, randomly distributed in four experimental diets with levels of soluble fiber (SF) and insoluble fiber (IF). As sources of insoluble fiber, wheat bran and King Grass, citrus pectin as soluble fiber, for 10 days, diet one 4.48 % Low FS x 29.0% BFI; diet two 12.0% High FS x 28.0% BFI; diet three 6.52% BFS x 35.5% AFI; and diet four 12.0 % AFS x 35.8% AFI. Absolute and relative weight of digestive organs, absolute and relative length of small intestine and pH of stomach and cecum were evaluated. Data were processed by analysis of variance (InfoStat) and Fisher's LSD test was used to compare means. The results showed that the total digestive tract variable had a significant difference in relative weight ( $p=0.0057$ ), while in pH with the inclusion of insoluble fiber it was significant for stomach ( $p=0.028$ ) and for cecum ( $p=0.001$ ), and also with the inclusion of soluble fiber with a  $p=0.008$ . No significant differences were detected in the interaction of soluble and insoluble fiber on the parameters. It is concluded that insoluble fiber is more effective in improving digestive parameters in post-weaning guinea pigs, contributing to better digestive health and growth, while soluble fiber influences the regulation of cecum pH, which determines that both types of fiber should be considered in the formulation of diets to optimize digestion.

**Keywords:** *Cavia porcellus*, dietary fiber, digestive parameters, digestive health, stomach pH.

### 3. Introducción

El cuy doméstico (*Cavia porcellus*), contribuye a la seguridad alimentaria de muchas poblaciones de la región andina del Ecuador, debido a sus propiedades como; al alto contenido en proteína, vitaminas del grupo B, ácidos linoleico y linolénico y bajo contenido en grasas saturadas y colesterol, por este perfil nutricional se considera muy beneficioso para la salud (Ramos Ttito, 2014). La crianza de cobayos es una actividad de importancia económica y social en diversas regiones del mundo, en este país, esta actividad ha incrementado considerablemente en los últimos años debido a la demanda de carne especialmente al incremento del turismo gastronómico, sin embargo, la producción de esta especie afronta diversos desafíos, como sanitarios entre ellos problemas digestivos, que afectan al crecimiento, salud y la reproducción (Alcívar & Pinos, 2022).

Los cobayos son fermentadores postgástricos que digieren eficientemente los alimentos fibrosos contribuyendo al desarrollo y funcionamiento de los órganos digestivos (Roque, 2023). La etapa de post destete es un periodo crítico en el desarrollo de los cobayos, es el momento donde se produce el cambio de la dieta materna a una dieta sólida, por ende, periodo de transición en el cual son más susceptibles a problemas digestivos que pueden afectar negativamente el crecimiento, salud y producción de carne (Gómez-Conde et al., 2009).

Los estudios sobre los efectos de la fibra soluble e insoluble en los parámetros digestivos en los cobayos son escasos, la mayoría de las investigaciones se han enfocado en otras especies animales como conejos, cerdos y aves de corral, esto limita el desarrollo de estrategias nutricionales adecuadas para optimizar la producción de cobayos en el país.

Fibra es un conjunto de compuestos que son indigestibles por las enzimas del tubo digestivo secretada por los mamíferos. La fibra está integrada por gluconatos, ramnoglacturanos, arabinanos, arabinogalactonos, glucomananos, galactogluvomananos, xylanos, glucuronomanos, ácidos fenólicos y lignina (Bach, 2006). Watson & Smith, (2007), señalan que la fibra se divide en dos tipos: fibra soluble que se disuelve en agua, e incluye pectina vegetal, inulina y fructooligosacáridos; la fibra insoluble no se disuelve en agua, incluye celulosa, lignina y hemicelulosa de las plantas.

El exceso de la fibra tanto soluble como insoluble, tiene un impacto negativo en la salud digestiva de los cobayos, por ello es importante encontrar un equilibrio entre los componentes solubles e insoluble de la dieta para que haya un buen funcionamiento digestivo (Femandez & Erickson, 2011), ya que si los niveles son bajos de fibra insoluble causan un empastamiento de

los ciegos y si hay niveles altos de fibra soluble aumenta la viscosidad que afecta a la digestibilidad y absorción de nutrientes (Sánchez et al., 2022).

Estudios realizados en otra especie que es fermentadora postgástrica (conejos) encontraron que la fibra soluble puede digerirse y fermentarse parcialmente en el tracto digestivo, por lo que su incorporación al alimento induce una modulación del patrón fermentativo cecal y de la microbiota, estos estudios asocian su inclusión con una mayor seguridad digestiva, disminuyendo la morbilidad y mortalidad durante el periodo de crecimiento (O. Arce et al., 2022).

La función general de la fibra insoluble es retener agua, producir saciedad y aumentar el volumen de materia fecal. Una alta inclusión de fibra soluble podría reducir el crecimiento y el rendimiento de la canal al aumentar el tamaño del ciego (Piedra, 2015). Según algunos estudios realizados la fibra insoluble puede aumentar el peso del tracto digestivo total, especialmente en el intestino delgado y ciego, así mismo puede aumentar la longitud del intestino delgado (Calva, 2021).

Diversos estudios han demostrado los beneficios de la fibra en la digestión de otras especies animales. Sin embargo, la información disponible sobre los efectos de la fibra en cobayos es limitada y no específica para la etapa de post – destete, por lo tanto, la importancia del presente estudio es que permitirá conocer los efectos o cambios específicos que la fibra soluble e insoluble provoca en los diferentes segmentos del tracto digestivo de los cobayos en etapa de post - destete.

Los resultados de esta investigación proporcionarán información valiosa para el desarrollo de estrategias nutricionales para cobayos en etapa de post – destete, como consecuencia una mejora en la salud intestinal, repercutiendo positivamente en los parámetros de producción y por ende en el bienestar animal.

Con los antecedentes mencionados de la importancia que conlleva el uso de tener fuentes alternativas y dietas experimentales que posean los dos tipos de fibra: soluble e insoluble y la combinación entre ellas. Es por ello que, en el presente trabajo de investigación científica, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar el efecto de la fibra soluble e insoluble sobre los pesos y longitudes del tracto digestivo de cobayos en etapa de post – destete.

- Evaluar los cambios de pH del contenido de estómago y ciego en los cobayos alimentados con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Fisiología Digestiva del Cobayo (*Cavia porcellus*)

La fisiología digestiva referencia los mecanismos responsables de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del entorno al medio interno del organismo, para los procesos metabólicos intra y extra celulares. Este proceso es bastante complejo que incluye la ingestión, la digestión y absorción de nutrientes, así como su desplazamiento a lo largo del tracto digestivo (Murillo & Quilambaqui, 2023). El cobayo de acuerdo a lo que señala Chauca de Zaldívar (1997) es un roedor herbívoro monogástrico que tiene dos tipos de digestión, la primera es la enzimática a nivel del estómago y la segunda es la microbial, la misma que se genera a nivel del ciego, esta especie por su morfo-fisiología gastrointestinal está clasificado como un animal de fermentación post-gástrica.

El proceso digestivo de acuerdo con Jara et al. (2018), comienza en la cavidad bucal, donde el alimento es capturado por sus incisivos, los cuales crecen continuamente, por eso la necesidad de roer para desgastarlos. Los dientes junto con la lengua actúan como órganos auxiliares que ayudan en la trituración del alimento y la formación del bolo alimenticio. Jaramillo (2017), menciona que posteriormente, el bolo alimenticio es transportado a través de la orofaringe hacia el esófago mediante movimientos peristálticos, llegando al estómago, donde se inicia un proceso digestivo químico, ya que el epitelio estomacal contiene células parenterales que segregan jugos gástricos y ácido clorhídrico (HCL). Mientras que las células principales secretan pepsinógeno, el cual es activado por el HCL, convirtiéndose en pepsina que es la principal enzima gástrica responsable de la digestión de proteínas, generando pequeños fragmentos a través de la digestión enzimática, el resultado de este proceso es la formación del quimo que pasa al intestino delgado (Macancela et al., 2019).

Es importante destacar que en el intestino delgado según Salgado et al. (2021), es donde se da la mayor parte de la digestión y absorción (agua, vitaminas y otros microelementos), especialmente en la primera porción que es el duodeno, el quimo se convierte en quilo gracias a la acción de enzimas del páncreas y sales biliares del hígado que llegan con la bilis.

En este proceso de digestión, el hígado cumple una función crucial como es la producción de bilis, la cual se almacena en la vesícula biliar y actúa como un detergente para emulsificar los lípidos, hidrolizadas las grasas son atacadas por las lipasas pancreáticas para degrada a ácidos grasos y glicerina para su absorción. Además, la bilis contiene un alto nivel de bicarbonato, que neutraliza los ácidos provenientes del estómago y ayuda a eliminar el

exceso de bilirrubina y colesterol (Gutiérrez et al., 2020). Otro órgano accesorio es el páncreas, esta glándula consta de tejido exocrino y endocrino, en donde el tejido exocrino está compuesto por células acinares quienes producen un líquido que contiene electrolitos con enzimas como lipasas, amilasas y proenzimas, las cuales participan en la digestión intestinal de nutrientes (jugo pancreático), por otra parte los tejidos endocrinos están formados por grupos de células llamadas islotes de Langerhans, que secretan hormonas como la insulina, somatostatina, polipéptidos pancreáticos y glucagón (Cardona et al., 2020). Como señala Imam et al. (2021), los carbohidratos, proteínas y grasas se convierten en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos de cadena corta (AGCC) respectivamente, los cuales pueden atravesar las células epiteliales del intestino y ser introducidos al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos.

En el intestino delgado se encuentran las glándulas de Bruner, las cuales producen una secreción alcalina que actúa como lubricante y protege la pared del duodeno del ácido clorhídrico proveniente del estómago. Después del intestino delgado, el contenido pasa al intestino grueso, es decir todo material no digerido, agua no absorbida y secreciones del tramo final del intestino delgado pasan al intestino grueso, donde no ocurre digestión enzimática; sin embargo, en esta especie al tener un ciego sumamente desarrollado se lleva a cabo la digestión microbiana (Ushakumary et al., 2022). Según Witkowska et al. (2017), el movimiento de los alimentos a través del estómago e intestino delgado es rápido, tardando menos de dos horas en que la mayor parte de la ingesta llegue al ciego. Sin embargo, el paso por el ciego es más lento, pudiendo permanecer parcialmente allí hasta por 48 horas, pero puede ser variable dependiendo principalmente del tipo de dieta que consuma el animal, es decir en dietas más fibrosas mayor tiempo de permanencia.

Raja et al. (2020), señala que el Intestino grueso, este compuesto por ciego, colón, recto y ano. El ciego, ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal ventral, contiene aproximadamente el 65% del volumen del contenido gastrointestinal y hasta el 15% del peso corporal, además los microorganismos presentes en el ciego son los responsables de que se sintetizen grandes cantidades de vitaminas. Macancela et al. (2019) menciona que, en los cuyes el ciego se encuentra al comienzo del intestino grueso, junto a la válvula ileocecal, la digestión en el ciego se produce gracias a su microbiota (bacterias, levaduras y protozoarios), que procesa AGCC, proteínas microbianas y vitaminas del complejo B, en esta área se absorben pequeñas cantidades de agua, vitaminas y ácidos grasos volátiles.

A diferencia de los conejos, Wen-Shyg (2019) señala que el ciego de los cobayos permite el paso de partículas grandes para la fermentación, es decir aquí ingresan partículas hasta 0.5 cm de grosor que contienen carbohidratos digeribles, indicando que no es selectivo y que van a ser digeridos por fermentación bacteriana. La motricidad del ciego se caracteriza por movimientos conocidos como peristaltismo, se contrae regularmente de 10 a 15 veces cada 10 minutos, con una posible duplicación de esta frecuencia durante las comidas, inhibiéndose luego. Estos movimientos contribuyen a la homogeneización del contenido del ciego, sometiéndolo a diversos procesos bioquímicos y biológicos (Carhuallanqui, 2021).

El contenido del ciego puede ser dividido en tres elementos; el alimento, las secreciones digestivas y la microflora. El alimento que llega al ciego desde el intestino delgado constituye una fuente nutritiva rica en celulosa, proteínas y otros nutrientes. La celulosa no es digerida en el intestino delgado debido a la falta de enzimas celulolíticas, por lo que constituye la fracción predominante en el ciego. Sin embargo, los microorganismos presentes en el ciego poseen estas enzimas, lo que les permite degradar la celulosa y liberar nutrientes que luego son aprovechados por el animal en una segunda etapa de digestión (García et al., 2019).

En cuanto a las secreciones digestivas, Arce (2016), indica que tienen una importancia limitada, ya que la actividad de algunas enzimas intestinales continúa parcialmente en el ciego. En relación a la microflora, las variaciones observadas pueden estar influenciadas, en parte, por la edad. Durante las tres primeras semanas de vida, la microflora bacteriana es irregular, la presencia de ácidos grasos octanoico y decanoico en la leche podría tener algún efecto su composición.

La microflora anaerobia facultativa está compuesta mayoritariamente por estreptococcus hasta la segunda semana de vida del animal, luego hay un cambio progresivo con predominio de las enterobacterias que alcanza su punto máximo entre los 21 y 25 días de vida y disminuye a partir de las cuatro semanas de edad. Las especies más comunes son los anaerobios estrictos no esporulados, como; *Endoporus* antes del destete y *Acuformis* después, los *Bacteroides* son predominantes tanto en ciego como en colón (Chende, 2022). Según Al-Saffar & Hameed Nasif (2020), los lactobacilos y estafilococos no son parte de la microflora normal del ciego. Además, se estima que la población de protozoos alcanza aproximadamente un millón por mililitro de contenido cecal. Los cambios en la dieta también pueden provocar modificaciones en la microflora cecal, así como alteraciones patológicas como frecuencia.

Los cobayos al poseer un ciego funcional, son capaces de utilizar la fibra y reutilizar el nitrógeno (heces), especialmente cuando se les proporciona dietas con bajo contenido de proteína. El pH del ciego oscila entre 6,0 y 6,4, la ubicación del ciego, caudal al íleon, favorece la recepción de nutrientes del duodeno, optimizando la fermentación cecal (Valverde et al., 2021). De acuerdo con Raja et al. (2020), se conoce que la presencia de la celulosa en la dieta ralentiza los movimientos del contenido intestinal, lo que favorece una mayor absorción de nutrientes, especialmente en el ciego y el intestino grueso donde se produce la absorción de ácidos grasos de cadenas cortas (AGCC). Además, la celulosa almacenada en el ciego fermenta debido a la acción microbiana que existe en este órgano, la mayoría de las bacterias son de tipo gran negativas, sintetizan ácidos grasos volátiles (principales productos de la fermentación microbiana de los carbohidratos), vitamina B y proteína microbiana, las cuales pueden ser aprovechadas por el roedor a través del proceso de cecotrofia para un buen rendimiento productivo (García et al., 2019).

Gutiérrez et al. (2020), indica que se produce hasta el 65% de la digestión gastrointestinal, en el proceso de la cecotrofia que consiste en el consumo de cecotrofos o heces blandas producidas en el ciego y son ricas en carbohidratos, proteínas y vitaminas, esto ayuda a reciclar el nitrógeno no proteico que no fue digerido en el intestino delgado. Luego de la cecotrofia, la región fúndica del estómago del animal actúa como una cavidad de almacenamiento para los cecotrofos. Así, el estómago está secretando continuamente y el pH estomacal es ácido, varía entre 1 y 5, dependiendo de la edad del animal, el tiempo transcurrido desde la ingesta, presencia o ausencia de heces blandas y la región del estómago (región fúndica a región cardio-pilórica) (Valverde et al., 2021).

El colon es la porción más larga del intestino grueso, en el colon proximal junto con el ciego actúa como el principal lugar para la retención de residuos alimentarios y materiales endógenos para la fermentación microbiana. El ciego es un órgano de gran tamaño que mide aproximadamente 6.5 pulgadas de longitud, y se conecta con el íleon a través del orificio ileal y con el colon mediante el orificio cecocólico. Además, en el colon es donde se absorbe el agua, nutrientes y electrolitos de los alimentos parcialmente digeridos (Imam et al., 2021).

Las sustancias no digeridas pasan a un colon espacioso, donde se produce la fermentación de la Fibra Detergente Neutra (FND) hasta en un 55%, el resto de las sustancias no absorbidas en el intestino grueso pasan al colon y se expulsan en forma de heces duras (Carhuallanqui, 2021). Según Pardo (2016) en su estudio indica que si se impide la coprofagia

tiene como resultado digestión de menos fibra, aumento de la excreción de minerales y pérdida de peso. Para finalizar el proceso digestivo, todo el material no digerido alcanza al recto y es expulsado a través del ano

#### **4.2. Requerimientos Nutricionales**

El cobayo al igual que otros animales, tiene necesidades nutricionales esenciales para su supervivencia, crecimiento, engorde y reproducción, estas varían en las diferentes etapas de su vida. Para satisfacer sus requerimientos es esencial proporcionar nutrientes como proteína, aminoácidos, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua, teniendo en cuenta el estado fisiológico, la edad y el entorno en el que se crían los animales. Los principales minerales que se deben incluir en la dieta son calcio, fósforo, magnesio, sodio y potasio, ya que su deficiencia puede provocar crecimiento lento, rigidez en las articulaciones y una alta mortalidad (Witkowska et al., 2017).

#### **4.3. Fibra Dietética**

La fibra dietética se considera una unidad biológica presente en diferentes tipos de plantas o alimentos. Esta fibra está compuesta por lignina y polisacáridos no amiláceos tales como celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas y mucilagos presentes en la pared celular de las plantas (*Fiber in animal nutrition*, 2017). Además, Cardona Iglesias et al. (2020), sostiene que la fibra es esencial en las raciones de los cobayos, ya que actúa como el principal sustrato energético para la flora microbiana presente en el ciego, también favorece la digestibilidad de otros nutrientes, es crucial tener en cuenta que es fundamental para una digestión adecuada.

#### **4.4. Clasificación de la Fibra Dietética**

Desde el punto de vista dietético la fibra desempeña varias funciones beneficiosas para la salud intestinal. La fibra dietética se puede clasificar en soluble e insoluble, basándose en su separación química bajo condiciones controladas de pH y enzimas que simulan las condiciones fisiológicas (Barbara et al., 2019). Desde el punto de vista de Watson (2007) & Ibrahim (2022), también se puede clasificar según su solubilidad en agua en dos tipos: soluble e insoluble, las características de estas dos fracciones determinan sus propiedades y efectos fisiológicos, independientemente de su origen

En el organismo la fibra actúa como una esponja reteniendo agua, nutrientes, ácidos biliares y agentes carcinogénicos, además se ha demostrado que los dos tipos de fibra tienen efectos distintos en su paso por el intestino delgado y grueso, dependiendo de sus propiedades

fisicoquímicas y funcionales, las cuales se basan principalmente en su composición en cuanto a la fibra soluble e insoluble (*International Formulae Group, 2022*).

#### **4.5. Fibra Soluble y su Influencia**

Se denomina fibra soluble porque tiene una alta capacidad de retención de agua en su matriz estructural, es decir en contacto con el agua forma un retículo que atrapa el líquido, resultando soluciones altamente viscosas y fermentable. La viscosidad de estas fibras influye sobre el metabolismo lipídicos, hidrocarbonado y contribuye parcialmente a su potencial anticarcinogénico (Escudero Álvarez & González Sánchez, 2006). Almeida-Alvarado et al. (2014), indica que la fibra soluble desempeña varios roles importantes en la salud animal, incluida la regulación del tránsito intestinal, la reducción de los niveles de colesterol LDL en sangre, la estabilización de los niveles de glucosa en sangre y el mantenimiento de salud del microbiota intestinal. Además, puede ayudar a aumentar la sensación de saciedad.

Mudgil (2017), menciona que la fermentación de la fibra soluble en el colon es crucial para mantener la flora bacteriana y la salud celular, durante esta fermentación se producen ácidos grasos de cadenas cortas, como ácido acético, propiónico y butírico, junto con gases como hidrógeno, dióxido de carbono y metano, los AGCC son esencialmente beneficiosos para las células del colon, promoviendo su crecimiento y reparación, siendo el butirato el preferido como fuente de energía. Se ha demostrado que varios microorganismos presentes en la microbiota intestinal, como *Dyctyostelium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* y levaduras, pueden fermentar casi completamente la pectina en el colon mediante procesos enzimáticos o vías oxidativas generando una variedad de ácidos grasos de cadenas cortas y gases, además de ayudar a la reducción del pH (Barbara et al., 2019).

Sin embargo, la fibra soluble se ha relacionado con una disminución del contenido digestivo en el ciego, lo que ralentiza el movimiento intestinal y retrasa el vaciado gástrico, esto puede llevar a una reducción en la cantidad de alimento consumido y a una disminución de la digestibilidad ileal aparente (IAD) de los macronutrientes, esta última se asocia con una menor absorción de glucosa, lípidos y aminoácidos debido a un aumento en el grosor de la capa de agua, lo que dificulta el transporte de solutos hacia la membrana del enterocito y de esta manera también influye en el metabolismo postprandial (Castro & Chirinos, 2021).

Fuse et al. (1989), hizo un estudio sobre el efecto de la fibra soluble, especialmente las pectinas, en el metabolismo posprandial de ratas, los resultados mostraron una disminución en la absorción de glucosa, con valores de  $0,86 \pm 0,07$ ,  $0,72 \pm 0,05$  y  $0,67 \pm 0,04$  cuando se

administraron concentraciones de pectina de 5, 10 y 15 g/litro, respectivamente. Es relevante destacar que fue estadísticamente significativa la reducción observada con una concentración de 15 g/litro de pectina. La tasa de absorción del ácido linoleico también disminuyó significativamente al ser expuesta a concentraciones de pectina de 5, 10 y 15 g/litro, con valores de  $0,88 \pm 0,05$ ,  $0,65 \pm 0,06$  ( $P < 0,05$ ) y  $0,59 \pm 0,03$  ( $P < 0,01$ ).

Según un estudio realizado por Escudero Álvarez & González Sánchez (2006), indican que la fibra soluble reduce la absorción intestinal de los ácidos biliares al dificultar su difusión hacia la superficie intestinal, lo que interrumpe su ciclo enterohepático y aumenta su excreción fecal. En la alimentación de los cobayos, la fibra soluble en niveles adecuados, puede incluirse para promover la salud digestiva y el bienestar general, además, fortalece el sistema inmunológico y aumentar su nivel de energía.

#### **4.5.1. Cambios que produce la fibra soluble en el tracto gastrointestinal**

La fibra soluble retiene gran cantidad de agua en su estructura, lo que ralentiza su evaluación, esto hace que los alimentos ingeridos permanezcan más tiempo en el estómago, se mezclan mejor con el ácido clorhídrico y lleguen más neutralizados al duodeno, además las dietas que contienen esta fibra tiene mayor capacidad de distender las paredes del estómago y esto favorece una sensación de saciedad (Vilaplana, 2001).

Silva (2017), en su estudio donde la inclusión de 0, 4, 8, 12, 16% de harina de bagazo de naranja en dietas concentradas para cuyes machos en la fase de acabado, entre 64 y 75 días de edad, no tuvo un efecto significativo en el peso relativo del estómago, intestino delgado, intestino grueso y ciego. Al igual que Ortega (2019), donde se aplicó cuatro tratamientos; dos con el 8,5% de fibra cruda (FC) y dos con el 9,1% de FC para hembras y machos, los resultados mostraron que no hay diferencias significativas con ningún tratamiento empleado, tanto en las medidas de intestino delgado ( $p=0,38$ ) como de intestino grueso ( $p=0,76$ ), e incluso en el pH no presenta ninguna diferencia significativa.

Estudios previos manifiestan que la inclusión de fibra soluble, especialmente la pectina, permite que las vellosidades intestinales mantengan su estructura y dimensiones funcionales (Pérez et al., 2007). El tránsito intestinal es más rápido en las secciones proximales del intestino delgado debido a que la fibra aumenta la viscosidad del bolo digestivo, no obstante, en la sección distal, el tránsito es más lento, dado que en esta zona ya se ha absorbido una cantidad significativa de nutrientes y líquidos (Pardo, 2016). En esta parte del intestino delgado, las fibras solubles y la lignina desempeñan un papel importante en la fijación de glucosa, aumenta

el peso y disminuye la consistencia de las heces, debido al mayor peso de las heces, el tiempo de tránsito intestinal se reduce por un mecanismo osmótico de absorción de agua (Lluay, 2021). Además, el gas generado que dilata el intestino, los ácidos grasos de cadenas cortas y los ácidos biliares que tienen un efecto irritante, también contribuyen a este proceso. La fermentación de la fibra aumenta el número de bacterias en el intestino, mejorando la ecología del colon (Vilaplana, 2001) .

En el estudio realizado por Cerquín, (2021), sobre los efectos de la treonina suplementaria en distintos niveles de inclusión con 0.55, 0.59, 0.63, 0.67 y 0.71 %, sobre los pesos de órganos digestivos en cuyes en crecimiento, donde la inclusión del 0.67% de Thr, se observó un mayor pesos del TGI, sin embargo, el menor peso del TGI está vinculado con el mayor rendimiento de la carcasa, según lo reportado en el estudio este acontecimiento podría estar relacionado a una de las funciones que cumple la Thr dietética, que en cantidades adecuadas tiene efecto sobre el desarrollo y morfología intestinal, gracias a su participación en la síntesis de mucina que recubre la capa mucosa. Jave, (2014), en su estudio de los efectos de la fibra detergente neutra (FDN) sobre los cobayos, indica que el pH del ciego esta negativamente correlacionado con las concentraciones de FDN digerible de la dieta, por lo tanto, la inclusión de ingredientes como; pulpas de remolacha o frutas, cáscaras de soja y alfalfa a la dieta de los animales, disminuye el pH del ciego, pero este aumenta con la inclusión de paja de cereales o cáscara de girasol.

#### **4.6. Fibra insoluble (FI)**

La fibra dietética se denomina insoluble, como su nombre indica se refiere a la fibra que no se disuelve en agua y que es metabólicamente inerte, esta fibra, aunque no retenga agua, aumentan el peso de las heces y promueven el movimiento intestinal al estimular mecánicamente la mucosa intestinal y aumentar el peristaltismo (Almeida et al., 2014). Calizaya et al., (2023), indica que, en animales monogástricos, la fibra insoluble es menos propensa a la descomposición debido a su mayor resistencia a la fermentación microbiana en comparación con la fibra soluble. La fibra insoluble afecta la motilidad del tracto gastrointestinal debido fundamentalmente a sus propiedades físicas ya que la producción de ácidos grasos volátiles a partir de esta fibra es prácticamente nula.

Los efectos fisiológicos de la fibra insoluble están relacionados con los cambios que experimenta a medida que atraviesa el tracto gastrointestinal (boca, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso). Si disminuye los niveles de fibra insoluble en la ración

alimenticia, los cobayos tienen un mayor riesgo a la obesidad ya que las dietas bajas en fibra contienen altos niveles de carbohidratos más digeribles (Herrera, 2013).

#### **4.6.1. Cambios que produce la fibra insoluble en el tracto gastrointestinal**

En el estudio realizado por Guamán (2023), se emplearon diferentes niveles de inclusión de Maralfalfa en cobayos machos y hembras, con un total de ocho tratamientos de los cuales los cuatro primeros fueron para machos con una inclusión de 0%, 2%, 16%, 31% respectivamente, y los tratamientos para las hembras con los mismos niveles de inclusión de maralfalfa. Los resultados mostraron que el peso absoluto del estómago tuvo una diferencia estadística ( $p \leq 0,001$ ) entre los tratamientos, a mayor nivel de inclusión de maralfalfa mayor peso, en este caso los machos tuvieron un mayor peso estomacal con relación a las hembras, el peso absoluto del ciego también presentó una diferencia estadística ( $p \leq 0,020$ ), con la inclusión del 31% de maralfalfa, pero no se encontró diferencia en el factor sexo. Además, el peso relativo del estómago presentó una diferencia estadística ( $p \leq 0,020$ ) obteniendo un mayor peso con la inclusión del 31% de maralfalfa, así mismo, se observa diferencia estadística ( $p < 0,026$ ) en el peso absoluto del tracto digestivo total entre los diferentes tratamientos, siendo el tratamiento cuatro superior al resto. No se observó diferencia estadística significativa en lo referente a pesos y medidas absolutas de intestino delgado, así como de peso relativo de tracto digestivo total, intestino delgado, y medidas de intestino delgado. En lo referente a pH, no se encontró diferencias estadísticas en contenido estomacal y cecal, lo se puede señalar que las hembras presentaron mayor longitud relativa de intestino delgado en relación con los machos.

En el estudio realizado por Calva (2021), aplicando dietas isoenergéticas e isoproteicas con alrededor de 2700 kcal/kg de energía disponible y 15% de proteína bruta, teniendo como única variable los cuatro niveles de fibra neutro detergente que corresponden a 34, 38, 42 y 46%, lo que se pudo destacar es que los niveles de inclusión de FND en las dietas afectó al peso absoluto del tracto digestivo total con el 38% de inclusión de fibra insoluble ( $p=0,034$ ), los animales que consumieron dietas con niveles de 34%, 42% y 46% de FDN mostraron pesos similares del tracto digestivo total, con un promedio de 183 g, lo cual es un 16% menor en comparación con el peso del tracto digestivo total de los animales que consumieron la dieta con un 38% de FDN. En cuanto al peso relativo del tracto digestivo total si influyó ( $P=0,001$ ), los animales que consumieron dietas con niveles de 38, 42 y 46% mostraron pesos similares, con un promedio de 21% lo cual es un 16.5% mayor que el peso registrado en los animales que consumieron una dieta con un 34% de FDN, la inclusión de FDN en las dietas de los cobayos de cebo, influyó en el peso absoluto del ciego ( $p=0,007$ ), los animales que consumieron una dieta con un 38% de

FDN alcanzaron un peso de 63.2 g, superior al de los animales que consumieron dietas con niveles de 34%, 42% y 46% de FDN, cuyo peso promedio fue de 49.6 g.

#### **4.7. Interacción entre la Fibra Soluble e Insoluble.**

Hay evidencias que indica que la combinación de fibras fermentables soluble e insoluble tiene efectos beneficiosos en los parámetros digestivos de los cuyes después del destete (Sotelo et al., 2020). Paredes & Goicochea (2021), analizaron los efectos de cinco dietas con diferentes proporciones de fibra detergente neutra y almidón en cuyes de 77 días de edad, las dietas tuvieron la siguiente inclusión; 40%FND/5%A, 35%FND/10%A, 30%FND/15%A, 25%FND/20%A y 20%FND/25%A, los resultados indican que dietas con mayor proporción de FDN (fibra insoluble) y menor almidón mejoraron el rendimiento productivo, comportamiento de ingestión alimenticia y peso de órganos digestivos de los cuyes. Además, en el estudio el peso total del tracto gastrointestinal de los cuyes varía según el tratamiento administrado, es decir, los tratamientos con la menor cantidad de FDN tuvieron como resultado el 17,2%, mientras que los tratamientos con mayor cantidad de FDN obtuvieron resultados de 26.5%, esto lleva a la conclusión que una mayor cantidad de FND en la dieta puede aumentar el peso relativo del TGI y en el peso relativo del ciego se observó que varía, siendo más bajo para los cuyes que consumen menos FND que para los animales que consumieron más FND.

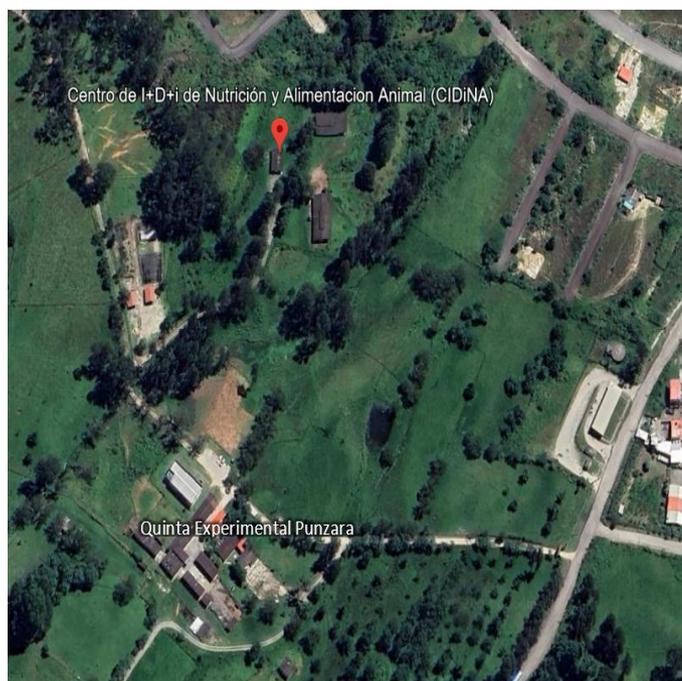
Guevara (2024) en su estudio muestra que la dieta con mayor contenido de FS (12%) y menor FI (28%) aumentó significativamente el número de células caliciformes productoras de mucinas en el intestino delgado, en comparación a dietas bajas en FS y altas en FI, las células caliciformes son cruciales para proteger el epitelio intestinal, por lo que una mayor proporción de FS con respecto a la FI parece beneficiar a la salud intestinal de los cuyes.

## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

La investigación se realizó, en la Quinta Experimental Punzará de la Universidad Nacional de Loja, en el Centro de Investigación y Desarrollo e Innovación de Nutrición Animal (CIDINA), ubicada al sur oeste de la provincia de Loja en el sector “Punzará”, cuya ubicación geográfica cuenta con las siguientes coordenadas y características meteorológicas:

- 04°02'22" de latitud sur
- 79°12'34" de longitud
- 2204 m.s.n.m de altitud
- Temperatura mínima 5,9 °C
- Temperatura máxima 26,2 °C
- 1848,1 mm de precipitación anual
- 78 % de humedad relativa media
- Topografía: Ondulada, plana y accidentada en su orden
- Ecológica: Bosque seco montañoso bajo (Instituto Nacional de Meteorología, 2017)



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Quinta Experimental Punzara y el Centro de Investigación Desarrollo Innovación de Nutrición Animal (CIDiNA)

*Nota.* Adaptado de *Centro de Investigación e Innovación de Nutrición Animal* [Fotografía], de Google Earth, 2024, Todos los derechos reservados por Google. Adaptado con permiso del autor.

## **5.2. Procedimiento**

### **5.2.1. Enfoque metodológico**

Se trata de una investigación de tipo cuantitativo, debido a su énfasis en la recopilación y el análisis de datos numéricos con el fin de examinar de manera sistemática y objetiva las relaciones entre variables.

### **5.2.2. Diseño de Investigación**

Para este ensayo se empleó un diseño de bloques aleatorizados (RBD), con arreglo factorial 2 x 2, donde cada bloque estuvo conformado por la camada de cada madre, con la aplicación de 10 repeticiones (animales) por tratamiento, los cobayos fueron alimentados *ad libitum* por un lapso de 10 días. Finalizado el tiempo de aplicación de las dietas, se procedió con el sacrificio y toma de muestras.

### **5.2.3. Unidades experimentales**

Previo al ensayo, para obtener unidades experimentales homogéneas se procedió a empadrear reproductoras mediante un proceso de monta controlada una población de 50 hebras y 10 machos, para de toda la población de gazapos nacidos, escoger en peso y edad los más uniformes.

Para llevar a cabo la investigación, se emplearon 40 cuyes de ambos sexos, destetados de 15 días de edad, pertenecientes al tipo A1. Los cobayos fueron asignados aleatoriamente en las diferentes dietas experimentales (10 cuyes/dieta), los cuales fueron alojados en jaulas individuales con las siguientes dimensiones 42 x 26 x 51 cm de largo, ancho y altura respectivamente con una superficie de 1092 centímetros cuadrados, fabricadas en material galvanizado, equipadas con comederos de tipo J y bebederos de niples.

Además, los roedores contaron con iluminación natural de 12 horas luz y 12 de oscuridad y se instaló un calefactor para mantener la temperatura del área experimental en un rango óptimo de 18 a 21 °C, con un sistema de ventilación para garantizar las condiciones adecuadas de calidad de aire.

### **5.2.4. Dietas experimentales**

Se elaboraron cuatro dietas experimentales con diferentes niveles de fibra soluble (FS) y fibra insoluble (FI). La primera dieta se compuso de niveles bajos de FS x FI en proporciones de 4,48 % BFS x 29,0% BFI; la segunda dieta se caracterizó por ser alta en FS x baja en FI con valores de 12,0% AFS x 28,0% BFI; la tercera dieta, baja en FS x alta en FI con proporciones de 6,52% BFS x 35,5% AFI; y finalmente, la cuarta dieta incluyó niveles altos de FS x FI con proporciones de 12% AFS x 35,8% AFI respectivamente.

En la elaboración de estas dietas se emplearon ingredientes como afrecho de trigo y King Grass como principal fuente de fibra insoluble, cuantificadas como FND. De igual modo, la pectina de cítricos fue seleccionada como la principal fuente de fibra soluble en la formulación de las dietas, cuantificada por la diferencia de fibra dietética total y FND. En la Tabla 1, se presentan la lista de ingredientes y la composición química porcentual considerados para la formulación y elaboración de las cuatro dietas experimentales.

**Tabla 1.** Composición de las dietas experimentales con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble y sus ingredientes.

Nivel de fibra insoluble	Dietas Experimentales			
	Baja	Baja	Alta	Alta
Nivel de fibra soluble	Baja	Alta	Baja	Alta
<i>Ingredientes, % tal como se ofrece</i>				
Afrecho de trigo	52,63	10,0	10,0	10,0
Arrocillo	16,7	25,0	20,5	13,8
King Grass	7,69	30,2	40,9	40,4
Pectina	0,00	6,48	0,00	5,85
Soya	9,53	19,5	20,0	20,3
Aceite Palma	4,00	2,71	2,75	4,00
Melaza	5,98	3,00	3,00	3,00
Sal	0,291	0,291	0,200	0,219
L-Lisina-HCl	0,251	0,173	0,187	0,196
DL-Metionina	0,387	0,402	0,411	0,418
Treonina	0,125	0,119	0,133	0,135
Premezcla vitamínico mineral <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150
Vitamina C	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300
Carbonato de calcio	1,85	1,45	1,32	1,10
Bentonita <sup>2</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400
<i>Composición Química Calculada</i>				
Proteína	15,0	15,0	15,0	15,0
Energía Digestible	2800	2874	2800	2800
Extracto Etéreo	5,42	4,00	4,00	5,33
FND	29,0	28,0	35,5	35,8
FAD	13,9	16,5	21,4	21,0
LAD	2,95	2,98	3,88	3,92
FC	11,1	13,6	16,6	17,0
Fibra soluble	4,48	12,0	6,52	12,0
Almidón	20,0	20,0	16,9	11,6
Lisina	0,840	0,840	0,840	0,840

Metionina	0,600	0,600	0,600	0,600
Treonina	0,600	0,600	0,600	0,600
Calcio	0,900	0,900	0,800	0,800
Fósforo total	0,544	0,293	0,294	0,318
Na	0,142	0,154	0,119	0,122
Cl	0,400	0,400	0,388	0,400
K	1,15	1,05	1,10	1,15

<sup>1</sup>LOFAC premezcla vitamínico mineral, 12 000 000 UI Vitamina A; 2 400 000 UI Vitamina D3; 15 000 UI Vitamina E; 2 500 mg Vitamina K3; 3 000 mg Vitamina B1; 8 000 mg Vitamina B2; 3 500 mg Vitamina B6; 15 mg Vitamina B12; 35 000 mg Niacina; 75 mg Biotina; 12 000 mg Ácido pantoténico; 1 000 mg Ácido fólico; 250 000 mg Colina; 2 000 mg Antioxidante; 75 000 mg Manganeso; 50 000 mg Zinc; 30 000 mg Hierro; 5 000 mg Cobre; 1 250 mg Yodo; 200 mg Cobalto; 250 mg Selenio; 1 500 g Excipiente c.s.p.

<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.

### 5.2.5. *Toma y registro de datos.*

Los animales fueron sacrificados a los 25 días de edad, lo que equivale al décimo día de tratamiento, en conformidad con las normas internacionales de bienestar animal establecidas en el Art 145D y Art 145E del “Código del Ambiente”, Registro Oficial Suplemento (ROS) N° 602 (Constitución de la República de Ecuador, 2023).

Inicialmente, se llevó la eutanasia mediante el método de concusión, utilizado para aturdir roedores de menos de 1 kg de peso (Close et al., 1997). Para llevar a cabo este procedimiento, se sujetó al animal por sus extremidades inferiores, posicionándolo con la cabeza hacia abajo, posteriormente mediante un golpe contundente en la región occipital utilizando un objeto macizo, seguido del desangramiento y una vez confirmada la muerte del animal, se procedió a realizar la necropsia siguiendo el protocolo sugerido por (Saldaña, et al., 2023) A continuación, se disecciono la cavidad abdominal para extraer y proceder a pesar y medir el tracto digestivo total, y los segmentos por separado (estómago, intestino delgado y ciego), además se midió el pH de contenido de estómago y ciego.

## 5.3. Variables de Estudio

### 5.3.1. *Peso absoluto y relativo de órganos digestivos.*

Para determinar el peso absoluto, se registró individualmente el peso en gramos del tracto digestivo total, estómago, intestino delgado y ciego utilizando una balanza digital comercial (SB32001), en cambio el peso relativo se calculó mediante la siguiente fórmula:

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

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

Para obtener las medidas absolutas, se empleó una cinta métrica para registrar la longitud en centímetros del intestino delgado de cada sujeto y para calcular las longitudes relativas, se utilizó la siguiente fórmula:

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

### **5.3.3. pH de estómago y ciego**

Para determinar esta variable se utilizó un PHmetro (S2 Food kid Mettler Toledo, modelo INLAB SOLIDS PRO con protección IP67), que se calibró con soluciones buffer pH7 y pH4, seguidamente se procedió a medir el pH del contenido de estómago y ciego.

## **5.4. Análisis de los resultados**

Se llevo a cabo un análisis de varianza utilizando el programa estadístico InfoStat, donde los principales factores de variación fueron las dietas experimentales con sus respectivos niveles de fibra soluble e insoluble y la interacción de fibra soluble e insoluble, y el factor aleatorio la camada. Para comparar las medias se empleó el Test LSD de Fisher, los p valores < 0.05 fueron considerados como significativos.

## 6. Resultados

El presente estudio se efectuó con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de fibra tanto soluble como insoluble, en las medidas y longitudes del tracto digestivo total y sus segmentos, así como evaluar los cambios de pH del contenido de estómago y ciego. Esta investigación es tipo cuantitativo, debido a su énfasis en la recopilación y el análisis de datos numéricos con el fin de examinar de manera sistemática y objetiva las relaciones entre las variables.

En la tabla 1 se muestran las medidas absolutas del tracto digestivo total y sus segmentos en cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de fibra, la fibra insoluble utilizando como fuente King Grass con niveles de inclusión del 28 y 40% FND y fibra soluble con niveles de inclusión del 6% y 12%, utilizando como fuente las pectinas.

**Tabla 2. Medidas absolutas de segmentos del tracto digestivo en cuyes.**

Niveles de inclusión de fibra	Peso, g					Longitud, cm
	Peso vivo del Animal	Tracto digestivo total	Estómago	Intestino Delgado	Ciego	Longitud de Intestino Delgado
<b><i>Niveles fibra Insoluble</i></b>						
Baja	355	78,1	11,2	20,2	29,9	212
Alta	349	79,5	13,7	19,5	27,7	202
<b><i>Nivel fibra soluble</i></b>						
Baja	362	78,3	12,2	20,2	28,0	210
Alta	343	79,3	12,6	19,5	29,6	205
<b><i>Fibra Insoluble *Soluble</i></b>						
Baja I * Baja S	364	77,4	10,5	20,9	28,0	218
Baja I * Alta S	346	81,6	11,9	19,5	31,8	206
Alta I * Baja S	359	79,4	14,1	19,4	28,0	200
Alta I *Alta S	340	76,9	13,3	19,6	27,5	204
<b><i>EEM</i></b>						
Insoluble	13,0	2,95	0,89	0,85	1,73	4,66
Soluble	13,0	2,95	0,89	0,85	1,73	4,66
Insoluble * soluble	18,5	4,18	0,30	1,21	2,45	6,62
<b><i>P valor</i></b>						
Insoluble	0,969	0,882	0,086	0,824	0,418	0,205
Soluble	0,132	0,869	0,851	0,238	0,686	0,284
Insoluble * soluble	0,606	0,842	0,551	0,231	0,510	0,144

*P valores* ≤ 0.05 son significativos.

No se determinó diferencia significativa en el peso con los niveles de inclusión de fibra insoluble, soluble y la interacción entre ellas, en los pesos del tracto digestivo total y sus

segmentos, sin embargo se puede identificar una tendencia en el peso absoluto del estómago con un  $p = 0,086$  con la inclusión de un nivel de fibra insoluble, no evidenciando diferencias significativas para el resto de variables de pesos, así mismo, no se pudo evidenciar diferencia significativa en la longitud absoluto del intestino delgado.

**Tabla 3. Medidas relativas de segmentos del tracto digestivo en cuyes.**

Niveles de inclusión de fibras	Peso, %				Longitud, %
	Tracto digestivo total	Estomago	Intestino Delgado	Ciego	Intestino delgado
<b><i>Nivel fibra Insoluble</i></b>					
Baja	22,7	3,23	5,72	8,61	60,9
Alta	22,6	2,86	5,68	8,02	60,4
<b><i>Nivel fibra soluble</i></b>					
Baja	21,9	3,36	5,62	7,85	59,9
Alta	23,3	3,70	5,78	8,78	61,4
<b><i>Fibra Insoluble *Soluble</i></b>					
Baja I * Baja S	21,57	2,95	5,84	7,82	61,6
Baja I * Alta S	23,84	3,51	5,61	9,40	60,2
Alta I * Baja S	22,28	3,83	5,84	7,87	58,0
Alta I *Alta S	22,88	3,88	5,96	9,40	62,5
<b><i>EEM</i></b>					
Insoluble	0,57	0,21	0,21	0,44	2,27
Soluble	0,57	0,21	0,21	0,44	2,27
Insoluble * soluble	0,81	0,30	0,30	0,62	3,23
<b><i>P valor</i></b>					
Insoluble	0,765	0,085	0,892	0,291	0,743
Soluble	0,057	0,328	0,810	0,124	0,354
Insoluble * soluble	0,385	0,439	0,159	0,262	0,563

*P valores  $\leq 0.05$  serán considerados como significativos.*

En medidas relativas, la inclusión de fibra soluble en la dieta en lo referente a la variable de tracto digestivo total se observa una diferencia significativa en peso relativo  $p = 0,057$ , mientras que el estómago muestra una tendencia un  $p = 0,085$  con la inclusión de fibra insoluble. No se observa diferencia estadística en el resto de variables de peso relativo y longitud relativa de intestino delgado.

**Tabla 4. pH de contenido estomacal y cecal en cuyes.**

Niveles de inclusión de fibras	pH	
	Estomago	Ciego
<i>Nivel fibra Insoluble</i>		
Baja	1,50	6,32
Alta	2,13	6,52
<i>Nivel fibra soluble</i>		
Baja	1,84	6,38
Alta	1,77	6,46
<i>Fibra Insoluble *Soluble</i>		
Baja I * Baja S	1,36	6,26
Baja I * Alta S	1,65	6,38
Alta I * Baja S	2,38	6,51
Alta I *Alta S	1,90	6,53
<i>EEM</i>		
Insoluble	0,18	0,03
Soluble	0,18	0,03
Insoluble * soluble	0,26	0,05
<i>P valor</i>		
Insoluble	0,028	0,001
Soluble	0,861	0,008
Insoluble * soluble	0,195	0,108

*P valores  $\leq 0.05$  serán considerados como significativos.*

En lo referente a pH, la inclusión de fibra insoluble presento significancia para estomago  $p = 0,028$  y para ciego  $p = 0,001$ , así mismo con la inclusión de fibra soluble con un  $p = 0,008$ . Mientras que no se evidencio diferencia significativa con la inclusión de fibra soluble en pH de estómago con  $p = 0,861$ , al igual que para la interacción de fibra soluble e insoluble con  $p = 0,195$  en estómago y  $p = 0,108$  en ciego.

## 7. Discusión

Los resultados de este estudio, en fibra insoluble mostró una tendencia en el peso absoluto del estómago ( $p=0,086$ ), el resto de variables no presentaron diferencias significativas, comparable con lo reportado por Calva (2021) en cuyes de cebo, con inclusión de 38% fibra insoluble donde mostró diferencia significativa en el peso absoluto del tracto digestivo total ( $p=0,034$ ) y del ciego ( $p=0,007$ ). En el análisis de los pesos relativos, ambos estudios coinciden en que no se observaron diferencias significativas en peso de estómago, mostrando solo una tendencia. Sin embargo, se diferencian en que con la inclusión de fibra insoluble en los cuyes de cebo, Calva (2021) presentó diferencias estadísticas en el tracto digestivo total ( $p<0,001$ ), intestino delgado ( $p=0,036$ ) y ciego ( $p=< 0,001$ ), en cambio en este estudio, la inclusión de fibra soluble mostró un cambio significativo en el peso relativo de tracto digestivo total ( $p=0,0057$ ). En cuanto a la longitud absoluta y relativa, este ensayo no evidenció significancia, mientras que en cuyes de cebo se observó una significancia en longitud relativa ( $p=0,003$ ). Adicionalmente, referente al pH, los cuyes de cebo no mostraron diferencias significativas, a diferencia de esta investigación fue ejecutada con animales en etapa de post destete, donde se observó que hay diferencia estadística tanto con la inclusión de fibra insoluble en el pH del estómago ( $p=0,028$ ) y del ciego ( $p=0,001$ ), así como la fibra soluble en el pH de ciego ( $0,008$ ), mostrando que la inclusión de fibra soluble en la dieta de cobayos en etapa de post-destete disminuye significativamente el pH del contenido cecal, la disminución del pH cecal indica una mayor producción de AGCC, que son beneficiosos para la salud intestinal al promover el crecimiento y la reparación de células del colón.

Por otro lado en un estudio realizado por Paredes & Goicochea (2021), en cuyes de 77 días de edad, utilizando cinco dietas con diferentes proporciones de fibra detergente neutro (FDN) y almidón, reportó que los pesos de los segmentos del tracto gastro intestinal están influenciados por las dietas con diferentes niveles de almidón. El peso absoluto del estómago varió entre 11.2 g y 19.3 g, siendo más alto en dietas con mayor FDN, mientras que en el peso relativo osciló entre 1.3% y 2.3% del peso vivo. En cuanto al intestino delgado, se observó un mayor peso absoluto con dietas altos en FDN, al igual el ciego presentó pesos absolutos entre 65.4 g y 96.0 g, siendo mayores en dietas con mayor contenido de FDN (40%FND/5%A, 35%FND/10%A, 30%FND/15%A). Comparando estos resultados con el presente estudio, la inclusión de fibra insoluble no mostró significancia en los pesos de los diferentes segmentos del tracto digestivo en cuyes de 25 días de edad. A diferencia del estudio de Paredes y

Goicochea, quienes encontraron significancia en el peso relativo del tracto digestivo total con la inclusión de fibra soluble ( $p=0,057$ ).

Diversos trabajos han evaluado el efecto del contenido de fibra cruda (FC) en la dieta sobre los parámetros digestivos de los cuyes. Ortega (2019) y Angamarca (2019) investigan este efecto en cuyes de 64 días de edad, utilizando alfalfa como fuente de fibra en dietas bajas en FC (8.5% y 9.1%), y paja en dietas altas en FC (11%FC y 13%FC), respectivamente. Ambos estudios coinciden en que no se observa diferencia estadística significativa en el pH del estómago y ciego, ni en las longitudes de intestino delgado y grueso. De igual manera, no se encontró diferencia en los pesos absolutos del tracto digestivo total, el intestino delgado, el intestino grueso, el estómago y el ciego, ni en los pesos relativos del tracto digestivo total, el intestino grueso, estómago y el ciego. La única excepción fue el peso relativo del intestino delgado, donde el estudio de Angamarca reportó una diferencia significativa ( $P=0,04$ ), la misma que podría deberse a la diferencia en el nivel de FC en las dietas, ya que la paja contiene una mayor cantidad de fibra insoluble que la alfalfa, donde la fibra insoluble puede estimular el crecimiento del intestino delgado.

Los resultados de este ensayo coinciden con Ortega y Angamarca en cuanto a la longitud de intestino delgado y pesos absolutos de los diferentes segmentos del tracto digestivo. Sin embargo, a diferencia de estos estudios, se observó una significancia en el peso relativo del tracto digestivo total ( $p=0,057$ ) con la inclusión de fibra soluble. Además, se encontraron diferencias significativas en el pH del estómago ( $p=0,28$ ) y ciego ( $p=0,001$ ) con la inclusión de fibra insoluble y en el pH del ciego ( $p=0,008$ ) con inclusión de soluble pero no presentan diferencia estadística en la interacción. Estos resultados sugieren que el contenido de FC, el tipo de fibra (soluble e insoluble) y la edad de los animales pueden influir de manera diferente en los parámetros digestivos de los cuyes, es decir la fibra soluble mejora la fermentación y la absorción, mientras que la fibra insoluble promueve un tránsito más rápido y cambios en el pH, ambos factores varían dependiendo de la madurez del animal. Asimismo, las diferencias en el pH del estómago y ciego podrían estar relacionadas con la capacidad de buffer de la fibra y sus efectos sobre la producción de ácidos grasos volátiles por parte de la microbiota intestinal.

Guamán (2023) evaluó el efecto de distintos niveles de inclusión de maralfalfa en los parámetros digestivos de los cuyes de 15 días de edad y con inclusión de 0%,2%,16%,31%. Encontró diferencias significativas en el peso absoluto del tracto digestivo total ( $p=0,026$ ), el estómago ( $p=0,001$ ) y el ciego ( $p=0,020$ ) con inclusión del 31% de maralfalfa. En cuanto al

peso relativo, solo se observó significancia en el estómago ( $p=0,020$ ), no en los demás segmentos del tracto digestivo, además no se encontró diferencias significativas en la longitud absoluta o relativa, ni en el pH del contenido del estómago y del ciego. En comparando con este estudio, no se observaron diferencias significativas en el peso absoluto de ningún segmento del tracto digestivo. Sin embargo, a diferencia de Guamán, se encontró una diferencia significativa en el peso relativo del tracto digestivo total ( $p=0,057$ ) con la inclusión de fibra soluble. En cuanto a longitud absoluta y relativa, este estudio coincide con el de Guamán al no mostrar significancia, pero en el pH se presentan diferencias, ya que este estudio reporta significancia en el pH del estómago y ciego con inclusión de fibra soluble y también se observó significancia en el pH del ciego con inclusión de fibra insoluble.

Los pesos absolutos de esta investigación no presentaron cambios significativos, pero comparando con el estudio de Jaramillo (2017) en su trabajo sobre características morfológicas del tracto digestivo del cuy, determinó un peso absoluto del tracto digestivo total de 167 g, mismo que es mayor al resultado de este estudio, donde el mayor peso es de 81,6 con inclusión de BFI y AFS. En cuanto a los pesos relativos en el estudio de Jaramillo con 16 cuyes machos de 2,5 meses de edad, hubo cambios significativos en tracto digestivo total ( $p=0,005$ ) y estómago ( $p=0,042$ ), en cambio en este estudio, solo hubo significancia en el tracto digestivo total con inclusión de fibra soluble ( $p=0,057$ ). En este estudio al igual que el de Jaramillo (2017), no se evidencian cambios significativos en las longitudes absolutas y relativas del intestino delgado. En lo referente al pH en el estudio de Jaramillo solamente hubo cambios significativos en ciego ( $p=0,002$ ) y en estómago no, por lo contrario, en este estudio hubo cambios significativos para el pH estomacal y cecal con inclusión de fibra insoluble, así mismo hubo una influencia significativa en el pH del ciego con inclusión de fibra soluble.

Diversos estudios han evaluado el efecto de la pulpa de remolacha en los parámetros digestivos de conejos. Arce et al. (2022) investigó el efecto de la pulpa de remolacha con y sin melaza en conejos de 28 días de edad, encontraron que el peso del tracto digestivo total aumentó con la inclusión de pulpa de remolacha, en cuanto al pH del ciego, este disminuyó linealmente con la inclusión de pulpa de remolacha, al igual que la materia seca del ciego. La producción de ácidos grasos volátiles (VFA) aumentó con la inclusión de pulpa de remolacha, especialmente el ácido acético. Otros estudios han analizado el efecto de la pulpa de remolacha como fuente de fibra insoluble en dietas de conejos. El-Abed et al., (2012), en su estudio reportaron un peso relativo del estómago de 6,74% en conejos de 25 días de edad, que consumieron una dieta con pulpa de remolacha. Por otra parte, Farías (2021) encontró un peso

relativo del estómago de 6,08% en conejos de 39 días de edad, alimentados con dietas que contenían alfalfa deshidratada, cebada y trigo en la evaluación de niveles de fibra soluble e insoluble en conejos.

Fisiológicamente los cambios que ocurren en el tracto gastrointestinal en cobayos en etapas de posdestete, ceba y adultos, durante el crecimiento de estos roedores el TGI experimenta modificaciones significativas que afectan su capacidad digestiva y la eficiencia en la absorción de nutrientes, estos cambios están relacionados con las diferentes necesidades nutricionales (León, 2019). En la etapa de posdestete su sistema digestivo se adapta al consumo exclusivo de alimentos sólidos, lo que implica una mayor actividad en el intestino grueso, donde se lleva a cabo la fermentación de la fibra, en esta fase el crecimiento del intestino es rápido y la flora intestinal comienza a establecerse, siendo crucial el aporte de fibra para la formación de la microbiota, la misma que facilita la digestión de carbohidratos complejos, por lo que la capacidad de fermentación y absorción de nutrientes aún no está completamente desarrollada, lo que lo hace más vulnerable a problemas digestivos (Vivas & Carballo, 2013).

Méndez Usca et al. (2022) indica que, la etapa de cebo, crecimiento acelerado o engorde, se caracteriza por un aumento en la capacidad del TGI para procesar grandes cantidades de fibra. El intestino grueso, especialmente el ciego se vuelve más eficiente en la fermentación de la fibra insoluble produciendo ácidos grasos de cadenas cortas que sirve como fuente de energía, en esta fase se da un aumento en la longitud y peso del intestino delgado, lo que optimiza la absorción de nutrientes esenciales como aminoácidos y vitaminas. Nuñez, (2017), señala que gracias al establecimiento de la microbiota en función del sustrato administrado en las primeras etapas de vida, esta microbiota continúa desarrollándose.

En la etapa de adulto, el TGI alcanza su plena madurez, la longitud y el peso de los diferentes segmentos del tracto digestivo se estabilizan, y la eficiencia digestiva mejora (Romero & Ruiz, 2014). El ciego desempeña un papel fundamental en la fermentación de la fibra, permitiendo una absorción óptima de los productos fermentados, como los AGV, en esta etapa el sistema digestivo está mejor adaptado para procesar grandes cantidades de fibra, lo que favorece el mantenimiento de una microbiota equilibrada (Vivas & Carballo, 2013). Además, Gutierrez et al., (2020), indica que la capacidad para regular el pH en el estómago y el ciego es más estable, lo que constituye a una mayor eficiencia en la digestión y absorción de nutrientes.

Murillo & Quilambaqui, (2023), recalca que el crecimiento del TGI esta influenciado por el tipo de fibra en su dieta, tanto soluble como insoluble, y este efecto ocurre debido a las diferentes propiedades fisiológicas de cada tipo de fibra. La fibra soluble, al mezclarse con el agua en el tracto digestivo, forma una sustancia gelatinosa que ralentiza el tránsito intestinal, en cuyes esto mejora la absorción de nutrientes en las porciones proximales del ID, ya que aumenta el tiempo de contacto entre los nutrientes la mucosa intestinal (Jara et al., 2018). Esto puede contribuir al crecimiento del tracto digestivo, principalmente del ID y ciego, por que promueve la fermentación en el intestino grueso, donde bacterias fermentan los carbohidratos no digeridos y producen AGCC, los cuales son una fuente importante de energía para los cobayos, promoviendo un mayor desarrollo de los tejidos intestinales (Macancela et al., 2019).

La fibra insoluble, por otro lado, no se disuelve en agua y se asocia con un tránsito más rápido del bolo alimenticio a través del tracto digestivo, en los roedores esta fibra aumenta el volumen de las heces y estimula el peristaltismo, lo que lleva a un mayor desarrollo de la musculatura intestinal, especialmente en el intestino grueso y ciego. Además, la fibra insoluble es fundamental para prevenir problemas digestivos y mantener una adecuada motilidad intestinal, lo que a largo plazo promueve la salud del TGI (Calizaya et al., 2023).

El efecto combinado de ambos tipos de fibras permite que el TGI se adapte para manejar eficientemente diferentes tipos de alimentación, en los cuyes, esto se traduce en un aumento en la longitud y el peso del intestino, lo que se ha observado en estudios donde se a empleado dietas ricas en fibra. La fibra insoluble favorece el crecimiento de los segmentos responsables de la motilidad y eliminación de desechos, mientras que la soluble promueve un ambiente adecuado para la fermentación y absorción de nutrientes (Herrera, 2013). Este efecto ocurre por que los diferentes tipos de fibra impacta la fisiología digestiva en distintos puntos del TGI. En conjunto, ambos tipos de fibra no solo mejoran la digestión y la absorción de nutrientes, sino que también fomentan el crecimiento adaptativo del TGI en respuesta a una dieta rica en fibra (Almeida et al., 2014).

Los cambios de pH en estómago y ciego de cuyes en la etapa de posdestete al emplear dietas con fibra soluble e insoluble se deben a las diferencias en la fermentación y digestión de estos tipos de fibra. La fibra soluble, como la pectina y los beta-glucanos, es fermentada por las bacterias en el ciego, durante la fermentación se generan AGCC como el acetato, propionato y butirato, lo que provoca una disminución de pH en el ciego debido al aumento de la acidez. En el posdestete, los cuyes están en proceso de desarrollar su microbiota intestinal, y la

fermentación de la fibra soluble acelera este proceso, produciendo más AGCC que acidifican el ciego, resultando en un pH más bajo (Raja et al., 2020). En el estómago, la fibra soluble puede aumentar la viscosidad del contenido gástrico, ralentizando el vaciado gástrico, esto puede influir en el pH estomacal al mantener una mayor presencia de ácidos grasos, disminuyendo ligeramente el pH. Sin embargo, la fibra soluble no es directamente fermentada en el estómago, por lo que el cambio de pH aquí es menos pronunciado que en el ciego (Cardona et al., 2020). Altas cantidades de fibra soluble, disminuye el pH del ciego en los cuyes, debido a la fermentación de bacterias que ocurre en esta parte del intestino grueso, un pH bajo crea un ambiente favorable para el crecimiento de bacterias beneficiosas que ayudan en la digestión, pero si el pH se reduce en exceso, podría alterar el equilibrio microbiano en el ciego, afectando negativamente la salud intestinal del animal (Silva, 2017).

La fibra insoluble, como la celulosa, según Sotelo et al., (2020), no se fermenta en el intestino delgado y tiene efecto diferente en el sistema digestivo, al no ser fermentada, no genera ácidos grasos en cantidades significativas, por lo que su impacto en el pH del ciego es menor en comparación con la fibra soluble. Sin embargo, al aumentar el volumen y acelerar el tránsito intestinal, la fibra insoluble puede modificar el entorno digestivo, afectando indirectamente el pH al aumentar el paso rápido de nutrientes y reducir el tiempo de fermentación. En el estómago, Valverde et al., (2021), muestra en su estudio que la fibra insoluble también contribuye al aumento de la motilidad intestinal y al estímulo de secreciones gástricas, lo que puede mantener un pH estomacal más ácido debido al aumento en la producción de ácido clorhídrico.

En la etapa posdestete, los cobayos están experimentando una adaptación significativa a la ingesta de fibra, durante este periodo, la microbiota intestinal no está completamente desarrollada, lo que puede hacer que las fluctuaciones en el pH sean más notables a medida que el sistema digestivo se adapta a los diferentes tipos de fibra (Witkowska et al., 2017). A medida que la dieta cambia de leche materna a alimentos sólidos, el ciego se vuelve más activo, y la fermentación de la fibra soluble influye fuertemente en el ambiente ácido del intestino grueso (Vivas & Carballo, 2013).

## **8. Conclusiones**

- No se encontraron diferencias en los pesos absolutos del tracto digestivo total y sus segmentos con los diferentes niveles de inclusión de fibra soluble e insoluble, sin embargo, se observó una tendencia en el peso absoluto del estómago con la inclusión de fibra insoluble mientras que en la longitud relativa del intestino delgado no hubo diferencia estadística
- En peso relativo del tracto digestivo total se encontró diferencia estadística con la inclusión de fibra soluble, además, se encontró una tendencia en el peso relativo del estómago con la inclusión de fibra insoluble y no se encontró diferencia estadística en el resto de variables de peso relativo y longitud de intestino delgado.
- La inclusión de fibra insoluble presentó un efecto significativo en el pH del estómago y el ciego, así mismo la inclusión de fibra soluble tuvo un efecto significativo en el pH del ciego, pero no se encontró diferencia significativa en la interacción entre fibra soluble e insoluble.

## 9. Recomendaciones

- Se sugiere un equilibrio entre ambos tipos de fibras, ya que cada una tiene efectos beneficiosos específicos en la salud digestiva de los cobayos. La fibra insoluble es importante para la motilidad intestinal y la prevención de la obesidad, mientras que la fibra soluble ayuda a regular el pH y promueve la salud de la microbiota intestinal.
- Los factores dietéticos directa e indirectamente afectan a los parámetros digestivos de los cobayos en etapa de postdestete. Por lo cual, se recomienda la utilización de dietas con alto contenido de fibra insoluble y alto en soluble, ya que aumenta los pesos de los diferentes segmentos del tracto digestivo como; el estómago, intestino delgado y ciego e incluso hablando de longitud de intestino delgado con esta dieta se observó un mayor incremento.
- Además, se sugiere, prestar atención al pH del estómago y ciego de los cobayos, ya que la inclusión de fibra insoluble y soluble tiene efectos significativos en estos parámetros. Un pH adecuado es esencial para una buena digestión y salud intestinal.

## 10. Bibliografía

- Abed, N., Delgado, R., Abad, R., Menoyo, D., García, J., & Carabaño, R. (2012). *Efectos de la fibra soluble e insoluble de la pulpa de remolacha sobre la fisiología digestiva de gazapos destetados a 25 d. Vol. 6, Issue 1. Rev.Complut. Cienc. Vet, 6, 19 -24*
- Alcívar, D., & Pinos, E. (2022). Proyecto de inversión para procesamiento de cobayos (*Cavia porcellus* L.), Napo, Ecuador. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 7(1), 867*. <https://doi.org/10.35381/r.k.v7i1.1891>
- Almeida, S., Aguilar, T., & Hervert, D. (2014). La fibra y sus beneficios a la salud. *Anales Venezolanos de Nutrición, 27(1), 73-76*.
- Al-Saffar, F. J., & Hameed, R. (2020). Histoarchitecture and histochemical study of the exocrine pancreas of the adult guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Veterinary Medicine and Public Health Journal, 1(3), 85-90*. <https://doi.org/10.31559/VMPH2020.1.3.3>
- 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*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22184/1/CRISTIAN%20FERNANDO%20ANGAMARCA%20MOROCHO.pdf>
- Arce, N. (2016). *Estudio histológico de las vellosidades intestinales de cuyes (Cavia porcellus) criollos y mejorados según el sistema de alimentación*.
- Arce, O., Alagón, G., Ródenas, L., Martínez, E., Moya, V. J., Cervera, C., & Pascual, J. (2022). Effect of Dietary Level of Beet Pulp, with or without Molasses, on Health Status, Growth Performance, and Carcass and Digestive Tract Traits of Rabbits. *Animals, 12(23), 3441*. <https://doi.org/10.3390/ani12233441>
- Bach, À. (2006). *FEDNA, fibra en rumiantes: Química y física*.
- Barbara, W., Deirdre, M., Flanagan, B., & Gidley, M. (2019). "Dietary fibre": Moving beyond the "soluble/insoluble" classification for monogastric nutrition, with an emphasis on humans and pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*.  
[https://www.researchgate.net/publication/333415425\\_Dietary\\_fibre\\_moving\\_beyond\\_the\\_solubleinsoluble\\_classification\\_for\\_monogastric\\_nutrition\\_with\\_an\\_emphasis\\_on\\_humans\\_and\\_pigs](https://www.researchgate.net/publication/333415425_Dietary_fibre_moving_beyond_the_solubleinsoluble_classification_for_monogastric_nutrition_with_an_emphasis_on_humans_and_pigs)
- Calizaya, U., Sotelo, A., & Chire, G. (2023). *La fibra dietaria, importante componente fisicoquímico. 43(3), 676-701*.
- Calva, M. del R. (2021). *Evaluación del efecto de la fibra insoluble en el tracto digestivo de cuyes en cebo*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24466/1/Michelle%20del%20Roc%20C3%ADo%20Calva%20S%20C3%A1nchez.pdf>
- Cardona Iglesias, J. L., Portillo López, P. A., Carlosama Ojeda, L. D., Vargas, J. D. J., Avellaneda Avellaneda, Y., Burgos Paz, W. O., & Patiño Burbano, R. E. (2020). *Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy (Primera)*.

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).  
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403329>
- Cardona, J., Portillo, P., Carlosama, L., Vargas, J., Avellaneda, Y., Burgos, W., & Patiño, R. (2020). *Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy* [Text.Chapter]. Editorial AGROSAVIA.  
<https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/54/53/673-2>
- Carhuallanqui, E. (2021). *Determinación de digestibilidad y energía digestible de forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare) en cuyes (Cavia porcellus)*.
- Castro, J., & Chirinos, D. (2021). Nutritional value of some raw materials for guinea pigs (*Cavia porcellus*) feeding. *Translational Animal Science*, 5(2), txab019.  
<https://doi.org/10.1093/tas/txab019>
- Cerquín, M. (2021). *Efectos de la treonina suplementaria sobre rendimiento, características de la carcasa y pesos de órganos digestivos e inmunes de cuyes en crecimiento con alimentación mixta*.  
<http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4653/TESIS..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chauca de Zaldívar, L. (1997). *Producción de cuyes (cavia porcellus)* (Vol. 1).  
[https://www.google.com.ec/books/edition/Produccion\\_de\\_Cuyes\\_Cavia\\_Porcellus/VxLVzsZ5HWcC?hl=es-&gbpv=1](https://www.google.com.ec/books/edition/Produccion_de_Cuyes_Cavia_Porcellus/VxLVzsZ5HWcC?hl=es-&gbpv=1)
- Close, B., Banister, K., Vera, B., Bernoth, E., Bromage, N., Bunyan, J., Erhardt, W., Flecknell, P., Gregory, N., Hackbarth, H., Morton, D., & Warwick, C. (1997). *Recomendaciones para la Eutanasia de los Animales de Experimentación: Parte 2*.
- Constitución de la República de Ecuador. (2023). *Suplemento del Registro Oficial (ROS) N° 602. Código del Ambiente*.
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 61-72.
- Farías, C. (2021). *Effect of dietary soluble and insoluble fibre level, oligosaccharidae supplementation and feed restriction on rabbit performance*.  
[https://oa.upm.es/69362/1/CARLOS\\_FARIAS\\_KOVAC.pdf](https://oa.upm.es/69362/1/CARLOS_FARIAS_KOVAC.pdf)
- Fernandez, L., & Erickson, K. (2011). *Gender differences in response to dietary soluble fiber in guinea pigs: Effects of pectin, guar gum, and psyllium*.
- Fiber in animal nutrition: A practical guide for monogastrics* (with Bosse, A., & Pietsch, M.). (2017). Erling Verlag.
- Fuse, K., Bamba, T., & Hosoda, S. (1989). Effects of pectin on fatty acid and glucose absorption and on thickness of unstirred water layer in rat and human intestine. *Digestive Diseases and Sciences*. <https://doi.org/10.1007/BF01536383>
- García, M., Suarez, S., Carcelen, F., & Olazabal, J. (2019). Efecto de la Temperatura y pH sobre la Actividad de las Enzimas Hidrolíticas de la Región Cecal de Cuyes (*Cavia*

- porcellus). *Archivos de Zootecnia*, 68(263), 356-360.  
<https://doi.org/10.21071/az.v68i263.4193>
- Gómez-Conde, M. S., de Rozas, A. P., Badiola, I., Pérez-Alba, L., de Blas, C., Carabaño, R., & García, J. (2009). Effect of neutral detergent soluble fibre on digestion, intestinal microbiota and performance in twenty five day old weaned rabbits. *Livestock Science*, 125(2), 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.04.010>
- Guamán, D. (2023). *Efectos de diferentes niveles de inclusión de maralfalfa (pennisetum spp.) en los parámetros digestivos de cobayos (Cavia porcellus)*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26666/1/Diana%20Carolina%20Guam%C3%A1n%20Flores.pdf>
- Guevara, A. (2024). *Efectos de la fibra insoluble y soluble en las células caliciformes productoras de mucina en cuyes post destete*.  
[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29900/1/AlejandraEstefania\\_GuevaraZari.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29900/1/AlejandraEstefania_GuevaraZari.pdf)
- Gutierrez, I., Ramos, L., & Soscue, M. (2020). *FISIOPATOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO Y NECESIDADES NUTRICIONALES DEL CUY (Cavia porcellus)*.
- Herrera, A. (2013). *Importancia de la fibra en la alimentación y recomendaciones nutricionales del consumo*. 15(2).  
<https://revgastrohnutp.univalle.edu.co/a13v15n2s2/a13v15n2s2art3.pdf>
- Ibrahim, O., & Menkovsha, M. (2022). *Dietary Fibers-Classification, Properties, Analysis and Funtion: A Review*.  
[https://www.researchgate.net/publication/366532383\\_Dietary\\_Fibers-Classification\\_Properties\\_Analysis\\_and\\_Function\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/366532383_Dietary_Fibers-Classification_Properties_Analysis_and_Function_A_Review)
- Imam, J., Hambolu, J., Onyeausi, B., Ayo, J., & Sulaiman, M. (2021). Morphological and morphometric studies of the gastro—Intestinal tract of the guinea pig (cavia porcellus). *Journal of Veterinary Anatomy*, 14(1), 1-12.  
<https://doi.org/10.21608/jva.2021.163576>
- Instituto Nacional de Meteorología. (2017). *Anuario meteorológico Nro. 53-2013*.
- International Formulae Group. (2022). A review on dietary fiber: Definitions, classification, importance and advantages for human diet and guidelines to promote consumption. *All rights reserved*. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i6.36>
- Jara, M., Valencia, R., Chauca, L., & Torres, L. (2018). *Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (cavia porcellus) raza Perú*.  
<https://revistas.upch.edu.pe/index.php/STV/article/download/3464/pdf/9590>
- Jaramillo, A. (2017). *Determinación de características morfo-fisiológicas del tracto digestivo del cuy (Cavia porcellus)*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18826/1/Alex%20Mauricio%20Ram%C3%B3n%20Jaramillo.pdf>
- Jave, Z. (2014). *Efectos del contenido de fibra detergente neutro (FDN) de dos fuentes forrajeras en el comportamiento productivo de cuyes (cavia porcellus) en Cajamarca*.

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/442/T%20L02%20J11%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- León, N. (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*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23062/1/NATHALY%20DAYA%20NNA%20LE%20C3%293N%20GONZ%20C3%281LEZ.pdf>
- Lluay, E. (2021). *Efectos de dietas a base de forrajes arbustivos, sobre los parámetros productivos en cuyes (cavia porcellus)*.  
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/bitstream/123456789/32507/1/Tesis%20182%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-Lluay%20Guilcapi%20Erika%20Esthefan%20c3%20ada.pdf>
- Macancela, W., Soca, M., & Sánchez, T. (2019). Indicadores productivos en *Cavia porcellus*, alimentados con cinco especies forrajeras en la región del Austro ecuatoriano. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 262-267.
- Mudgil, D. (2017). *The Interaction Between Insoluble and Soluble Fiber*. Elsevier.  
[https://www.researchgate.net/publication/322732961\\_The\\_Interaction\\_Between\\_Insoluble\\_and\\_Soluble\\_Fiber](https://www.researchgate.net/publication/322732961_The_Interaction_Between_Insoluble_and_Soluble_Fiber)
- Murillo, I., & Quilambaqui, M. (2023). *Evaluación de 2 Dietas Experimentales con Diferentes Niveles de Cacarilla de Cacao (Theobroma cacao L.) de Raza Andina*.  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2393/1/4733.pdf>
- Núñez, M. (2017). *Efecto de la alimentación mixta en cuyes (cavia porcellus) con pastos saboya (Panicum maximum) y balanceado comercial en la etapa de crecimiento—Engorde, desposte e industrialización de su carne*.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17403/1/CD-7904.pdf>
- Ortega, L. (2019). *Efectos de niveles bajos de fibra cruda sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos Tipo 1A (Cavia porcellus), utilizando como fuente de fibra ña alfalfa (Medicago sativa)*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22273/1/Luis%20Dirney%20Ortega%20Ortega.pdf>
- Pardo, A. (2016). *Enterodibiosis en cobayos Cavia porcellus (Rodentia: Caviidae): Etología, fisiopatología, signos, diagnóstico y terapéutica*.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1180&context=medicina\\_veterinaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1180&context=medicina_veterinaria)
- Paredes, M., & Goicochea, E. (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*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(1).  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19495>
- Pérez, A., Moreno, R., & Pérez, C. (2007). Tratamiento nutricional del fallo intestinal y potenciales mecanismos de estimulación. *Nutrición Hospitalaria*, 22, 86-102.

- Piedra, M. (2015). *Evaluación de tres niveles de inclusión de subproductos a base de cáscara de maracuyá y afrecho de trigo dentro de la alimentación de cuyes criollos en etapa de recría I*.
- Raja, K., Ushakumary, S., Ramesh, G., Ramesh, S., & Sudhakara, G. (2020). Gross anatomical studies on the large intestine in adult guinea pig (*Cavia porcellus*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*.
- Ramos Ttito, I. (2014). *Crianza, producción y comercialización de cuyes* (Primera edición). Empresa Ediotora Macro EIRL.  
[https://www.google.com.ec/books/edition/Crianza\\_producci%C3%B3n\\_y\\_comercializaci%C3%B3n/DYIvDgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=Agroindustrializaci%C3%B3n+de+la+carne+de+cuy.&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Crianza_producci%C3%B3n_y_comercializaci%C3%B3n/DYIvDgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=Agroindustrializaci%C3%B3n+de+la+carne+de+cuy.&printsec=frontcover)
- Romero, J., & Ruiz, Y. (2014). *Caracterización anatomica del tracto gastrointestinal del cuy (Cavia porcellus)*. <https://sired.udenar.edu.co/13034/1/6395.pdf>
- Roque, B. (2023). *Nutrición animal: Texto de formación universitaria* (1.<sup>a</sup> ed.). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.  
<https://doi.org/10.35622/inudi.b.090>
- Saldaña, J., Miraballes, I., & Chávez, R. (2023). *Manejo de aniamles tradicionales en experimentación. 2da edición*. <https://es.scribd.com/document/673482468/Manejo-de-animales-tradicionales-de-experimentacion>
- Salgado, S., Macias-Flores, M., Sánchez, L., Arredondo, M., Gutiérrez, D., & Avila, F. (2021). Uso de melaza o aceite de soya con dos niveles de vitamina C en dietas para *Cavia porcellus*. *Abanico veterinario, 11*. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.6>
- Sánchez, L., Macias, M., Gutiérrez, D., Arredondo, M., Valencia, M., & Avila, F. (2022). Fibra como prebiótico para aves de producción: Una revisión. *Abanico Veterinario, 12*. <https://doi.org/10.21929/abavet2022.24>
- Silva, X. (2017). *Harina de bagazo de naranaj (citrus sinensis) en la alimentación de cuyes (cavia porcellus L.) en fase de acabado*.
- Sotelo, A., Valenzuela, R., Césare, M., Alegría, C., Norabuena, E., Gonzáles, T., Paitan, E., Valderrama, M., & Echevarría, M. (2020). Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (*Mucuna pruriens*) en cuyes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31*(1).  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17537>
- Usca, J. E., Flores, L. G., Tello, L. A., & Navarro, M. N. (2022). *Manejo Genral en la Cría del Cuy*. ESPOCH. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2022-04-05-161827-Manejo%20general%20en%20la%20cria%20del%20cuy.pdf>
- Ushakumary, S., Raja, K., Ramesh, G., Ramesh, S., & Sudhakara, G. (2022). *Gross Anatomical Studies on Small Intestine in Postnatal Age Groups of Guinea Pig*. <https://www.luvas.edu.in/haryana-veterinarian/download/harvet2022-june/1.pdf>

- Valverde, P. I., Trujillo, J. V., Díaz, H., & Toalombo, P. A. (2021). *Alimentación de cuyes (Cavia porcellus) con pastos y forrajes de clima tropical en Pastaza—Ecuador bajo un sistema de crianza piramidal.*
- Vilaplana, M. (2001). *Aspectos nutricionales y terapéuticos de la fibra dietética.*  
<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13784>
- Vivas, J., & Carballo, D. (2013). *Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)* (Primera edición, Managua, 2013). UNA.  
<https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>
- Watson, B., & Smith, L. (2007). *La Dieta Fibra 35.* Editorial Norma.
- Wen-Shyg, P. (2019). *Comparison of Digestive Function Among Rabbits, Guinea-Pigs, Rats and Hamsters. I. Performance, Digestibility and Rate of digesta Passage.*  
<https://www.animbiosci.org/upload/pdf/13-214.pdf>
- Witkowska, A., Price, J., Hughes, C., Smith, D., White, K., Alibhai, A., & Rutland, C. (2017). The effects of diet on anatomy, physiology and health in the guinea pig. *Journal of Animal Health and Behavioural Science, 1.*

## 11. Anexos.

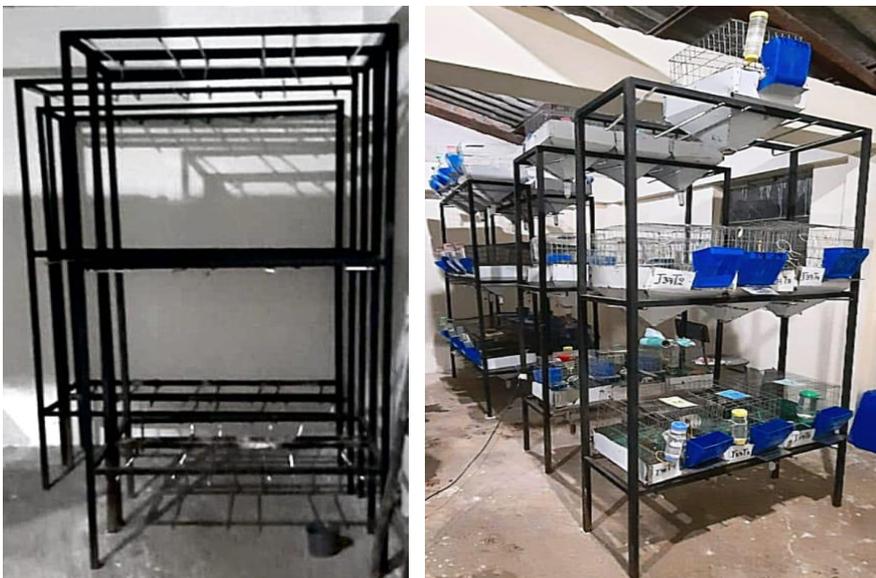
### Anexo 1. Recolección y procesamiento de la materia prima



### Anexo 2. Secado de la materia prima



### Anexo 3. Limpieza y adecuación de instalaciones



#### Anexo 4. Elaboración de dietas experimentales



#### Anexo 5. Unidades experimentales distribuidas en los tratamientos



#### Anexo 6. Sacrificio y disección de los cobayos



**Anexo 7. Mediciones de intestino delgado**



**Anexo 8. Pesaje de TDT, ID, Estómago y ciego**



**Anexo 9. Medición de pH de estómago y ciego**



## Anexo 10. Certificado de traducción de inglés

### CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN

Loja, 13 de noviembre de 2024

Lic. Viviana Valdivieso Loyola Mg. Sc.

**DOCENTE DE INGLÉS**

A petición verbal de la parte interesada:

#### **CERTIFICA:**

Que, desde mi legal saber y entender, como profesional en el área del idioma inglés, he procedido a realizar la traducción del resumen, correspondiente al Trabajo de Integración Curricular, titulado: **“Efectos de la fibra soluble e insoluble sobre parámetros digestivos en cobayos en etapa post – destete”**, de la autoría de: **Natali Silvana Córdova Encalada**, portadora de la cédula de identidad número **1105084873**

Para efectos de traducción se han considerado los lineamientos que corresponden a un nivel de inglés técnico, como amerita el caso.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a la portadora del presente documento, hacer uso del mismo, en lo que a bien tenga.

Atentamente. -



VIVIANA DEL CISNE  
VALDIVIESO LOYOLA

Lic. Viviana Valdivieso Loyola Mg. Sc.

1103682991

N° Registro Senescyt 4to nivel **1031-2021-2296049**

N° Registro Senescyt 3er nivel **1008-16-1454771**