



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

### “Digestibilidad de dietas con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble en cuyes (*Cavia porcellus*) durante la etapa de post destete”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Médico Veterinario.

**AUTORA:**

**Hania Soledad Prado Paladines**

**DIRECTORA:**

**Rocio del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc.**

**Loja - Ecuador**

**2025**



UNL

Universidad  
Nacional  
de Loja

Sistema de Información Académico  
Administrativo y Financiero - SIAAF

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

Yo, **HERRERA HERRERA ROCIO DEL CARMEN**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Digestibilidad de dietas con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble en cuyes (Cavia porcellus) durante la etapa de post destete**, perteneciente al estudiante **HANIA SOLEDAD PRADO PALADINES**, con cédula de identidad N° **1150802807**.

### 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, 16 de Agosto de 2024



ROCIO DEL CARMEN  
HERRERA HERRERA

F)

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-002820

1/1  
Educamos para Transformar

## **Autoría**

Yo, **Hania Soledad Prado Paladines**, 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:**

**Cedula de identidad:** 1150802807

**Fecha:** 01/04/2025

**Correo electrónico:** hania.prado@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0993172686

**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, **Hania Soledad Prado Paladines**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Digestibilidad de dietas con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble en cuyes (*Cavia porcellus*) durante la etapa de 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 veintinueve días del mes de noviembre del dos mil veinte y cuatro.



**Firma:**

**Autora:** Hania Soledad Prado Paladines

**Cedula:** 1150802807

**Dirección:** Loja, El Sagrario, Calle Imbabura y Bernardo Valdiviezo.

**Correo electrónico:** hania.prado@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0993172686

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Directora del Trabajo de Integración Curricular:** Rocío del Carmen Herrera Herrera  
Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de integración curricular va dedicado a mi tío Edu, quien, aunque físicamente no está conmigo siento su cálida presencia en cada paso que doy. Este logro es en su memoria, porque con él compartía este cariño especial por los animalitos y sé que estaría tan orgulloso de verme alcanzar mis sueños. Gracias por todo el amor y los recuerdos que ahora viven en mi corazón.

A mis padres, Stalin y Lady por ser mi pilar fundamental para alcanzar mis metas, su amor incondicional y sacrificios fueron mi mayor inspiración para poder culminar cada etapa en mi vida. Gracias por darme la fortaleza necesaria para seguir adelante y sobre todo por tener esa confianza en mí.

A mis hermanas, Ariana y Roberta quienes fueron mi compañía más valiosa a lo largo de mi vida y mi motivación durante este arduo camino. Gracias por su apoyo constante y ternura que me permitió alcanzar esta meta importante.

A mi prima, Helen por ser como una hermana para mí, su cariño, apoyo incondicional y todos los momentos compartidos hicieron de mí una mejor persona. Siempre estaré agradecida por escucharme y quererme a pesar de la distancia.

Para todos los mencionados, con mi más sincero amor.

*Hania Soledad Prado Paladines*

## **Agradecimiento**

A Dios, por darme la resiliencia y guía durante todo mi recorrido. A mi querida Universidad Nacional de Loja por acogerme en sus aulas para formarme como profesional.

A mis abuelitos, y de manera especial a mi abuelito Ángel, por sus palabras de aliento y gestos de generosidad que fueron mi estímulo para alcanzar este importante logro en mi vida.

A mi directora, la Dra. Rocío Herrera, por compartir conmigo su valioso tiempo, todos los consejos y aportaciones fueron claves para poder culminar este trabajo de integración curricular. Mi sincero agradecimiento también a la Ing. Beatriz Guerrero por su paciencia y apoyo brindado durante la fase en laboratorio, parte esencial para la realización de esta investigación, a todos los docentes del Proyecto CIDIÑA, Dr. Rodrigo Abad, Dr. Galo Escudero y Dr. Luis Aguirre por su valioso acompañamiento durante este proceso.

Finalmente agradezco, a mis tíos, amigos y personas que a lo largo de este camino me supieron brindar ese apoyo emocional y una mano cuando más la necesite, esos actos de solidaridad tan gratificantes que hicieron posible la culminación de este trabajo.

*Hania Soledad Prado Paladines*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación de tesis</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>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</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>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>6</b>
<b>4.1. Fisiología digestiva del cuy</b> .....	<b>6</b>
<b>4.2. Requerimientos nutricionales</b> .....	<b>8</b>
4.2.1. Proteína .....	9
4.2.2. Grasas.....	9
4.2.3. Minerales .....	9
4.2.4. Vitaminas .....	10
4.2.5. Agua.....	10
4.2.6. Fibra .....	10
<b>4.3. Importancia de la fibra en la alimentación del cuy</b> .....	<b>10</b>
<b>4.4. Fuentes de fibra soluble e insoluble</b> .....	<b>12</b>

4.4.1.	Fibra insoluble .....	12
4.4.2.	Fibra soluble .....	12
<b>4.5.</b>	<b>Métodos gravimétricos para evaluar nutrientes.....</b>	<b>13</b>
4.5.1.	Determinación de la materia seca (MS).....	13
4.5.2.	Determinación de cenizas (Cz).....	14
4.5.3.	Determinación de grasa por el método Soxhlet .....	14
4.5.4.	Determinación de fibras detergentes por Van Soest.....	15
<b>4.6.</b>	<b>Digestibilidad .....</b>	<b>15</b>
4.6.1.	Digestibilidad in vivo.....	16
<b>5.</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1.</b>	<b>Área de estudio .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2.</b>	<b>Procedimiento .....</b>	<b>18</b>
5.2.1.	Instalaciones y animales .....	18
5.2.2.	Unidades experimentales .....	18
5.2.3.	Dietas experimentales .....	18
5.2.4.	Enfoque metodológico .....	20
5.2.5.	Diseño experimental .....	20
5.2.6.	Toma y registro de datos.....	20
5.2.7.	Variables evaluadas .....	20
5.2.8.	Análisis estadístico .....	21
5.2.9.	Consideraciones éticas .....	21
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>24</b>
<b>7.1.</b>	<b>Digestibilidad de materia seca (DMS) y materia orgánica (DMO)..</b>	<b>24</b>

7.2.	Digestibilidad de fibra detergente neutra (DFND), fibra detergente ácida (DFDA) y lignina detergente ácida (DLDA). .....	26
7.3.	Digestibilidad de extracto etéreo (DEE). .....	28
8.	Conclusión .....	30
9.	Recomendaciones.....	31
10.	Bibliografía.....	32
11.	Anexos.....	36

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos nutricionales en cuyes .....	8
<b>Tabla 2.</b> Ingredientes y composición química de las dietas experimentales con diferentes niveles de fibra insoluble y soluble.....	19
<b>Tabla 3.</b> Digestibilidad de nutrientes en dietas con diferentes niveles inclusión de fibra soluble e insoluble para de cuyes durante la etapa de post destete.....	22

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación del centro de Experimentación I+D+I (investigación, desarrollo e innovación) de Nutrición Animal (CIDIINA) .....	17
---	----

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Limpieza y acondicionamiento de instalaciones. ....	36
<b>Anexo 2.</b> Preparación de los tratamientos experimentales.....	36
<b>Anexo 3.</b> Unidades experimentales asignadas a cada tratamiento. ....	37
<b>Anexo 4.</b> Pesaje y recolección de las muestras de heces de cada cuy.....	37
<b>Anexo 5.</b> Análisis bromatológico de los tratamientos y muestras de heces en laboratorio.....	38
<b>Anexo 6.</b> Certificación de la traducción del resumen .....	39

## **1. Título**

Digestibilidad de dietas con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble en cuyes  
(*Cavia porcellus*) durante la etapa de post destete.

## 2. Resumen

La digestibilidad permite determinar el aprovechamiento de nutrientes para satisfacer las necesidades nutricionales del animal. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la digestibilidad de nutrientes en cuyes en etapa de post destete alimentados con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble. Se emplearon 40 cuyes hembras y machos tipo A1, destetados de 15 días de edad con un peso promedio de  $272 \pm 20$  g alojados en jaulas metabólicas de malla galvanizada de 51x42x26 cm, se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos con diferentes niveles (bajo / alto) de fibra soluble (4,48% - 12%) y fibra insoluble (28% - 35,8%). Se aplicó un diseño de bloques al azar, con arreglo factorial de 2x2. Se evaluó digestibilidad de materia seca, materia orgánica, extracto etéreo, fibra detergente neutra, fibra detergente acida y lignina. Los datos fueron analizados a través de un análisis de varianza (ANOVA) mediante el procedimiento MIXED SAS donde los principales factores de variación fueron las dietas experimentales con los niveles de fibra soluble e insoluble y su interacción y el factor aleatorio fue la camada anidada al tratamiento, para la comparación de medias se aplicó un T-test protegido. Los resultados presentaron diferencia significativa  $p=0,001$ , para digestibilidad de materia seca, materia orgánica con la inclusión de niveles bajos de fibra insoluble, para fibra acida detergente con la interacción de fibra soluble baja\*insoluble alta y lignina con niveles de fibra insoluble alta y baja soluble; mientras que, la digestibilidad de fibra detergente neutra no mostro diferencia significativa  $p=0,558$ , en caso de extracto etéreo muestra una tendencia  $p=0,089$  con mejor digestibilidad con niveles altos de fibra insoluble. Se concluye que la inclusión de fibra insoluble en la dieta de cuyes en la etapa post destete tiene efecto positivo sobre la digestibilidad de los nutrientes.

**Palabras claves:** *Cavia porcellus*, digestibilidad, fibra insoluble, fibra soluble, nutrientes.

## Abstract

Digestibility allows for determining the utilization of nutrients to meet the animal's nutritional needs. The objective of this research was to evaluate nutrient digestibility in post-weaning guinea pigs fed different levels of soluble and insoluble fiber. Forty A1-type male and female guinea pigs were used, weaned at 15 days of age with an average weight of  $272 \pm 20$  g, housed in galvanized mesh metabolic cages measuring 51x42x26 cm. They were randomly distributed into four treatments with different levels (low/high) of soluble fiber (4.48% - 12%) and insoluble fiber (28% - 35.8%). A randomized block design with a 2x2 factorial arrangement was applied. The digestibility of dry matter, organic matter, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and lignin was evaluated. The data were analyzed using an analysis of variance (ANOVA) through the MIXED SAS procedure, where the main sources of variation were the experimental diets with the levels of soluble and insoluble fiber and their interaction, and the random factor was the litter nested within the treatment. For mean comparisons, a protected T-test was applied. The results showed a significant difference ( $p=0.001$ ) in the digestibility of dry matter and organic matter with the inclusion of low levels of insoluble fiber, for acid detergent fiber with the interaction of low soluble \* high insoluble fiber, and for lignin with high insoluble and low soluble fiber levels. Meanwhile, the digestibility of neutral detergent fiber showed no significant difference ( $p=0.558$ ), and ether extract showed a trend ( $p=0.089$ ) with better digestibility at high levels of insoluble fiber. It is concluded that the inclusion of insoluble fiber in the diet of post-weaning guinea pigs has a positive effect on nutrient digestibility.

**Keywords:** *Cavia porcellus*, digestibility, insoluble fiber, soluble fiber, nutrients.

### 3. Introducción

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor nativo de la región andina en países como Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, siendo este último el que destaca tanto en términos de cantidad de población como en consumo (Chauca de Zaldívar, 1997). Es apreciado por su alto valor nutricional y se reconoce por su contribución a la seguridad alimentaria en las comunidades rurales de limitados recursos en esa área geográfica. Según un estudio realizado en un sector de Ecuador el sistema de producción más utilizado con un 50.8% es el sistema familiar-comercial con la crianza de hasta 100 cuyes, luego está el sistema comercial utilizado en un 37.9% con más de 100 cuyes y el sistema familiar que se utiliza en un 11.3% con hasta 25 cuyes (Chávez & Avilés, 2022). En el país hay alrededor de 21'000.000 de cuyes y que se podrían producir hasta 47'000.000 al año. En términos de consumo, esta carne tiene mayor acogida en las zonas rurales de la Sierra; sin embargo, a nivel nacional se estima que el de consumo anual de carne es de 26.590 toneladas, con animales de un peso promedio en pie de 2,1 kg (MAG, 2015).

La digestibilidad se relaciona con los procesos de digestión y absorción de nutrientes durante la alimentación animal. Es posible expresar la porción de nutrientes que el cuy retiene durante el proceso de absorción, mediante el coeficiente de digestibilidad (Parra & Gómez, 2009). La digestibilidad in vivo, se lleva a cabo en animales vivos para lo cual se cuantifica la diferencia de la cantidad del nutriente que ingiere y cantidad que excreta, se expresa en porcentaje total del nutriente retenido (García, 2009). Tener una alta digestibilidad significa un aprovechamiento óptimo de la alimentación y una máxima productividad (Caprita et al, 2013).

La fibra es la porción vegetal que conforma las paredes celulares vegetales, compuesta por fibra soluble y fibra insoluble. La fibra insoluble en su mayor parte constituida por celulosa, hemicelulosa y en menor proporción lignina, el cuy aprovechara de mejor manera por su gran capacidad fermentativa del ciego, actúa como estabilizante del pH cecal, estimula la fermentación, producción de ácidos grasos volátiles, aumenta el peso y longitud del tracto gastrointestinal y mantiene la salud intestinal. Mientras que la fibra soluble conformada por pectina, gomas y mucilagos, participa en procesos interacción con enzimas digestivas, relentiza el paso de la ingesta y producción de ácidos

grasos volátiles (Herrera, 2013; Calva 2021; Gidenne, et al 2020; Arce et al, 2019; Sastre, 2003; &, Calva, 2021).

En la producción de cuyes encontramos ciertos desafíos para su producción principalmente en términos de optimización de la alimentación. Los principales aspectos que conllevan a problemas en el desarrollo de los animales son las cantidades inadecuadas de alimento y deficiente abastecimiento de materias primas de calidad y sus costos elevados; por otro lado, el desconocimiento sobre los requerimientos nutricionales y comportamiento digestivo de los cuyes, tiene como efecto problemas reproductivos, nutricionales y sanitarios. Al mismo tiempo que se generan pérdidas económicas para el productor, ya que hay una menor eficiencia en la asimilación del alimento y como consecuencia un bajo rendimiento productivo en los animales (Zeas ,2016; Vivas, 2013; Usca, et al., 2022).

En esta situación se da la importancia de investigar sobre como la formulación de dietas con diferentes niveles de fibra insoluble y soluble intervienen en la digestibilidad de nutrientes en estos animales. Los objetivos planteados fueron los siguientes:

- Analizar la digestibilidad *in vivo* del extracto etéreo, materia seca y materia orgánica en cuyes alimentados con distintos niveles de fibra soluble e insoluble.
- Valorar la digestibilidad *in vivo* de fibra detergente neutra, fibra ácido detergente y lignina en cuyes alimentados con distintos niveles de fibra soluble e insoluble.

## 4. Marco teórico

### 4.1. Fisiología digestiva del cuy

La fisiología digestiva comprende procesos complejos de ingestión, digestión, absorción y desplazamiento de los nutrientes a través de todo el tracto gastrointestinal, que luego serán distribuidos a las células del organismo por medio del torrente sanguíneo. Desde que la ingesta ingresa a la boca, el alimento es masticado con ayuda de las diferentes piezas dentales del cuy y por medio de las glándulas salivales productoras de saliva se humedece el alimento, empezando así la digestión de almidones; a continuación, la ingesta continua su paso a través de la faringe y posteriormente pasa por el esófago, el cual va a conducir el alimento hacia el estómago por acción de los movimientos peristálticos (FAO, 2022; Cardona *et al*, 2020).

El cuy es una especie monogástrica, el cual tiene un estómago pequeño alojado en la porción superior izquierda de la cavidad abdominal, donde empieza la digestión enzimática, en este órgano se producen diferentes sustancias y ácidos, las cuales ayudan a convertir al alimento en una masa homogénea (Imam *et al*, 2021). La permanencia a nivel estomacal de la materia depende de la presencia de alimento o cecotrofos, teniendo un menor tiempo de retención el alimento entre 3 a 4 horas y para la presencia de cecotrofos mezclados con alimento de 6 a 7 horas. Posee valores de pH entre 1 a 2, causado por la secreción de ácido clorhídrico, misma que se intensifica con las continuas ingestas de alimento. En el fondo estomacal se encuentran las glándulas encargadas de secretar pepsinógeno, precursor de la pepsina la cual tiene función de descomponer las proteínas durante la digestión y la lipasa gástrica encargada en la digestión de los lípidos (Caguana, 2017).

El quimo pasa al intestino delgado, en donde actúa la bilis (para emulsionar las grasas y facilitar su digestión y absorción) la cual se secretada en la primera porción del duodeno con un pH de 6,4-6,7 y junto con la secreción de las glándulas de la mucosa duodenal con un pH de 8- 8,2 la acidez del quimo se neutraliza, esta interacción cumple una función importante en los procesos digestivos y en la secreción pancreática (Caguana, 2017). La cual actúa en la digestión de proteínas, carbohidratos y grasas para transformarse en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos, para ser absorbidos por

las células epiteliales del intestino y viajar hasta el torrente sanguíneo y vasos linfáticos. En esta porción se dará también la absorción de cloruro de sodio, mayor parte de agua, vitaminas y microelementos (Meza, 2021).

El intestino grueso conformado por ciego, colon y recto, donde el ciego corresponde al órgano más desarrollado, ocupando el 15% del peso total del cuy (Usca, *et al.*, 2022), posee microorganismos encargados de realizar la fermentación bacteriana para aprovechar la fibra, absorber ácidos grasos de cadena corta, síntesis de proteína microbiana y vitaminas del complejo B (FAO, 2022), por esta razón es una especie clasificada como fermentador post-gástrico (Chauca de Zaldívar, 1997). Al ciego llegan los alimentos que no se lograron digerir, una pequeña cantidad de agua y secreciones de la porción final del intestino delgado, para ser aprovechados a través de la digestión microbiana con la finalidad de aprovechar la fibra y reutilizar el nitrógeno que se obtienen a partir de las heces blandas. El ciego al tener una gran capacidad, permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, teniendo así un mejor aprovechamiento del contenido de fibra, al mismo tiempo que participa en la síntesis de la proteína microbiana y vitaminas del complejo B. Los ácidos grasos de cadena corta se absorben a nivel de ciego e intestino grueso, la presencia de fibra retarda los movimientos del contenido intestinal favoreciendo a la absorción de nutrientes, con un tiempo de permanencia de unas 48 horas en ciego. Por último, lo que no se logró digerir ni absorber llega hasta el recto y se expulsa por el ano (Meza, 2021).

## 4.2. Requerimientos nutricionales

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

Nutriente	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
<b>Proteína</b>	%	18	18-22	13-17
<b>ED</b>	kcal/kg	2800	3000	2800
<b>Fibra</b>	%	8-17	8-17	10
<b>Calcio</b>	%	1,4	1,4	0,8-1,0
<b>Fósforo</b>	%	0,8	0,8	0,4-0,7
<b>Magnesio</b>	%	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
<b>Potasio</b>	%	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
<b>Vitamina C</b>	mg	200	200	200
<b>Lisina</b>	%	0,58	0,68	0,68
<b>Metionina-cistina</b>	%	0,32	0,43	0,43

**Fuente:** Nutrient requirements of laboratory animals. (1990), citado por Caycedo (1983).

Sostiene Argote & Cuervo (2012) que la nutrición es un importante factor para la calidad de la carne y del cual dependerá una buena producción, entre los nutrientes que deben estar contenidos en las dietas de los cuyes tenemos: proteínas, encargadas de formación de musculo y vísceras; carbohidratos, contribuirán al crecimiento y reproducción; minerales, formación ósea; vitaminas, se enfocan en las funciones del organismo y agua, la cual ayudara a tener un desarrollo normal. Su carne, la cual tiene un alto contenido de proteína, poca grasa intramuscular y muy poca subcutánea, posee una alta cantidad de humedad, lo cual resulta beneficioso ya que permite que contenga en

disolución más compuestos (vitaminas y aminoácidos) lo cual aumenta su valor nutricional (Angarita, 2005).

Entre los principales nutrientes en la dieta de los cuyes están los siguientes.

#### **4.2.1. Proteína**

El cuy al ser un animal herbívoro, aprovecha de manera eficaz la fuente de proteína de origen vegetal. Las proteínas en la alimentación de cuyes, cumple un papel fundamental ya que contribuye a la formación de células y órganos, además de intervenir en la formación del músculo, siendo un nutriente muy importante en la generación de masa muscular y producción de carne. En la absorción de nutrientes, favorecen la absorción de ácidos grasos de cadena corta a nivel del ciego y participan en la producción de hormonas, enzimas y transportadores (Cardona *et al*, 2020).

#### **4.2.2. Grasas**

De acuerdo con Flores, et al (2015) la grasa interviene en la textura y sabor de la carne, haciéndola más deseable y sustancial. Para mantener un crecimiento saludable, el cuy necesita ácidos grasos esenciales, principalmente los ácidos grasos poliinsaturados, mismos que influyen en el factor nutricional de la carne aumentando el contenido de ácido linoleico. También participa en la regulación de insulina y el metabolismo, por lo cual contribuye a un buen desarrollo del animal, proporcionándole una fuente de energía junto con las proteínas e hidratos de carbono (Cardona *et al*, 2020; FAO, 2022).

#### **4.2.3. Minerales**

Dentro de la alimentación del cuy los minerales cumplen un papel muy importante, principalmente el calcio y fosforo, los cuales contribuyen a la formación y mantenimiento de la estructura ósea y dientes. Además, participan en funciones metabólicas, regulando el equilibrio acido-base y transmisión de impulsos nerviosos. Intervienen en la reproducción y desarrollo del feto. Para mantener una buena salud del animal, se debe garantizar una fuente de minerales en la alimentación diaria, ya que las carencias de los mismos pueden provocar enfermedades en los huesos, anemia, problemas reproductivos y crías con salud deficiente (FAO, 2022; Huamani *et al*, 2016).

#### **4.2.4. Vitaminas**

Las vitaminas por su parte contribuyen al mantenimiento de la salud general y metabolismo del animal, siendo importantes en su participación del crecimiento y reproducción. Especialmente la vitamina C, debido a que el cuy no posee la capacidad de sintetizarla en su organismo, tiene su función más importante en el fortalecimiento del sistema inmunológico, interviene en la integridad de tejidos y ayuda en la asimilación e vitamina D, la cual se encarga del equilibrio de calcio y fósforo en el organismo (Cardona et al, 2020; León *et al*, 2016).

#### **4.2.5. Agua**

El cuy obtiene agua a través de forrajes frescos y tiernos, los cuales tienen mayor contenido de agua que un paso seco. Sin embargo, es importante la inclusión de agua a la dieta, ya que forma gran parte del organismo, además interviene en la regulación de la temperatura corporal, mejora los procesos digestivos, producción de leche y forma parte de la sangre y tejidos. El agua como fuente externa se puede administrar a los animales por medio de bebederos o sistemas de tubería. Y se debe tomar en cuenta la cantidad de materia seca que consumen diariamente y condiciones de la zona (Cardona *et al*, 2020).

#### **4.2.6. Fibra**

La fibra, participa en procesos digestivos, motilidad intestinal y regulación de la circulación del alimento. El cuy, al ser un fermentador post gástrico, aprovecha muy bien esta fracción vegetal, la cual mejora la digestibilidad, permitiendo un mejor aprovechamiento de los nutrientes. Sirve como fracción sustancial para la flora intestinal obteniendo su aumento, para promover la salud del ciego e intestino grueso; sin embargo, el nivel de fibra utilizado debe estar equilibrado de acuerdo a los requerimientos, debido a que un porcentaje muy alto podría impedir la digestión de otros nutrientes (FAO, 2022; Paredes, & Goicochea, 2021).

### **4.3. Importancia de la fibra en la alimentación del cuy**

El cuy, al ser un fermentador post gástrico tiene una gran capacidad fermentativa a nivel de ciego gracias a los microorganismos que posee, los cuales van a permitir un buen aprovechamiento de la fibra. Además, la flora bacteriana del ciego en su mayoría son

bacterias gran positivas, realizan la producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbiana y vitaminas del complejo B (FAO).

La integración de fibra a la dieta es importante para promover la diversidad de la microbiota intestinal, además de mantener la integridad de la barrera mucosa y con ello se reduce el riesgo de ingreso de patógenos. Al promover la microbiota se estimula el desarrollo y fortalecimiento de la barrera intestinal, de la fibra se derivan los ácidos grasos volátiles de cadena corta (AGCC) que inducen a las células caliciformes a incrementar la producción de mucina y a los enterocitos a secretar IL-18, importantes en la reparación epitelial. Y al mismo tiempo una correcta estimulación bacteriana a partir del consumo de fibra, va a permitir un funcionamiento normal del sistema inmunitario. Ya que el alimento actúa como sustrato para las bacterias intestinales y algunos nutrientes modulan directamente a las células inmunes (Zhang, 2022).

La fibra insoluble por su baja viscosidad y su baja fermentabilidad, favorece al aumento del tamaño de las heces e incrementa la velocidad de tránsito del bolo fecal a través del tracto digestivo favoreciendo así el funcionamiento y motilidad intestinal ayudando el manejo de patologías como el estreñimiento; este tipo de fibra al entrar en contacto con el agua tiene una menor capacidad de retenerse con un mayor efecto sobre la retención final y el peso fecal, ya que es menos afectada por la microbiota y desencadena una estimulación mecánica de las células musculares a causa de la fibra con una menor tiempo de tránsito y aumento de la frecuencia de deposiciones (Herrera, 2012).

La inclusión de fibras puede reducir la absorción de carbohidratos simples regulando así los niveles de glucosa en sangre, según estudios realizados se encontró que el consumo de fibras de cereales, estaba relacionado con la reducción de padecer diabetes tipo 2 y las fibras de avena y granos enteros al contener magnesio, demostraron mejorar la sensibilidad a la insulina; además el consumo de fibra puede disminuir las concentraciones de colesterol LDL (Almeida et al, 2014). Por su parte la fibra soluble forma soluciones viscosas que actúan como sustrato fermentable para la microbiota colónica. Al formar geles se ralentiza el tránsito de la ingesta, permaneciendo mayor tiempo en el intestino proporcionando más tiempo para que las enzimas digestivas actúen sobre los nutrientes permitiendo una digestión más progresiva y optimizando la absorción de nutrientes (Valverde, 2021).

#### **4.4. Fuentes de fibra soluble e insoluble**

La fibra es la fracción vegetal que contiene polisacáridos y lignina, se encuentra principalmente en forrajes y vegetales (Bernal & Vazquez, 2021). Los residuos de la industria agrícola, como restos de piña, cascara de pino, serrín de corcho, afrecho, pulpa de frutas y otros, presentan la obtención de posibles fuentes de fibra dietética soluble e insoluble. Se realizó un estudio sobre la extracción de fibra en residuos de piña, en donde se demostró que la fibra obtenida presentó características funcionales de las cuales se pueden tener beneficios. Esta fibra se puede incluir como un alimento funcional y nutritivo para las dietas de animales de compañía o producción, y de esta manera darle valor añadido a los residuos agroindustriales y contribuyendo a suavizar los problemas ambientales derivados de su acumulación; mientras que se aprovecha el uso de fuentes de fibra disponibles de bajo costo (Rasgado *et al*, 2016; López, 2017).

##### **4.4.1. Fibra insoluble**

Es la fracción vegetal indigerible que se encuentra en las paredes celulares de las plantas, es un tipo de carbohidrato compuesto por: celulosa, polisacáridos constituidos por 10000 unidades de glucosa en los enlaces B 1,4 y es la más abundante en las paredes celulares; hemicelulosa, un grupo de polímeros más pequeños, compuestos de 50 a 2000 unidades de glucosa y tienen una estructura ramificada que la diferencia de la celulosa (Herrera, 2012); lignina, es un polímero que tiene una estructura tridimensional basada en unidades de alcoholes aromáticos, esta fracción le proporciona rigidez y resistencia a las paredes celulares (Escudero & Sánchez, 2006). La fibra insoluble se encuentra principalmente en alimentos con cascara, semillas y piel. Es importante que este tipo de fibra este contenida en la alimentación de los animales, ya que la fibra insoluble desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de una adecuada motilidad intestinal y en la prevención de obstrucciones intestinales (Herrera, 2012).

Los alimentos ricos en fibra insoluble son: cereales, harina de trigo integral, salvado, serrín de corcho, repollo frutos secos, manzana, vegetales de raíz, leguminosas, tallos de plantas, cascara de granos, heno, paja, guisantes, repollo, forrajes, cascarilla de pino, afrecho de trigo (Seccir, 2008).

##### **4.4.2. Fibra soluble**

Es un tipo de fibra compuesta por polisacáridos no almidonados, resistentes a la digestión en el intestino delgado, entre los componentes más importantes esta la pectina, polímeros de ácido galacturónico y ramnosa que se encuentra en las paredes celulares; gomas: se tratan de exudados vegetales que incluyen sustancias como goma arábiga y goma guar, formadas por diversos azúcares; mucilagos: polisacáridos que suelen estar presentes en las semillas que actúan como reservas energéticas. Generalmente se encuentra en el tejido parenquimatosos de las fibras y verduras (Herrera, 2012). Está presente en vegetales sin piel ni hojas y en frutas muy maduras sin semillas. Los alimentos ricos en fibra soluble son los cereales refinados, verduras cocidas, manzanas, críticos, fresas, harina de avena, judías secas, legumbres, cebollas, banana, raíz de achicoria, alcachofa, tomate, espárragos, avena, ciruelas, zanahoria y cebada (Seccir, 2008).

En la dieta de los cuyes interviene en su capacidad de retener agua, lo que permite impactar en la salud digestiva. Con respecto a un estudio, la fibra soluble tiene la capacidad de absorber agua, con efectos tanto positivos como negativos, dependiendo de su influencia en el pH intestinal. La pectina, presente en las paredes celulares de las plantas, puede crear geles y retener agua; al mismo tiempo que permite reducir los niveles de colesterol en la sangre. La inclusión de pectina en la dieta de los cuyes puede representar una significativa fuente de fibra soluble, con potencial efecto en la salud digestiva y el proceso de vaciado gástrico (Cardona, 2020; Condori, 2014).

#### **4.5. Métodos gravimétricos para evaluar nutrientes**

Son métodos que sirven para evaluar nutrientes, se basan en técnicas analíticas que se utilizan para determinar la cantidad de un nutriente contenido en una muestra de alimento, midiendo el peso de la muestra al principio y al final del análisis. Estos métodos son cuantitativos y permiten conocer la cantidad de la sustancia o nutriente presente en la muestra (Quintana *et al*, 2003).

##### **4.5.1. Determinación de la materia seca (MS)**

Según Horwitz y Latimer (2005), al secar una muestra a 65°C, no se elimina completamente el agua de baja presión de vapor presente en ella. Consecuentemente, es necesario someter la muestra a una temperatura más alta de 105°C, junto con un vacío

parcial, durante 8 horas, hasta lograr un peso constante. La pérdida de peso obtenida en este último proceso representa la humedad retenida por la muestra. Relacionando esta pérdida de peso con la pérdida de peso obtenida al secar la muestra a 65°C, se puede calcular el porcentaje total de humedad de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$HT = HI - \frac{(100 - HI) * HH}{100}$$

Donde:

*HT*= Humedad total en porcentaje

*HI*= Humedad inicial en porcentaje

*HH*= Humedad higroscópica en porcentaje

#### **4.5.2. Determinación de cenizas (Cz)**

El procedimiento 923.03 de la AOAC (2016), se realiza para obtener el residuo de materia inorgánica, a través de la incineración de la materia orgánica contenido en la muestra en una mufla a 600 °C.

Para hacer el cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas(\%)} = \frac{\text{peso de crisol muestra} - \text{peso crisol cenizas}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

#### **4.5.3. Determinación de grasa por el método Soxhlet**

Este método AOAC 2003.06, se aplica para analizar diferentes tipos de alimentos en concentraciones de 0,5 a 100% de grasa. Según Jacome (2016), las grasas son

compuestos heterogéneos; sin embargo, comparten la característica de ser solubles en ciertos solventes orgánicos como éter etílico, éter de petróleo, hexano, entre otros. En el procesamiento para evaluar grasa en una muestra, es importante que esta tenga un tamaño de partícula adecuado y se someta a un previo tratamiento mediante hidrólisis. Esto se debe a que los ácidos grasos se encuentran unidos a glicéridos, ésteres de esterol, glicol y fosfolípidos. La hidrólisis afecta las membranas celulares, de manera que las emulsiones de grasa se descomponen y rompen los enlaces entre proteínas y lípidos. La grasa cruda compuesta en mayor proporción por triacilgliceroles, posee pequeñas cantidades de diacilgliceroles, monoacilgliceroles y ácidos grasos.

#### ***4.5.4. Determinación de fibras detergentes por Van Soest***

De acuerdo con Ojeda (2012), esta técnica se fundamenta en una digestión inicial con detergente neutro, centrándose en la separación de los elementos del alimento en tres fracciones: fracción muy utilizable, fracción parcialmente utilizable y fracción no utilizable. En la fracción muy utilizable se encuentra el contenido celular y la pectina, las mismas que se solubilizan en detergente neutro. La fracción parcialmente utilizable está conformada por partes de la pared celular insolubles, conocida como fibra detergente neutro (FND). Los componentes solubles en detergente neutro, tienen lípidos, azúcares, almidón proteína y ácidos orgánicos, además de pectina la cual tiene una alta utilización nutritiva. El residuo de FND se debe hervir en detergente ácido, donde la hemicelulosa se hidroliza y queda que residuo conocido como fibra detergente ácida, en ella se encuentra la celulosa y la fracción poco digestible, quiere decir lignina, cutina, sílice y nitrógeno no proteico. Se emplea de la siguiente manera:

- Muestra 1 gramo: Contenido celular extraído de detergente neutro
- Residuo de FDN: Detergente ácido remueve hemicelulosa
- Residuo de FDA: Ácido sulfúrico al 72%, remueve celulosa
- Complejo lignina Cutina: Lignina se extrae con permanganato
- Cutina y ceniza: Cutina es destruida por incineración a 550°C

#### **4.6. Digestibilidad**

La digestibilidad está relacionada con los procesos de digestión y absorción de nutrientes, y su valor nutricional. El paso del alimento a través del tracto gastrointestinal proporciona nutrientes al animal, comprende la ingestión de alimentos, secreción de ácido clorhídrico y enzimas, hidrólisis de compuestos complejos en simples, absorción de nutrientes y excreción de desechos a través de las heces. La proporción del alimento que no se excreta y es retenida por el animal, durante el proceso de absorción, se puede expresar a través del coeficiente de digestibilidad (Parra & Gómez, 2009).

Caprita et al (2013) menciona que la digestibilidad es un factor clave para evaluar la calidad nutritiva de los suministros utilizados en las raciones para alimentar a los animales. Indica el grado de disponibilidad de los nutrientes que serán aprovechados por el organismo. Una alta digestibilidad en la dieta conducirá a una máxima productividad en el animal y aprovechamiento de la alimentación. Para determinar la digestibilidad de nutrientes hay diferentes tipos: digestibilidad *in vivo*, *in vitro* e *in situ*.

#### ***4.6.1. Digestibilidad in vivo***

La digestibilidad *in vivo* se realiza en animales vivos, es un método que permite medir la capacidad del aparato digestivo para aprovechar un alimento, mediante la absorción. Para lo cual se cuantifica la diferencia de la cantidad de nutriente que ingiere y cantidad que excreta, se expresa en porcentaje total del nutriente ingerido. Mediante la cuantificación del alimento consumido y recolección de heces producidas, es un periodo de tiempo. El valor del nutriente que se excreta en las heces se resta de la cantidad inicial del alimento que se proporcionó al animal inicialmente, la diferencia representa la cantidad de nutrientes retenidos por el animal (Garcia, 2009).

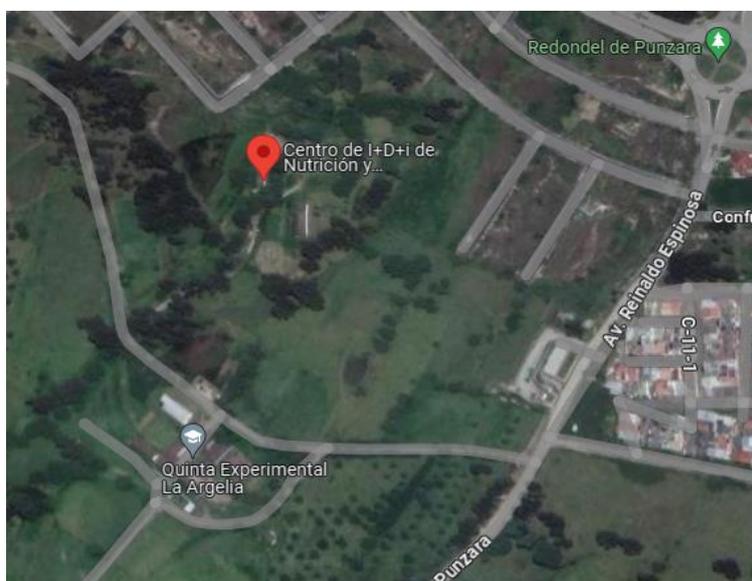
## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Experimentación I+D+I (investigación, desarrollo e innovación) de Nutrición Animal (CIDiNA), como se observa en la Figura 1, ubicado en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja localizada al sur oeste de la Ciudad de Loja, en el sector Punzara. El cual cuenta con las siguientes coordenadas geográficas:

- 04°02'11" de latitud sur
- 79°12'4" de latitud este
- **Temperatura** 9 a 19°C temperatura media 15,8°C
- **Precipitación anual** 1066 mm
- **Humedad relativa** 75%
- **Formación ecológica** Bosque seco-montañoso bajo (Estación Meteorológico la Argelia, 2014)

**Figura 1.** Ubicación del centro de Experimentación I+D+I (investigación, desarrollo e innovación) de Nutrición Animal (CIDiNA)



*Nota.* Adaptado de *Centro de Investigación e Innovación de Nutrición Animal* [Fotografía], de Google Maps, 2023, <https://goo.gl/maps/1finmgYeDyodVLuH8>, Todos los derechos reservados por Google. Adaptado con permiso del autor

## **5.2. Procedimiento**

### **5.2.1. Instalaciones y animales**

La investigación se realizó en un galpón que conto con iluminación natural 12 horas luz y 12 horas de oscuridad y se empleo un calefactor para mantener la temperatura del área experimental con un rango optimo de 18 a 21 °C, con sistema de ventilación para garantizar las condiciones adecuadas de aire. Se emplearon 40 jaulas metabólicas de malla galvanizada de 51x42x26 cm, con su respectivo comedero y bebedero, previo al ingreso de los animales se hizo la correcta limpieza y desinfección con amonio cuaternario a toda el área, materiales y equipos.

Se emplearon 40 cuyes Tipo A1 de 15 días de edad destetados con pesos promedios aproximados de  $272 \pm 20$  g.

### **5.2.2. Unidades experimentales**

En el presente estudio se evaluaron 40 animales que se distribuyeron en cuatro unidades experimentales con 10 unidades observacionales cada una.

### **5.2.3. Dietas experimentales**

Se formularon 4 dietas isoenergéticas e isoprotéicas con diferentes niveles de inclusión de fibra soluble e insoluble. Para su elaboración se tomaron en cuenta los requerimientos nutricionales de la etapa fisiológica de NRC (1995) para cuyes. Como fuente de fibra insoluble se utilizó fuente el King Grass y afrecho de trigo. Y se tomó en cuenta como principal fuente de fibra soluble la pectina.

**Tabla 2.** *Ingredientes y composición química de las dietas experimentales con diferentes niveles de fibra insoluble y soluble.*

	<b>Dietas experimentales</b>			
	Baja	Baja	Alta	Alta
Nivel de fibra insoluble	Baja	Baja	Alta	Alta
Nivel de fibra soluble	Baja	Alta	Baja	Alta
<b>Ingredientes, % tal como se ofrece</b>				
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 de 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	0,219
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 C	1,85	1,45	1,32	1,10
Bentonita <sup>2</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400
<b>Composición Química Analizada, % MS</b>				
Materia seca	82,8	84,3	84,1	77,4
Ceniza	6,34	5,27	5,90	5,28
Proteína cruda	12,14	12,08	12,36	11,55
FDN	21,43	20,81	30,44	28,99
FAD	7,96	11,31	17,4	16,12
LAD	0,95	0,83	1,62	1,33
<b>Composición Química Calculada</b>				
Proteína	15,00	15,00	15,00	15,00
Energía Digestible	2800	2864	2800	2800
Extracto Etéreo	5,42	4,00	4,00	5,33
FDN	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

#### 5.2.4. *Enfoque metodológico*

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

#### 5.2.5. *Diseño experimental*

Se aplicó un diseño de bloques al azar, con arreglo factorial de 2x2 (niveles de fibra insoluble x niveles de fibra soluble), con 10 repeticiones, donde cada animal constituye una unidad experimental.

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

Para el inicio del experimento los 40 animales destetados de 15 días edad, se ubicaron en jaulas metabólicas individuales donde se les administro los cuatro tratamientos respectivamente, la investigación se realizó durante 10 días, siete días de adaptación y tres de experimento. Las dietas fueron suministradas *ad libitum* y al final se calculó el consumo real de alimento por animal, la recolección de las heces se realizó individualmente a la 07H00, fueron pesadas y almacenadas refrigeración a una temperatura de 4° C, posteriormente se llevaron al laboratorio de suelos, agua y bromatología de la Universidad Nacional de Loja para realizar los respectivos análisis.

#### 5.2.7. *Variables evaluadas*

- **Composición química de las dietas y heces**

Para el análisis de la composición química de las dietas y heces se utilizaron los protocolos de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2016) para determinar materia seca y humedad (934.01), cenizas (923.03), fibra detergente neutra (FDN) 2002.04; fibra detergente ácida (FDA) 973.18; lignina detergente ácida (LDA) 973.18) y grasa cruda (2003.06).

- **Digestibilidad *in vivo* de nutrientes**

Se calculará el coeficiente de digestibilidad *in vivo* (*DIV*) expresado en forma porcentual de materia seca, materia orgánica, fibra detergente y extracto etéreo, aplicando la fórmula descrita por Crampton y Harris (1974):

$$Cd = \frac{CM - EM}{CM} \times 100$$

Donde:

Cd= Coeficiente de digestibilidad

CM=Materia consumida

EM=Materia excretada

#### **5.2.8. Análisis estadístico**

Se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) a través de un análisis de varianza (ANOVA) mediante el procedimiento MIXED del SAS, donde los principales factores de variación van a ser las dietas experimentales con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble, el factor aleatorio será la camada. Las medias se compararán por medio de un T-test protegido. Los p valores  $\leq 0.05$  serán considerados significativos.

#### **5.2.9. Consideraciones éticas**

La investigación se llevó a cabo de acuerdo con el ordenamiento de normas bioéticas internacionales de bienestar animal en el “Código Orgánico del Ambiente” (ROS N.º 983, Ecuador).

## 6. Resultados

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis de digestibilidad de materia seca, materia orgánica, extracto etéreo, fibra detergente neutra, fibra detergente acida y lignina detergente acida (%).

**Tabla 3.** Digestibilidad de nutrientes en dietas con diferentes niveles inclusión de fibra soluble e insoluble para de cuyes durante la etapa de post destete.

Niveles de fibra	DIGESTIBILIDAD <i>IN VIVO</i> , (%)					
	DMS	DMO	DEE	DFDN	DFDA	DLDA
<b>Niveles de fibra soluble</b>						
Alta	70,6	71,3	85,4	32,9	32,8	8,9
Baja	71,5	71,9	83,4	39,6	34,7	23,7
<b>Niveles de fibra insoluble</b>						
Alta	67,9	68,4	85,4	35,4	35,8	23,1
Baja	74,2	74,8	83,4	37,1	31,6	9,5
<b>Fibra soluble * insoluble</b>						
AS*AI	66,7	67,3	86,9	30,7	30,4	11,6
AS*BI	74,6	75,2	83,8	35,3	35,2	6,1
BS*AI	69,1	69,5	83,9	40,1	41,2	34,5
BS*BI	73,9	74,3	82,9	38,9	28,1	12,8
<b>EEM</b>						
Soluble	2,94	2,9	1,61	6,42	6,64	9,07
Insoluble	2,86	2,82	1,54	6,27	6,48	8,79
Soluble*Insoluble	3,23	3,19	1,88	6,9	6,87	9,99
<b>P valor</b>						
Soluble	0,681	0,769	0,199	0,115	0,657	0,035
Insoluble	0,001	0,001	0,089	0,558	0,184	0,010
Soluble*Insoluble	0,346	0,338	0,375	0,346	0,009	0,115

Se detecto diferencia significativa ( $p=0,001$ ) con la inclusión de bajo de fibra insoluble para la digestibilidad de materia seca y materia orgánica con 74,2 y 74,8%, para digestibilidad de lignina con niveles de bajo de fibra soluble y alto de insoluble obteniendo datos de 23,7 y 23,1% y para la digestibilidad de fibra detergente acida se detectó una diferencia significativa ( $p=0,009$ ) con la interacción del nivel bajo de fibra soluble y alto de insoluble con 41,2%; se detectó que la inclusión de un nivel alto de fibra insoluble tiende ( $p=0,089$ ) a mejorar la digestibilidad de EE.

No se evidencia diferencia estadística con la inclusión de fibra soluble para digestibilidad de materia seca, materia orgánica, extracto etéreo, fibra detergente neutra y fibra detergente acida alcanzando promedios de 71,1; 71,6; 84,4; 36,3 y 33,8%

respectivamente; así como, con la inclusión de fibra insoluble en digestibilidad de fibra detergente neutra y acida con las medias de 36,3 y 33,7%; al igual que la interacción de la fibra soluble\*insoluble en digestibilidad de materia seca, materia orgánica, extracto etéreo, fibra detergente neutra y lignina detergente acida obteniendo promedios de 71,1; 71,6; 84,4; 36,3 y 16,3%.

## 7. Discusión

### 7.1. Digestibilidad de materia seca (DMS) y materia orgánica (DMO).

En el presente estudio los cuyes alimentados con niveles bajos de fibra insoluble presentaron el 74,2 y 74,8% de digestibilidad para materia seca y orgánica, datos que son superiores a estudios realizados con fuentes de fibra insoluble en la alimentación de esta especie como es el caso de Estrella (2022), quien incluyó en dietas el 14% de chilena como fuente de fibra insoluble en cuyes de 90 días y obtuvo DMS y DMO de 67,2 y 83,6% respectivamente; y a los de Meza *et al* (2012), que en cuyes machos de 9 meses de edad alimentados con forrajes arbustivos tropicales reportan datos para morera (*Morus alba*) (55,9; 59,6%), caraca (*Erythrina poeppigiana*) (41,4; 36,4%), botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (62,7; 62,7%) y cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis*) (62,7; 62,9%) según corresponde. Así mismo Sotelo *et al* (2020), reportan DMS de 66,3% y DMO de 66,13%, con la utilización de forraje seco de mucuma (*Mucuna pruriens*) para determinación de digestibilidad y energía digestible en cuyes machos de tres meses de edad; mientras que Cuibin *et al* (2020), con la inclusión de subproducto de trigo (60%) y harina de kudzu (40%) en la dieta para cuyes machos de 3 meses de edad alcanzan 42,9% de DMS y 40,6% de DMO; Caguana, (2017), con inclusión del 8; 16 y 24% de harina de achira (*Canna indica*) sobre la digestibilidad de cuyes criollos de 2 meses de edad en etapa de engorde alcanzaron porcentajes para DMS (69,8; 69,2; 69,9%) y DMO (67,8; 67,6; 70,8%); Rivera *et al* (2016), determinó la DMS en cuyes machos adultos, utilizando cuatro variedades de *Brachiaria spp*, obteniendo los siguientes valores: 72% con mulato (*Brachiaria hibrido*), 80% amargo (*Brachiaria decumbens*), 71% toledo (*Brachiaria brizantha*) y 88% marandu (*Brachiaria brizantha*); y Meza (2021), quien evalúa dietas para cuyes de siete semanas de edad con la inclusión de 100% cascara y 90% cascara+10%pepa de maracuyá deshidratada y molida, obteniendo 89,5 y 47,1% respectivamente.

Estudios sobre inclusión de fibra soluble e insoluble en la alimentación de conejos y su efecto sobre la digestibilidad de los nutrientes nos señala, Farias *et al* (2018) quienes determinan el efecto del nivel de fibra soluble (Bajo-8,7%/Alto-12,8%) e insoluble (Bajo-31,4%/Alto-39,3%) sobre la digestibilidad fecal de materia seca en conejos destetados a los 28 días de edad, obteniendo una mejor digestibilidad con 66% de DMS en el

tratamiento dos BFI(31,4%) - AFS(12,8%). Así mismo Gómez *et al* (2004), quienes evaluaron el efecto de tres dietas con diferentes niveles de fibra soluble usando cascarilla de avena, alfalfa y pulpas (7,1; 9,3 y 11,7%) en alimentación de conejos destetados de 25 días, teniendo resultados de digestibilidad fecal aparente de materia seca de 65,1; 67,2 y 70,3% según corresponde. Carabaño *et al* (1998), quienes formularon cinco tratamientos e incluyeron como única fuente de fibra a la torta de pimentón, hoja de olivo, heno de alfalfa en un 75%; y cascarilla de soja y cascarilla de girasol en un 62% en las dietas, obteniendo DMS de 73% (torta de pimentón), 49% (hoja de olivo), 59% (heno de alfalfa), 64% (cascarilla de soja) y 44% (cascarilla de girasol) en conejas.

En el presente estudio se obtuvieron mejores coeficientes de DMS y DMO con la inclusión de fibra insoluble baja, esto debido a su importancia para promover un tránsito intestinal regular evitando la obstrucción de la ingesta en el intestino y estreñimiento, conjuntamente, contribuye en la actividad fermentativa del ciego y producción de ácidos grasos volátiles (Arce *et al*, 2019); por otro lado, la participación de la fibra soluble durante el proceso digestivo forma geles a nivel intestinal prolongando la permanencia de la ingesta y consecuentemente se dará una mayor digestión enzimática (Almeida *et al* 2014), permitiendo una mayor absorción de nutrientes, al interactuar ambos tipos de fibra con niveles adecuados podemos obtener un mejor aprovechamiento de los nutrientes al mismo tiempo que se mantiene la salud intestinal (Valverde, 2021). La fracción insoluble presente en el tracto gastrointestinal al aumentar el tamaño del bolo fecal distiende las paredes intestinales, activando los mecanoreceptores, produciendo reflejos que estimulan la propulsión y evacuación intestinal (Sastre, 2003). Además, esto favorece al aumento en el peso y longitud del tracto gastrointestinal del cuy, esto permite un mejor desarrollo de intestino y ciego, lo que influye directamente en la capacidad de digerir y absorber nutrientes, mejorando también la retención y fermentación de partículas fibrosas (Calva, 2021). Cuando de fermentación se trata la fibra soluble produce una mayor concentración de gases, por su alta fermentabilidad pudiendo producir una mayor cantidad de ácido a nivel cecal, sin embargo, la fibra insoluble tiene un efecto estabilizante en el pH del ciego, por lo que mantiene un pH cecal apropiado, evitando tener fluctuaciones drásticas del mismo, crucial para proporcionar una salud digestiva adecuada en cuyes (Sanchez, 2023).

## **7.2. Digestibilidad de fibra detergente neutra (DFND), fibra detergente acida (DFDA) y lignina detergente acida (DLDA).**

El promedio de DFND fue de 36,25% tanto para fibra soluble, insoluble e interacción entre ambas, al respecto Caguana (2017), quien incluyo en la dieta para cuyes de dos meses de edad la de harina de achira (almidón) como fuente de fibra soluble en porcentajes de 8, 16 y 24% y alcanzando digestibilidades FND de 39,6, 40,2 y 34,3% respectivamente. Por su parte Lluay (2021), realizo un estudio del efecto de dietas a base de forrajes arbustivos en cuyes de mes y medio de edad, utilizando el 40% de inclusión de alfalfa (*Medicago sativa*), 40% de chilca (*Baccharis floribunda*), 40% de eneldo (*Anethum graveolens*), reportando DFND de 58,6; 49,7; 21,6% en cada uno.

Investigaciones en conejos muestran digestibilidades de fibra soluble como es el caso de Gómez *et al* (2004), quienes evaluaron en alimentación de conejos destetados de 25 días de edad el efecto de la adición de 7,1% cascarilla de avena, 9,3% alfalfa y 11,7% pulpa de remolacha y manzana y determinaron la DFDN de cada una reportando 26,1%, 31,2% y 37,4%, mientras que Arce *et al* (2019), en el estudio del efecto de 5 dietas formuladas con el 20% de pulpas de remolacha (PR) de diferentes fábricas de España en conejos de 42 días de edad, obteniendo valores de 30,9; 30,2; 26,9; 28,4 y 31,9%; mientras que Abad *et al* (2015), en conejas adultas valoran el efecto de diferentes niveles de fibra, 8,5% (bajo) alfalfa deshidratada, 10,2% (media) pulpa de remolacha y manzana, y 14,5% (alta) cascara de avena y proteína de soja reportando una DFND de 39,6%.

La DFDA expresa un valor de 41,2% con la interacción de niveles de fibra soluble bajo y fibra insoluble alta, dato que es superior al que obtuvo Caguana (2017), con la inclusión de 8, 16 y 24% de harina de achira en cuyes en etapa de engorde de dos meses de edad, obteniendo DFDA de 32,8; 27,1; 23,5%; Lluay (2021), quien utilizo el 40% de inclusión de alfalfa (*Medicago sativa*), 40% de chilca (*Baccharis floribunda*), 40% de eneldo (*Anethum graveolens*), reportando DFNA de 57,6; 43,7; 11,2%; Gómez *et al* (2004), quienes evaluaron el efecto de tipo de fibra (cascarilla de avena, alfalfa, pulpas) en alimentación de conejos destetados de 25 días, teniendo resultados de DFDA 12,3; 14,2 y 26,2 según corresponde; y los datos obtenidos por Arce *et al* (2019), quienes estudiaron el efecto de la inclusión de pulpas de remolacha (PR) de diferente origen en la

digestibilidad de nutrientes en conejos de 42 días de edad, teniendo DFDA de 18,5; 19,2; 14,9; 16,0 y 18,3%.

Al interactuar la fibra insoluble con la fibra soluble en niveles adecuados, se va a mantener la salud intestinal al mismo tiempo que se hay un mejor aprovechamiento de los nutrientes, en este sentido la acción de la fibra soluble crea un ambiente viscoso para prolongar la permanencia de la ingesta y de esta manera aumentar la digestibilidad de nutrientes, con la inclusión de mayores niveles de fibra insoluble habrá una mejor digestibilidad de fibras (FDN, FDA, LDA) ya que el cuy aprovecha de mejor manera este tipo de fibra por su gran capacidad fermentativa del ciego (Herrera, 2012). La adición de la fibra en las dietas, sirve como sustrato para la microbiota intestinal del ciego, en donde favorece su capacidad fermentativa y de esta manera hay mejor aprovechamiento de los nutrientes, se da la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B (FAO, 2022). Además de promover la diversidad microbial, mantiene la integridad, desarrollo y fortalecimiento de la barrera mucosa, debido a que se reduce el riesgo de ingreso de agentes patógenos y por medio de la fibra se derivan los AGCC que participan en la reparación epitelial (Zhang, 2022).

El cuy a diferencia del conejo, puede aprovechar de una manera más eficiente las fracciones de fibra gruesas ya que posee un ciego más desarrollado y la retención de la ingesta en el tracto digestivo es mayor (Abad, 2015). El ciego cumple un papel importante gracias a que posee una trampa de moco, en donde no hay selectividad únicamente de partículas finas y fluidas, sino que partículas gruesas pueden ser aprovechadas sin problema (Huamani, 2023). En su estructura encontramos al musculo longitudinal de tres tenías y saculaciones que favorecen el almacenamiento y mezcla de la ingesta, y así mismo se facilita la acción de la microbiota que degrada la fibra, elevando la eficiencia para descomponer partículas fibrosas. La fibra insoluble en el ciego estimula la fermentación, debido a que su presencia significa la activación bacteriana (Gidenne, et al 2020), obteniendo una mejor producción y mayor concentración de ácidos grasos volátiles y productos como el lactato y succinato los cuales sirven de sustrato para algunas bacterias (Chauca, 1997). De esta manera el cuy obtiene su fuente principal de energía, mejora la digestión y absorción de nutrientes, síntesis de proteínas microbianas, vitaminas y mantiene la salud intestinal (FAO, 2022).

Los valores de DLDA en el presente estudio presentaron diferencia estadística obteniendo una mejor digestibilidad con la inclusión de nivel bajo de fibra soluble (23,7%) y alto en insoluble (23,1%) relativamente bajo, ya que lignina por su estructura tridimensional y su alta densidad presente en la fibra insoluble resiste a la degradación por los microorganismos, siendo un componente indigerible que no se puede descomponer fácilmente y en el caso de los forrajes cuanto más maduros su contenido de lignina aumenta, reduciendo así su digestibilidad (Herrera, 2013). Esta fracción indigerible al encontrarse envolviendo a la celulosa y hemicelulosa pueden impedir su degradabilidad, cuando la lignina se encuentran en porcentajes altos en un alimento va a afectar negativamente sobre la digestibilidad de materia seca y energía. Además, posee compuestos que pueden formar complejos estables con proteínas que pueden hacerlas indigestibles (Granja, et al 2011).

### **7.3. Digestibilidad de extracto etéreo (DEE).**

La DEE tiende a mejorar con inclusión de fibra insoluble alta alcanzando porcentajes de 85,4%, resultados que son superiores a los obtenidos por Meza *et al* (2012), quienes evalúan el efecto en la digestibilidad de extracto etéreo en cuyes de 9 meses de edad utilizando 4 fuentes arbóreas reportando DEE de 68,6% con morera (*Morus alba*), 35,8% con caraca (*Erythrina poeppigiana*), 83,6% con botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y 69,9% con cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis*). Los resultados obtenidos por Sotelo *et al* (2020), quienes reportan DEE de 60,2% con la utilización de forraje seco de mucuna (*Mucuna pruriens*) para determinación de digestibilidad y energía digestible en cuyes machos de 3 meses de edad. Huarco (2012), en el estudio de digestibilidad utilizando semilla despigmentada de achiote (90% MS) y alfalfa antes de la floración (10% MS) en dietas para cuyes de 5 meses de edad, quien obtuvo resultados de DEE de 78,9 % con achiote húmedo (T1) y 65,9% con achiote molido mediano (T2). Los datos obtenidos por Delgado (2019), para DEE de 23,5 y 31,9% con la utilización de 30% de morera (*Morus alba*) y 40% de mucuna (*Mucuna pruriens*) en la alimentación de cuyes de 2 meses de edad. Y Cuibin *et al* (2020), quienes formularon una dieta de una mezcla entre subproducto de trigo (60%) y harina de kudzu (40%) para determinar digestibilidad y energía digestible en cuyes machos de 3 meses de edad, obteniendo una DEE de 71,7%.

Según la FAO (2022) la grasa le proporciona al animal una fuente de energía, misma que actúa en la regulación de procesos metabólicos e interviene en el crecimiento saludable del mismo. Además, de ser la responsable de proveer las características organolépticas a la carne como textura y sabor, haciéndola más apetecible y sustanciosa (Flores, 2015). El cuy lleva a cabo la digestión y absorción de lípidos principalmente en el intestino delgado, donde las lipasas pancreáticas y bilis se encargan de emulsificar y descomponer los triglicéridos en ácidos grasos libres y mono acilglicéridos, que posteriormente serán absorbidos por los enterocitos de la pared intestinal (Cordoba, 2008). La participación de fibra dietética tiene un impacto significativo en la digestibilidad de la grasa, ya que la fracción insoluble de la fibra, aunque menos fermentable crea un ambiente favorable para que las bacterias actúen sobre la fibra y el contacto entre nutrientes y bacterias fermentadoras sea más eficiente durante la fermentación, favoreciendo su crecimiento y actividad microbiana. Por su parte la fibra soluble durante la fermentación se descompone en AGCC (acetato, propionato y butirato), fuente principal de energía para las células del intestino, que además son absorbidos para participar en los procesos regulatorios del metabolismo lipídico sistémico (Escudero & Gonzales, 2006). Estos ácidos grasos obtenidos como producto de la fermentación permiten recuperar parcialmente la energía que no se logró digerir en las porciones anteriores del tracto digestivo, en este sentido para mantener la salud digestiva y metabólica del cuy depende especialmente de una dieta rica en fibra (Sastre, 2003). La capacidad que tiene la fibra insoluble de unirse a los ácidos biliares en el intestino, hace que al momento de la reabsorción algunos ácidos biliares no se absorban y sean excretados en las heces, lo que estimule al hígado a una mayor síntesis para compensar esa pérdida y de esta manera asegurar una cantidad suficiente de ácidos biliares disponibles para la emulsificación y degradación de las grasas y de esta manera tener un impacto positivo en su digestibilidad (Hernández, et al 2010).

## **8. Conclusión**

De acuerdo a los resultados del presente estudio, se concluye:

- La inclusión de fibra insoluble tuvo un efecto positivo sobre la digestibilidad de Materia seca, materia orgánica, mientras que se determinó una tendencia para extracto etéreo.
- La digestibilidad de fibra detergente neutra no tuvo un efecto positivo con la inclusión de niveles de fibra soluble e insoluble, así como la interacción entre ambas., sin embargo, la digestibilidad de fibra detergente acida mejoro con la interacción de fibra insoluble alta y fibra soluble.
- La inclusión de niveles altos de fibra insoluble y bajo de fibra soluble mejoro la digestibilidad de lignina detergente acida.

## **9. Recomendaciones**

- Valorar coeficientes de digestibilidad con diferentes fuentes de fibra soluble, que pudieran tener mejor disponibilidad en nuestro medio y que se puedan incluir como parte de la dieta en cuyes en las diferentes etapas.
- Evaluar el coeficiente de digestibilidad utilizando animales en etapa adulta considerando que cuentan con un tracto digestivo desarrollado completamente.

## 10. Bibliografía

- Aceijas, L. (2014). Efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (*Cavia porcellus*) en la provincia de Cajamarca. Perú.
- AOAC. (2016). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales. Obtenido de [www.aoac.org](http://www.aoac.org)
- Angarita, R. (2005). Manual para la elaboración artesanal de productos cárnicos utilizando carne de cuy (*Cavia Porcellus*). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*.
- Argote, F; & Cuervo, R. (2012). Agroindustrialización de la carne de cuy. *Revista Guillermo de Ockham*. Vol.10.
- Bernal,W; Vazquez, H, (2021). Improved production rates in guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the growth phase, fed flour Bituca (*Colocasia esculenta*). *Agropecuaria Science and Biotechnology*. Perú. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20211.657>
- Caguana, M. (2017). Efecto de la achira (*Canna edulis*) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de nutrientes en cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de engorde. *Universidad técnica de Ambato*. Tungurahua – Ecuador.
- Calva, M. (2021). Evaluación del efecto de la fibra insoluble en el tracto digestivo de cuyes en cebo. *Archivo digital Universidad Nacional de Loja*.
- Caprita, R., Caprita, A., Cretescu, I., Ursulescu, G., y Nicu, V. (2013). Estimation of in vitro dry matter solubility and protein digestibility of barley grains. *Lucrări Stiintifice - Seria Zootehnie*, 60, 232-235.
- 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. *Mosquera (Colombia)*. AGROSAVIA
- Chauca de Zaldívar, L. (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). (Vol. 138). La Molina.

- Chauca, L. (2017). Producción de cuyes en los países andinos. *Manual de la FAO*. (En línea) Colombia. Formato PDF. Obtenido de <http://www.fao.org/3/W6562S/w6562s01.htm>
- Crampton, E. W., y Harris, L. E. (1974). Nutrición animal aplicada: El uso de los alimentos en la formulación de raciones para el ganado. 2da ed. Zaragoza: Editorial Acribia
- García, F. (2009). Evaluación de fuentes proteicas por medio de digestibilidad in vivo e in vitro para elaboración de dietas de juveniles de Jurel, *Seriola lalandi dorsalis*. Ensenada, Baja California, México.
- García, J., Carabaño, R., Blas, C., García, A. (2006). Importancia del tipo de fibra: nuevos conceptos y ejemplos para su aplicación en cunicultura. FEDNA.
- Chavez, I; Avilés, D. (2022). Caracterización del sistema de producción de cuyes del cantón Mocha, Ecuador. Scielo. Vol.33. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v33i2.22576>
- Condori, R. (2014). evaluación de bajos niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) con exclusión de forraje. Perú.
- FAO. 2022. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) (en línea, sitio web). <https://www.fao.org/3/W6562s/w6562s.htm>
- Flores, C; Duarte, C; &, Salgado, I. (2016). Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. *Ciencia y Agricultura*, vol. 14, núm. 1, pp. 39-45
- Flores, C; Roca, M; Tejedor, R; Salgado, I; Villegas, N. (2015). Contenido de ácidos grasos en carne de cuy. *Ciencia y Agricultura (Rev Cien Agri)* Vol. 12.
- Francia de Zaldívar, L. (2007). Reality and perspective of guinea pig breeding in the Andean countries. *Archivos Latinoamericanos De Producción Animal*. Vol. 15. [https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs\\_files/article/view/2743#:~:text=The%20guinea%20pig%20has%20always,them%20to%20generate%20rural%20jobs.](https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/2743#:~:text=The%20guinea%20pig%20has%20always,them%20to%20generate%20rural%20jobs.)

- Horwitz, W., y Latimer, G. (2005). Official methods of analysis of AOAC international. Obtenido de OAC International.
- Huamani, G; Zea, O; Gutiérrez, G; Vílchez, C. (2016). Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Rev. investig. vet. Perú Vol.27. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
- Imam, J; Hambolu, J; Onyeanusi, B; Ayo, J; Sulaiman, M. (2021). Morphological and Morphometric Studies of the Gastro-intestinal Tract of the Guinea Pig (*Cavia porcellus* – Linnaeus, 1758). (Vol. 14).
- Jacome, J. (2016). “Validación del Método Gravimétrico para la Determinación de Grasa en el Laboratorio Ecuachemlab Cía. Ltda.” Ambato-Ecuador.
- Parra, J; &, Gómez, A. (2009). Importancia de la utilización de diferentes técnicas de digestibilidad en la nutrición y formulación porcina. Rev.MVZ Córdoba 14(1):1633-1641
- Lagos, E. (2013). Productividad de los cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con la mezcla maralfalfa (*Pennisetum* sp)-Ramio (*Boehmeria nivea*) bajo fertilización mineral y orgánica, en clima medio. Universidad e Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/2923/1/89538.pdf>
- León, Z; Silva, E; Wilson, A; Callacna, M. (2016). Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. Scientia Agropecuaria vol.7. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.14>
- López, M. (2017). Uso de fibra en nutrición de animales de compañía. <https://es.linkedin.com/pulse/uso-de-fibra-en-nutrici%C3%B3n-animales-compa%C3%B1a-miguel-lopez>
- Meza, V. (2021). Determinación de la digestibilidad y de energía digestible de la pepa y la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Agraria. Lima – Perú

- MAG. (2015). Mas de 710 mil familias se dedican a la crianza de cuyes en el país. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/2015/1/mas-de-710-mil-familias-se-dedican-a-la-crianza-de-cuyes-en-el-pais>
- Ojeda, M. (2012). Evaluación del Grado de Homologación Analítica de Forrajes y Concentrados en Laboratorios Nacionales. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile.
- 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*). Scielo. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19495>
- Paredes, M. (2021). Efectos de la suplementación de treonina sobre el rendimiento productivo, carcasa y pesos de órganos de cuyes de engorde con alimentación mixta. Scielo. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i6.21701>
- Quintana, I; Martínez, G; López, A; Pérez, J; Jiménez, N. (2003). Control gravimétrico en la nutrición parenteral. Nutr. Hosp. vol.18 Madrid.
- Rasgado, S; Trejo, M; Pascual, S. (2016). Extracción de fibra en residuos agroindustriales de piña para su aplicación en alimentos funcionales. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 1, No.1
- Seccir. (2008). Hidratos de carbono: La base de nuestra alimentación, abordaje nutricional y gastronómico. GAN: Nutrición y Gastronomía. <https://www.seccir.es/cursos-online-gratuitos/item/gan-nutricion-y-gastronomia>
- Vivas, J. (2013). Especies alternativas: Manual de crianza de cobayos (*Cavia porcellus*). UNA, 81 p.
- Usca, J., Flores, L., Tello, L., & Navarro, M. (2022). Manejo general en la cría del cuy. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*

## 11. Anexos

### Anexo 1. Limpieza y acondicionamiento de instalaciones.



### Anexo 2. Preparación de los tratamientos experimentales.



**Anexo 3.** Unidades experimentales asignadas a cada tratamiento.



**Anexo 4.** Pesaje y recolección de las muestras de heces de cada cuy.



**Anexo 5.** *Análisis bromatológico de los tratamientos y muestras de heces en laboratorio.*



**Anexo 6. Certificación de la traducción del resumen**

**CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN**

Loja, 05 de febrero de 2025

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 **Digestibilidad de dietas con diferentes niveles de fibra soluble e insoluble en cuyes (*Cavia porcellus*) durante la etapa de post destete** de la autoría de: **Hania Soledad Prado Paladines**, portadora de la cédula de identidad número **1150802807**

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. -

Lic. Viviana Valdivieso Loyola Mg. Sc.  
1103682991

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

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