



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Medicina Veterinaria

# “Estudio del efecto de diferentes fuentes de fibra soluble sobre la integridad de la mucosa intestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) en el post destete”

Trabajo de Integración Curricular,  
previa a la obtención del título de Médico  
Veterinario

**AUTOR:**

Jorge Luis Pacheco Ludeña

**DIRECTOR:**

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, Ph.D

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, **ABAD GUAMAN RODRIGO MEDARDO**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Estudio del efecto de diferentes fuentes de fibra soluble sobre la integridad de la mucosa intestinal en cuyes (Cavia porcellus) en el post destete**, perteneciente al estudiante **JORGE LUIS PACHECO LUDEÑA**, con cédula de identidad N° **1105908014**.

### 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



RODRIGO MEDARDO  
ABAD GUAMAN

F)

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-002800

1/1  
Educamos para Transformar

## **Autoría**

Yo, **Jorge Luis Pacheco Ludeña**, declaro ser autor 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:** 1105908014

**Fecha:** 10 de enero del 2025

**Correo electrónico:** jorge.pacheco@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0997984118

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

Yo, **Jorge Luis Pacheco Ludeña**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Estudio del efecto de diferentes fuentes de fibra soluble sobre la integridad de la mucosa intestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) en el post destete**, como requisito para optar por el título de **Médico Veterinario**, 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, en la ciudad de Loja, a los diez días del mes de enero de dos mil veinticinco.

**Firma:**



**Autor:** Jorge Luis Pacheco Ludeña

**Cédula:** 1105908014

**Dirección:** Esteban Godoy calle Segundo Chimborazo y Teniente Geovany Calle

**Correo electrónico:** jorge.pacheco@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0997984118

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, Ph.D.

## **Dedicatoria**

El presente Trabajo de Integración Curricular está dedicado para mis padres, hermano y hermanas, los cuales han sido un pilar fundamental para mi desarrollo académico y personal, ya que con su guía constante supieron ayudarme a culminar esta parte de mi formación. De igual manera a mis compañeros de forma especial Naye, Kat, Eze, Axel y Alexander.

*Jorge Luis Pacheco Ludeña*

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que, con su apoyo y dedicación, hicieron posible este logro. En primer lugar, agradezco mis padres, que, con su amor incondicional, sacrificio y palabras de aliento me impulsaron a superar cada obstáculo. A mis hermanos, quienes han sido mi apoyo emocional y mi refugio. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A la Universidad Nacional de Loja, que no solo me brindó la formación académica necesaria, sino también un espacio para crecer como profesional y como persona. A mi tutor, Rodrigo Abad y docentes como Dra. Rocío Herrera, Dr. Galo Pérez, Dr. Galo Escudero, Dra. Martha Reyes y Dra. Carolina Serrano por su guía constante, su paciencia y sus valiosos aportes durante todo el proceso, ya que son profesionales que supieron inspirarme durante el transcurso de esta carrera.

A mis amigos, por estar presentes, por sus palabras de ánimo y los momentos de compañía que me ayudaron a seguir adelante. Su amistad es un tesoro que llevo conmigo.

Este trabajo es un reflejo del esfuerzo compartido y está dedicado a todos ustedes, quienes han sido una parte fundamental de este recorrido.

*Jorge Luis Pacheco Ludeña*

## Índice de contenidos

Portada.....	ii
Certificación.....	ii
Autoría .....	iii
Carta de autorización .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	x
Índice de anexos.....	xi
1. Título .....	1
2. Resumen.....	2
Abstract.....	3
3. Introducción .....	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1. Fibra en la Alimentación Animal .....	6
4.2. Tipos de Fibra en la Alimentación Animal .....	6
4.3. Fibras Solubles en la Alimentación Animal.....	7
4.3.1. Importancia de la Fibra Soluble en la Alimentación Animal .....	8
4.3.2. Fuentes de Fibras Solubles en la Alimentación Animal .....	8
4.4. Morfometría Intestinal del Cuy .....	9
4.4.1. Capa Mucosa .....	9
4.4.2. <i>Capa Submucosa</i> .....	10
4.4.3. <i>Capa Muscular</i> .....	10
4.4.4. <i>Capa Serosa</i> .....	11
4.5. Integridad Intestinal.....	11
5. Metodología .....	12
5.1. Ubicación.....	12
5.2. Enfoque de la investigación .....	12

<b>5.3.</b>	<b>Dietas experimentales.....</b>	<b>12</b>
<b>5.4.</b>	<b>Diseño Experimental .....</b>	<b>13</b>
<b>5.5.</b>	<b>Toma y Registro de Datos.....</b>	<b>13</b>
<b>5.6.</b>	<b>Procesamiento y Análisis de Resultados.....</b>	<b>14</b>
<b>5.7.</b>	<b>Procedimiento.....</b>	<b>16</b>
5.7.1.	Instalaciones .....	16
5.7.2.	Unidades experimentales .....	16
5.7.3.	Tratamientos .....	16
5.7.4.	Conformación e identificación de los grupos de estudio.....	16
5.7.5.	VARIABLES EN ESTUDIO.....	17
<b>5.8.</b>	<b>Análisis de resultados .....</b>	<b>17</b>
<b>5.9.</b>	<b>Consideraciones éticas.....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>19</b>
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>21</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>22</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>23</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos. ....</b>	<b>26</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Ingredientes de las dietas experimentales en % .....	13
<b>Tabla 2</b> Variables de estudio .....	17
<b>Tabla 3</b> Variables de la mucosa intestinal obtenidas en las diferentes fuentes de fibra soluble en las dietas.....	19

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Solubilidad y fermentabilidad de la fibra dietética .....	7
<b>Figura 2</b> Ubicación de la Quinta Experimental Punzara y centro de investigación desarrollo innovación de nutrición animal de la UNL. ....	12
<b>Figura 3</b> Medidas de estructuras histológicas de vellosidad en la mucosa intestinal del cuy, con alfalfa como fuente de fibra soluble, L1 profundidad de cripta.....	14
<b>Figura 4</b> Medidas de estructuras histológicas de vellosidad en la mucosa intestinal del cuy, con pectina como fuente de fibra soluble, L2 largo de vellosidad.....	15
<b>Figura 5</b> Medidas de estructuras histológicas de vellosidad en la mucosa intestinal del cuy, con pulpa de naranja como fuente de fibra soluble, L3 altura de epitelio. ....	15
<b>Figura 6</b> Medidas de estructuras histológicas de vellosidad en la mucosa intestinal del cuy, con pectina como fuente de fibra soluble, L4 ancho de musculatura. ....	16
<b>Figura 7</b> Efecto de diferentes fuentes de fibra soluble sobre la altura del epitelio en cobayos post destete. ....	19

## **Índice de anexos**

<b>Anexo 1.</b> Adecuación, identificación y desinfección de instalaciones, jaulas y materiales .....	26
<b>Anexo 2.</b> Elaboración de dietas experimentales .....	26
<b>Anexo 3.</b> Pesaje inicial de las unidades experimentales.....	27
<b>Anexo 4.</b> Colocación de alimento y agua acorde al tratamiento de cada unidad experimental	27
<b>Anexo 5.</b> Pesaje y sacrificio de las unidades experimentales .....	27
<b>Anexo 6.</b> Toma y análisis de muestras .....	28
<b>Anexo 7.</b> Resultados recolectados .....	28
<b>Anexo 8.</b> Certificado de traducción de inglés .....	29

## **1. Título**

Estudio del efecto de diferentes fuentes de fibra soluble sobre la integridad de la mucosa intestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) en el post destete.

## 2. Resumen

La inclusión de fuentes de fibras soluble en la alimentación de animales de abasto como los cuyes (*Cavia porcellus*) radica en el cambio que la fibra realiza en el intestino delgado de algunos animales, influenciando la absorción de nutrientes además de la integridad y funcionalidad de la mucosa. Por lo cual en este estudio se evaluaron los efectos de diferentes fuentes de fibra soluble sobre la integridad de la mucosa intestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) en el post destete. Para lo cual se utilizaron 30 cuyes destetados de 15 días de edad de ambos sexos, de tipo A1, a los cuales se le suministró 3 tratamientos a base de fibras solubles, al primer grupo alfalfa, el segundo pectinas y el tercero pulpas de cítricos. Pasados 10 días de tratamiento se sacrificaron para la toma de las muestras correspondientes de la región media del intestino delgado (yeyuno) y se fijaron en formalina al 10%. Las muestras fueron procesadas con la tinción PAS (Periodic Acid-Schiff) y se analizaron la longitud de vellosidades, profundidad de cripta, relación longitud de vellosidades/profundidad de cripta, altura de epitelio de las vellosidades; y, ancho de túnica muscular. Obteniendo como resultado que ninguna de las variables presenta diferencias significativas ( $P \geq 0,1003$ ) tras el suministro de las diferentes dietas, sin embargo, se logró identificar una tendencia con respecto a la altura del epitelio con el alimento que contiene pectina como fuente de fibra soluble. Por todo esto se pudo concluir que no se determinaron efectos significativos con las diferentes fuentes de fibra soluble sobre la integridad de la mucosa intestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) en el post destete.

**Palabras clave:** Cuyes, fibra soluble, altura de epitelio, pectina.

## **Abstract**

The inclusion of soluble fiber sources in the diet of food animals such as guinea pigs (*Cavia porcellus*) is based on the change that fiber makes in the small intestine of some animals, influencing the absorption of nutrients and the integrity and functionality of the mucosa. Therefore, this study evaluated the effects of different sources of soluble fiber on the integrity of the intestinal mucosa in guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the post-weaning period. For this purpose, 30 weaned guinea pigs of 15 days of age of both genders, type A1, were fed 3 treatments based on soluble fibers, the first group with alfalfa, the second with pectins, and the third with citrus pulp. After 10 days of treatment, they were sacrificed to collect the corresponding samples from the middle region of the small intestine (jejunum) and fixed in 10% formalin. The samples were processed with PAS (Periodic Acid-Schiff) stain and the villus length, crypt depth, villus length/crypt depth ratio, villus epithelium height, and muscular tunica width were analyzed. As a result, none of the variables showed significant differences ( $P \geq 0.1003$ ) after feeding the different diets; however, a trend was identified concerning the height of the epithelium with the feed containing pectin as a source of soluble fiber. Therefore, it was concluded that no significant effects were determined with the different sources of soluble fiber on the integrity of the intestinal mucosa in guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the post-weaning period.

**Keywords:** Guinea pigs, soluble fiber, epithelium height, pectin.

### 3. Introducción

Como en la mayoría de mamíferos el destete es un periodo crítico en la vida de los cuyes (*Cavia porcellus*), caracterizado por cambios tanto en la dieta como el ambiente, lo que puede afectar significativamente la integridad de la mucosa intestinal y, por ende, la salud general de los animales. En este contexto, de acuerdo con He et al. (2020) y Franklin et al. (2002) la fibra soluble ha surgido como un componente dietético de interés debido a sus efectos beneficiosos sobre la salud intestinal. En cerdos la fibra soluble se fermenta en el intestino grueso por la microbiota, produciendo ácidos grasos de cadena corta (AGCC) como el butirato, propionato y acetato. Estos AGCC no solo sirven como fuente de energía para las células epiteliales, sino que también tienen propiedades antiinflamatorias y promueven la integridad de la barrera intestinal.

La importancia de analizar el alimento fibroso radica en los cambios físicos que este produce en el intestino delgado, además de su influencia sobre la absorción de nutrientes, pues la fibra total dietética juega un papel muy importante en la nutrición tanto humana como animal (Bosse & Pietsch, 2017). Por otra parte, en estudios realizados por Gómez-Conde et al. (2007) se pudo identificar que un aumento de la fibra dietética soluble en conejos mejora la integridad y funcionalidad de la mucosa, lo cual coincide con el estudio realizado por Carabaño et al. (2013) en donde se concluyó que la inclusión moderada de fibra soluble (12%) mejora la integridad de la mucosa y disminuye la mortalidad.

Sumado a ello, la falta de estudios sobre la interacción de la fibra soluble en cuyes especialmente en el periodo de post destete podría ser causante de problemas en la salud intestinal además de un inadecuado o poco provechoso desarrollo de estos órganos, cuyos efectos a menudo están relacionados con alteraciones en la morfología del epitelio, modificando sus funciones.

Por lo cual resulta interesante realizar la inclusión de diferentes fuentes de fibra solubles en la alimentación de los cuyes pues servirá tanto como aporte en investigación como medio de obtención de una respuesta a cuál es la reacción de la integridad de la mucosa intestinal en esta especie ante tales fuentes de fibra. Los resultados de este trabajo investigativo permiten estudiar el efecto de la inclusión de diferentes fuentes de fibra soluble en la dieta de cobayos (*Cavia porcellus*) sobre la integridad de la mucosa intestinal, las fuentes a ocupar para el aporte de fibra soluble están conformado por pectina, alfalfa y pulpa de cítricos.

Por lo tanto, se planteó como objetivos:

- Evaluar el efecto de fibra soluble (pectina, alfalfa y pulpa de cítricos) sobre la longitud de las vellosidades, profundidad de las criptas y la relación longitud de vellosidad/profundidad de cripta de la mucosa intestinal de cuyes en el periodo post destete.
- Evaluar el efecto de fibra soluble (pectina, alfalfa y pulpa de cítricos) sobre el desarrollo de la capa muscular y la altura del epitelio de la mucosa intestinal de cuyes en el periodo post destete.

## **4. Marco Teórico**

### **4.1. Fibra en la Alimentación Animal**

La fibra está hecha de polímeros de carbohidratos que se extraen de las paredes celulares de las plantas, incluidos compuestos no carbohidratos como la lignina, que no se digieren (Bosse & Pietsch, 2017). La importancia de la fibra, como para otros animales monogástricos, se debe a los efectos sobre la ingesta, la velocidad de tránsito y la funcionalidad de la mucosa (Montagne et al., 2003).

Los aspectos fisiológicos de la fibra pueden tener un impacto significativo en la productividad de los animales, como su impacto en la sensación de saciedad, calidad y consistencia de las heces y su relación con el bienestar animal debido a que pueden presentar menor incidencia en problemas digestivos (Mateos et al., 2006).

A través de las características físico químicas de sus componentes solubles e insolubles, la fibra dietética puede tener una variedad de efectos fisiológicos en el tracto gastrointestinal de las especies monogástricas. La magnitud de esto depende de la forma física y naturaleza química (fuente y procedencia), el tipo de fibra de que se trate, el procesamiento a que se sometió, así como la adaptación y características del animal (edad y peso vivo). El impacto en el consumo voluntario, las secreciones digestivas y absorción, el tránsito intestinal y el metabolismo lipídico son los efectos fisiológicos más significativos (Savón, 2002).

### **4.2. Tipos de Fibra en la Alimentación Animal**

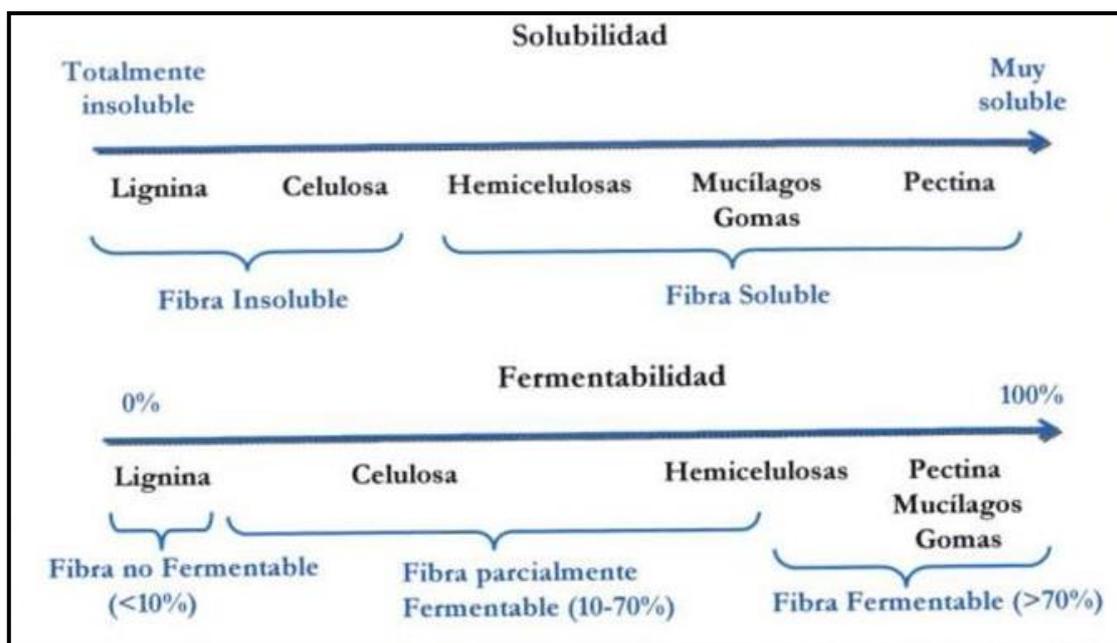
La clasificación de las fibras dietéticas se puede realizar de acuerdo con su nivel de hidratación con el agua, lo que se conoce como solubilidad o insolubilidad (Álvarez & Sánchez, 2006).

Otra clasificación se basa en el nivel de fermentación de las enzimas en el intestino humano. Las propiedades de solubilidad y fermentación están estrechamente relacionadas; por ejemplo, las fibras dietarias de bajo peso molecular (LMWDF) de 3 a 9 grados de polimerización contienen inulina, FOS y GOS, que son solubles y altamente fermentables. Por el contrario, las fibras solubles de alto peso molecular (HMWDF) con más de 9 grados de polimerización contienen almidones resistentes en varios tipos, pectina, goma guar y otros almidones altamente fermentables. La avena se encuentra dentro de las fibras HMWDF con fermentación intermedia. Además, el grupo HMWDF incluye fibras insolubles con baja o escasa fermentación, como salvado de trigo, frutas y verduras; luego, los HMWDF insolubles

no fermentables son la lignina, la celulosa y la metilcelulosa (Vilcanqui-Pérez & Vilchez-Perales, 2017).

Por otra parte, es importante mencionar que debido a que no todas las fibras solubles tienen la misma capacidad viscosa, como la inulina, que forma solución de baja viscosidad, algunos investigadores creen que el criterio de clasificación de la fibra como soluble e insoluble debe quedar obsoleto y proponen su reemplazo por criterios como viscosos y no viscosos o fermentables y no fermentables. No obstante, la clasificación basada en el nivel de hidratación seguirá siendo válida y adecuada, ya que las características fisicoquímicas y los efectos funcionales y fisiológicos dependen del nivel de solubilidad (Slavin, 2005).

En la Figura 1, se puede observar una imagen tomada de Carbajal, (2018), donde se puede observar la solubilidad y fermentabilidad que posee la fibra dietética, esta imagen nos permite observar que fibras son más solubles y fermentable y cuales son más insolubles y no fermentables.



**Figura 1** Solubilidad y fermentabilidad de la fibra dietética

### 4.3. Fibras Solubles en la Alimentación Animal

La fibra soluble es un componente importante de la alimentación animal que se disuelve en agua y forma una mezcla viscosa en el estómago. Se retiene en el tracto gastrointestinal, lo que permite un proceso de digestión más lento y la absorción de nutrientes más prolongada.

Esta fibra también puede generar sensación de saciedad y está presente en frutas, granos, legumbres y verduras (Pacalagua, 2023).

Es importante destacar que entre más solubilidad tenga una fibra, esta será más fermentable (Sánchez-Torres et al., 2022). Por lo que, la fibra soluble se descompone por bacterias en el intestino grueso y aporta varias calorías (Flores, 2019).

#### ***4.3.1. Importancia de la Fibra Soluble en la Alimentación Animal***

La fibra soluble desempeña un papel crucial en la alimentación animal debido a sus diversos beneficios para la salud y el rendimiento de los animales.

De acuerdo con Pacalagua, (2023) una de las principales ventajas de la fibra soluble es su capacidad para formar un gel en el tracto digestivo, lo que ayuda a regular el tránsito intestinal y promueve una digestión saludable. Este gel también puede atrapar sustancias como el colesterol, ayudando así a reducir los niveles de colesterol en sangre y promoviendo la salud cardiovascular de los animales. Además, la fibra soluble fermenta en el intestino grueso, lo que favorece el crecimiento de bacterias beneficiosas, estas bacterias son importantes para la salud intestinal y la función inmunológica de los animales.

Al promover un microbioma intestinal equilibrado, la fibra soluble contribuye a mejorar la eficiencia de la digestión y la absorción de nutrientes, lo que puede tener un impacto positivo en el rendimiento productivo de los animales (Combes et al., 2013). Otra ventaja de la fibra soluble en la alimentación animal es su capacidad para promover la saciedad y reducir la ingesta excesiva de alimentos, lo que puede ser beneficioso en el manejo del peso corporal y la prevención de la obesidad en ciertas especies.

En resumen, la inclusión de fuentes de fibra soluble en la dieta animal es esencial para mantener la salud gastrointestinal, mejorar la eficiencia alimenticia y promover el bienestar general de los animales de producción. La inclusión de fibra soluble en la dieta de los animales puede tener varios beneficios, como mejorar la salud intestinal, regular el tránsito gastrointestinal, reducir la incidencia de enfermedades como la diarrea y mejorar la eficiencia de la utilización de nutrientes.

#### ***4.3.2. Fuentes de Fibras Solubles en la Alimentación Animal***

Entre las principales fuentes de fibra soluble se tiene a la pectina (polisacáridos compuestos por unidades repetidas de ácido galacturónico), por mucílagos (polímeros con bajo

contenido de ácido urónico y naturaleza viscosa), los glucanos y las gomas (compuestas por largas cadenas de ácido urónico, xilosa, arabinosa o manosa). Estas se encuentran principalmente en frutas y verduras, especialmente en manzanas, naranjas, zanahorias, brócoli y cebollas, así como en salvado de avena, cebada, nueces, almendras, avellanas y legumbres, semillas de chía (Cano et al., 2009).

La pulpa de remolacha se utiliza principalmente como una fuente de fibra soluble en las dietas de los conejos y tiene un alto contenido de fibra soluble (20%) y fibra insoluble, que está poco carbonizada (3%) y, por lo tanto, se descompone fácilmente (Abad-Guamán et al., 2017).

#### **4.4. Morfometría Intestinal del Cuy**

De acuerdo con Gómez y Vergara, (1995) la anatomía del aparato digestivo del cuy, se lo puede denominar como un herbívoro monogástrico y debido a la existencia de microorganismos presentes en el ciego. Al igual que en otros herbívoros, el ciego del cuy está habitado por una microbiótica diversa y abundante, responsable de la digestión de los alimentos fibrosos (García et al., 2019). Estos microorganismos son los encargados de descomponer y fermentar la fibra insoluble que no puede ser digerida por el animal, lo que permite la liberación de nutrientes y la producción de ácidos grasos de cadena corta que son absorbidos por el intestino delgado.

Por otra parte, al igual que otros mamíferos la estructura del intestino delgado del cuy está formada por las principales capas: duodeno, yeyuno e íleon, los cuales cumplen funciones específicas para una adecuada y eficiente absorción y digestión de nutrientes (Carcelén, 2021). De igual manera, Sarmiento, (2021) expone que la pared intestinal está conformada por una serie de capas que se dividen en: mucosa, submucosa, muscular y serosa.

##### **4.4.1. Capa Mucosa**

La mucosa del intestino delgado está compuesta por las tres capas ordinarias: una capa cilíndrica simple constituida por: enterocitos, células caliciformes, células de Paneth, pluripotenciales y enteroendocrinas, la lámina propia y la capa muscular de la mucosa (Junqueira & Carneiro, 2006). Es importante mencionar que al estar cubierta por una capa de moco y estar muy plegada en el intestino delgado resulta en la formación de criptas y vellosidades, mientras que no hay vellosidades en el colon (Carcelén, 2021).

La capa mucosa mediante especializaciones como: pliegues circulares, vellosidades y microvellosidades intestinales, criptas intestinales o de Lieberkühn; facilita la digestión y absorción de nutrientes (Junqueira & Carneiro, 2006).

**4.4.1.1. Pliegues Circulares.** Son equivalentes a los pliegues de Kerckring o válvulas conniventes del humano, siendo de desarrollo variable en los mamíferos domésticos y estando conformadas por espirales permanentes de mucosa con un núcleo de submucosa, algunas veces ramificadas, que se pueden extender de dos tercios a más de la circunferencia del intestino, llegando rara vez a formar un círculo alrededor de la luz. (Gasquez & Blanco, 2004; Vallejos, 2014). “Estos pliegues inician en el duodeno, desarrollándose al máximo en el duodeno terminal y yeyuno, para luego ir disminuyendo y desapareciendo a la mitad distal del íleon” (Leeson, et al., 1990).

**4.4.1.2. Vellosidades Intestinales.** Son proyecciones digitiformes y foliadas hacia la luz intestinal, que varía en cada una de las especies de acuerdo a su actividad fisiológica intestinal (Gasquez & Blanco, 2004). Además de acuerdo con Leeson, et al., (1990), sugiere que las vellosidades cuentan con un núcleo de lámina propia cubierto de epitelio, el cual tiene una red capilar compuesta de un vaso linfático, venas y arteriolas, la cual es fenestrada y permeable a las macromoléculas.

**4.4.1.3. Criptas de Lieberkühn.** De acuerdo a lo descrito por Gasquez y Blanco (2004) se presentan en el corte transversal como una luz central revestida de epitelio pues son pequeñas aberturas tubulares que se encuentran entre las vellosidades, representando un aumento de la superficie de la mucosa y se extienden hasta la muscularis mucosae.

#### **4.4.2. Capa Submucosa**

Se encuentra conformado por tejido conectivo moderadamente denso e irregular, el cual sirve de soporte a la red arterial, venosa y linfática que la recorre, así como al plexo nervioso submucoso, interno o de Meissner (Gasquez y Blanco, 2004).

#### **4.4.3. Capa Muscular**

La capa muscular del intestino delgado del cual está compuesta por dos bandas de fibras musculares lisas: la capa circular interna y el longitudinal exterior. Ambas capas están unidas

por un estrato conectivo rico en fibras elásticas, donde se ubica el plexo nervioso mientérico, externo o de Auerbach, controlando la motilidad intestinal (Junqueira y Carneiro, 2006).

#### **4.4.4. *Capa Serosa***

La capa serosa está constituida por una fina capa de tejido conectivo laxo cubierta en su superficie externa por células planas o mesotelio, que representa la parte interna del peritoneo y está intacta, excepto en la zona del borde mesentérico, donde los vasos sanguíneos y nervios se unen a la pared intestinal (Gasquez y Blanco, 2004).

### **4.5. Integridad Intestinal**

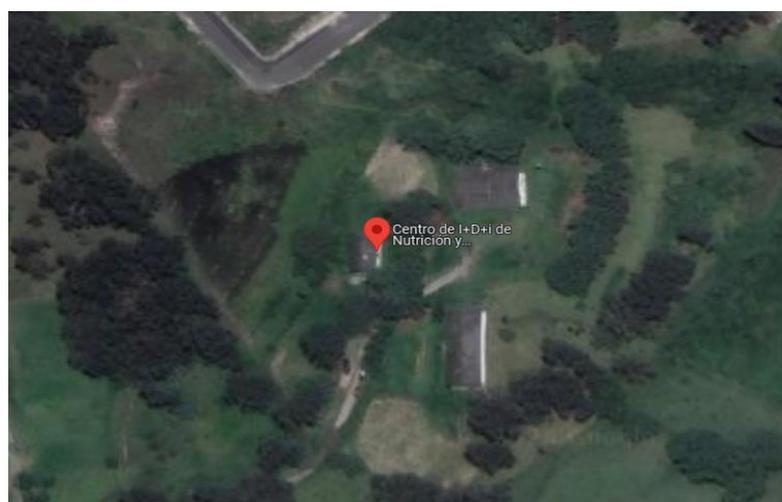
Mantener la integridad intestinal es de fundamental importancia ya que es la barrera final entre el contenido luminal y el hospedero, además de que de esto depende una absorción de nutrientes más eficientemente evitando la presencia y proliferación de microorganismos patógenos. Por otro lado, en estudios realizados por Gómez-Conde et al. (2007) y por Carabaño et al. (2013) se pudo identificar que un aumento de la fibra dietética soluble en conejos mejora la integridad y funcionalidad de la mucosa además de disminuir la mortalidad.

Así bien de acuerdo con Edens (2003) cuando se mantiene la integridad de la barrera intestinal se pueden prevenir enfermedades, lo cual se reflejará en el mantenimiento incremento de los índices productivos y económico de los animales al reducir la mortalidad y morbilidad.

## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro de Experimentación de Nutrición Animal (CIDiNA) localizado en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja al sur oeste de la Ciudad de Loja, en los predios de la institución en el sector “Punzara”, cuya ubicación geográfica es 04°02'11” de latitud sur, 79°12'4” de latitud este, temperatura media 15,8°C, precipitación anual: 1066 mm, humedad relativa media: 75%, con una formación ecológica: Bosque seco-montañoso bajo, tal como se muestra en la **Figura 2**.



***Figura 2** Ubicación de la Quinta Experimental Punzara y centro de investigación desarrollo innovación de nutrición animal de la UNL.*

### 5.2. Enfoque de la investigación

El enfoque investigativo de la presente investigación es cuantitativo debido a que se trabaja con variables numéricas determinadas de forma objetiva.

### 5.3. Dietas experimentales

Se elaboraron tres dietas experimentales con diferentes fuentes de fibra soluble (Tabla 1). Dentro de la formulación de estas raciones se consideró la utilización de ingredientes como: alfalfa, pectina, pulpa de naranja, afrecho de trigo, arrocillo, King Grass 90 días, soya, aceite de palma, melaza, sal, L-Lisina-HCl, DL-Metionina, premezcla vitamínico mineral, vitamina C, carbonato de calcio y bentonita. Las fuentes de fibra soluble fueron alfalfa, pectina y pulpa de naranja.

**Tabla 1** Ingredientes de las dietas experimentales en %

Ítem	Fuentes de fibra soluble		
	Alfalfa	Pectinas	Pulpa de naranja
<i>Ingredientes, % en base fresca del pienso</i>			
Afrecho de trigo	10	10	10
Arrocillo	11,71	12,68	12,34
King Grass 90 días	38,11	40,75	40,46
Soya	27,34	28,23	28,25
Alfalfa	4,20	0	0
Pectina	0	0,23	0
Pulpa de naranja	0	0	0,88
Aceite de palma	3,32	2,72	2,72
Melaza	3	3	3
Sal	0,27	0,2	0,2
L-Lisina-HCl	0	0,01	0
DL-Metionina	0,37	0,37	0,37
Premezcla vitamínico mineral	0,15	0,15	0,15
Vitamina C	0,03	0,03	0,03
Carbonato de calcio	1,12	1,25	1,23
Bentonita	0,4	0,4	0,4

#### **5.4. Diseño Experimental**

Se trató de un estudio experimental con un diseño de bloques al azar, con tres tratamientos para 10 unidades experimentales, en el cual el factor principal de variación es el tratamiento y el factor aleatorio fue la camada, donde cada bloque estuvo constituido por la camada (madre).

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

Las muestras se tomaron a los 10 días del tratamiento, para lo cual se aplicó la técnica de aturdimiento descrita por Close et al., (1986), para lo cual se inmovilizaron las extremidades, la cabeza volteó boca abajo, con ayuda de un objeto firme se aplicó un golpe contundente y preciso en el cabeza seguido del desangramiento, luego se tomó una muestra de la región media del intestino delgado (yeyuno) y se fijó

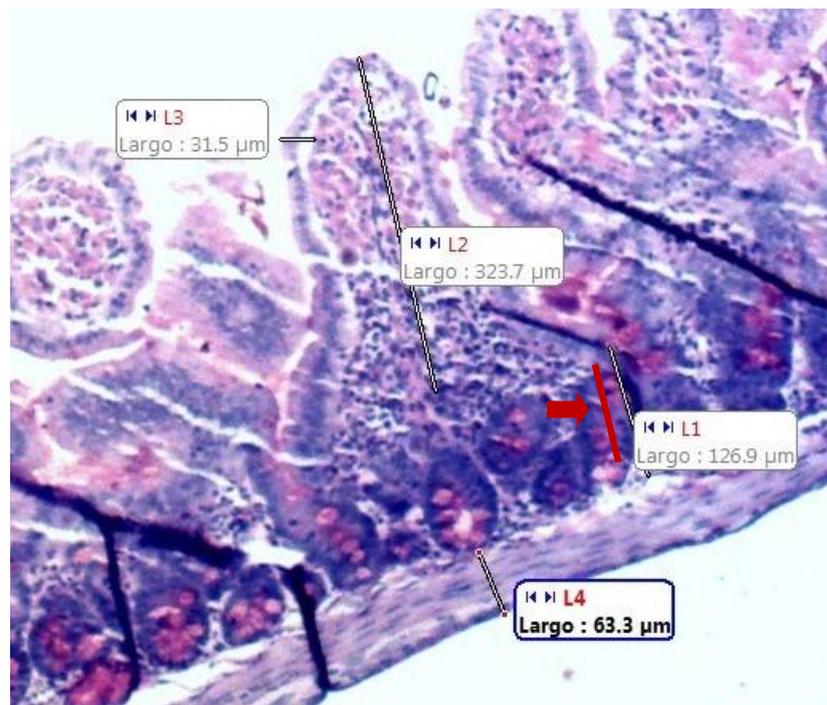
en formalina tamponada al 10 % para el posterior análisis de las variables de estudio. Para la toma de medidas correspondientes se usará un lente número 4x.

### 5.6. Procesamiento y Análisis de Resultados

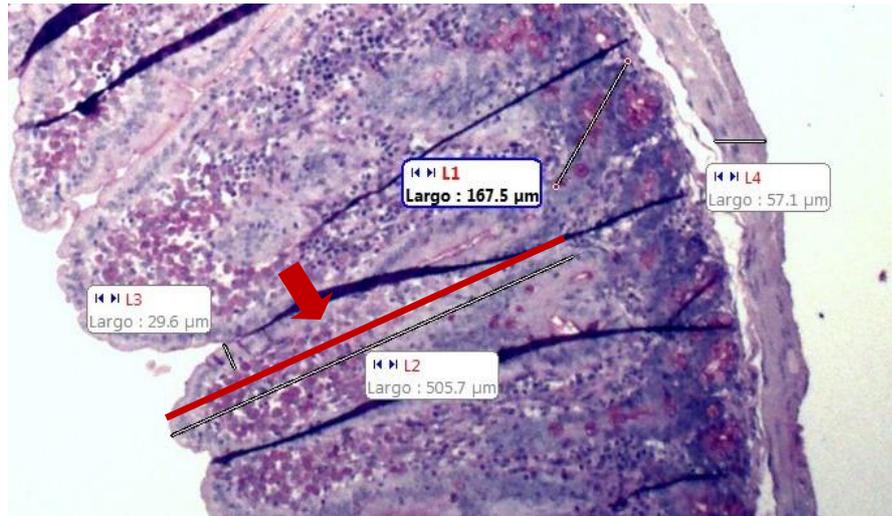
Se llevó a cabo el análisis de varianza a través del procedimiento mixed del SAS On Demand for academics teniendo como factor fijo de variación los tratamientos y cada uno de los bloques de forma aleatoria.

Para la comparación de resultados obtenidos se tomaron 10 medidas de cada animal por cada una de las variables para lo cual se usó un software llamado MOTIC y un microscopio de la misma marca, Modelo BA310, Serie 1120002406. El equipo se calibró con una configuración de 10  $\mu\text{m}$ , un objetivo de 4x.

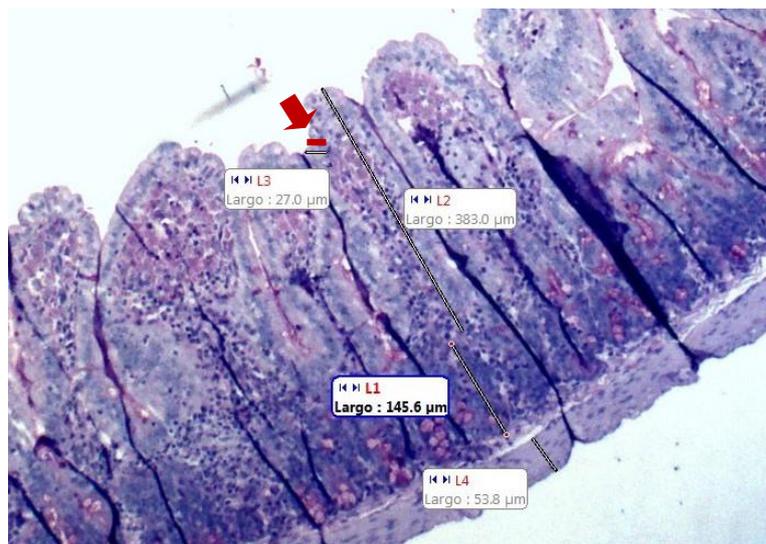
A continuación, se presenta las **figuras 3, 4, 5 y 6**, como ejemplos de las medidas que se obtuvieron de las estructuras histológicas del intestino delgado tomadas de los tratamientos con diferentes fuentes de fibra soluble.



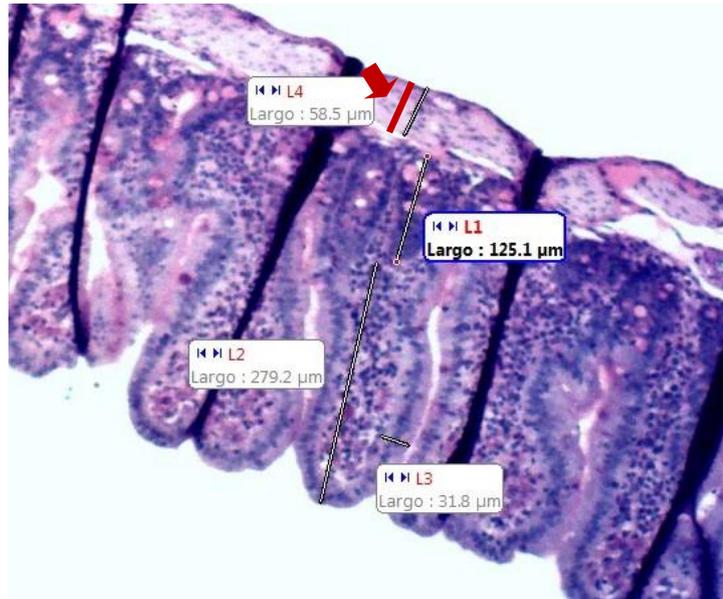
**Figura 3** Medidas de estructuras histológicas de vellosidad en la mucosa intestinal del cuy, con alfalfa como fuente de fibra soluble, L1 profundidad de cripta.



**Figura 4** Medidas de estructuras histológicas de vellosidad en la mucosa intestinal del cuy, con pectina como fuente de fibra soluble, L2 largo de vellosidad.



**Figura 5** Medidas de estructuras histológicas de vellosidad en la mucosa intestinal del cuy, con pulpa de naranja como fuente de fibra soluble, L3 altura de epitelio.



**Figura 6** Medidas de estructuras histológicas de vellosidad en la mucosa intestinal del cuy, con pectina como fuente de fibra soluble, L4 ancho de musculatura.

## 5.7. Procedimiento

### 5.7.1. Instalaciones

Se realizó en el área de digestibilidad del centro de Experimentación de Nutrición Animal (CIDiNA) el cual contó con jaulas individuales para cada uno de los animales para su ocupación durante la experimentación.

### 5.7.2. Unidades experimentales

Para el presente proyecto cada unidad experimental fueron 30 cuyes destetados de 15 días de edad de ambos sexos, de tipo A1.

### 5.7.3. Tratamientos

Se realizaron 3 tratamientos a base de fibras solubles, uno para cada grupo de estudio, con tres tratamientos para 10 unidades experimentales, con un diseño de bloques al azar, el primero tuvo como fuente la alfalfa, el segundo pectinas y el tercero pulpas de cítricos.

### 5.7.4. Conformación e identificación de los grupos de estudio

Se utilizaron 3 grupos de 10 unidades experimentales, de 15 días de nacidos de ambos sexos con dietas de forma aleatoria, los cuales se identificaron como grupo 1 (G1), grupo 2 (G2) y grupo 3 (G3) de acuerdo a la fuente de fibra a utilizar en cada uno de los tratamientos.

### 5.7.5. Variables en estudio

Las variables a evaluadas fueron: tratamientos, longitud de vellosidades, profundidad de cripta, relación longitud de vellosidades/profundidad de cripta, altura de epitelio de las vellosidades; y, ancho de túnica muscular, tal como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2** Variables de estudio

<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores o medidas</b>
Tratamientos	Independiente	Tipo de alimento con diferentes fuentes de fibra soluble	T1: a base de pectinas. T2: a base de alfalfa. T3: a base de pulpas de cítricos.
Longitud de vellosidades	Dependiente	Desde el final de la cripta, hasta el final del borde que presenta la vellosidad.	Micrómetros (µm)
Profundidad de cripta	Dependiente	Desde el borde de su inicio hasta el final de esta	Micrómetros (µm)
Relación longitud de vellosidades/profundidad de cripta	Dependiente	Comparación entre las medidas de longitud de vellosidades y profundidad de cripta	Micrómetros (µm)
Altura de epitelio de las vellosidades	Dependiente	Borde de lateral de la vellosidad hasta el centro de esta.	Micrómetros (µm)
Ancho de túnica muscular	Dependiente	Medida a través de una línea vertical de borde interno a externo de la musculatura.	Micrómetros (µm)
Edad de los cuyes	Variable de control	Edad en semanas o días	Días Semanas
Peso de los cuyes	Variable de control	Peso corporal	Kilogramos (Kg)

### 5.8. Análisis de resultados

Para el cálculo de la ratio se empleó las variables longitud de vellosidad y profundidad de cripta, donde se usó la formula:

$$\text{Ratio} = \text{longitud de la vellosidad} / \text{profundidad de la cripta}$$

Los datos fueron analizados mediante un Diseño Completo al Azar, con un nivel de confianza del 95%. Para el análisis se usó un ANAVA, con un procedimiento mixed del SAS (Sas OnDemand for Academics) en el cual incluyó como principal factor de variación las dietas experimentales, y como variable aleatoria la observación anidada al tratamiento. Para la comparación de las medias se utilizó un Test de t protegido donde los p valores  $\leq 0,05$  fueron considerados como significativos; los valores  $>0,05$  hasta  $0,1$  considerados como tendencia y los valores  $>0,1$  considerados como no significativos.

### **5.9. Consideraciones éticas**

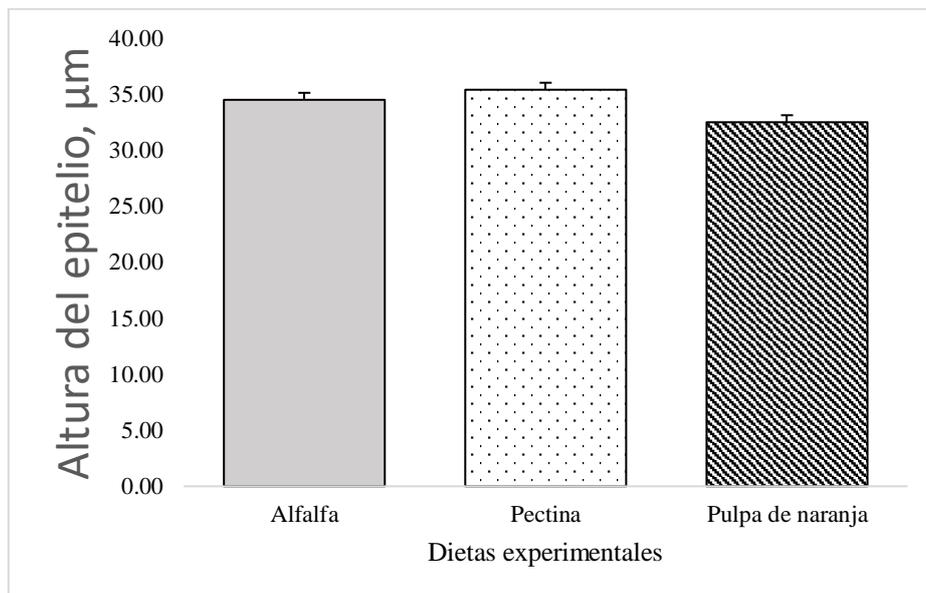
La investigación se llevó a cabo de acuerdo con el ordenamiento de normas bioéticas internacionales de bienestar animal en el “Código Orgánico del Ambiente” (ROS N.º 983, Ecuador).

## 6. Resultados

En la tabla 3 se describe las variables de la mucosa intestinal, utilizadas para el presente trabajo de investigación al incluir diferentes fuentes de fibra soluble y ser administradas en los cuyes.

**Tabla 3** Variables de la mucosa intestinal obtenidas en las diferentes fuentes de fibra soluble en las dietas.

Variables	Fuentes de fibra soluble			EEM	P-valor
	Alfalfa	Pectinas	Pulpa de naranja		
Longitud de la vellosidad, $\mu\text{m}$ .	403	417	391	22,9	0,71
Profundidad de cripta, $\mu\text{m}$	154	153	152	5,84	0,96
Ratio, $\mu\text{m}$ : $\mu\text{m}$	2,65	2,76	2,64	0,12	0,76
Altura del epitelio, $\mu\text{m}$	34,5 <sup>ab</sup>	35,4 <sup>a</sup>	32,5 <sup>b</sup>	0,97	0,10
Capa muscular muscular, $\mu\text{m}$	69,1	74,1	74,3	3,27	0,45



**Figura 7** Efecto de diferentes fuentes de fibra soluble sobre la altura del epitelio en cobayos post destete.

Ninguna de las variables presenta diferencias significativas ( $P \geq 0,1003$ ) tras el suministro de las diferentes dietas, dándonos valores medios de (404; 153; 2,69; 34,1; 72,5) respectivamente. Sin embargo, tenemos una tendencia con respecto a la altura del epitelio con el alimento que contiene pectina como fuente de fibra soluble el cual es mayor que las otras dietas utilizadas.

## 7. Discusión

En el presente estudio se evaluó la integridad de la mucosa del intestino delgado medio en cuyes alimentados con diferentes fuentes de fibra soluble, si bien ninguna de las variables evaluadas fue estadísticamente significativa, se pudo observar una tendencia con respecto a la altura del epitelio con el alimento que lleva pectina como fuente de fibra soluble, obteniendo como medida 35,4  $\mu\text{m}$ . En estudios anteriores en cobayos con respecto a las medidas obtenidas sobre las estructuras histológicas de las vellosidades intestinales encontramos que Rodríguez (2024) obtuvo en yeyuno unas vellosidades con longitudes entre 564  $\mu\text{m}$  a 675  $\mu\text{m}$ , profundidades de cripta entre 127  $\mu\text{m}$  a 162  $\mu\text{m}$ , ratio entre 4,03  $\mu\text{m}$  a 4,62  $\mu\text{m}$ , altura de epitelio entre 29  $\mu\text{m}$  a 31,8 y ancho de la túnica muscular entre 95,2  $\mu\text{m}$  a 115  $\mu\text{m}$ .

En un artículo como el de He et al. (2020) nos muestra que la suplementación con inulina en cerdos la cual es un tipo de fibra soluble redujo la apoptosis de células epiteliales intestinales lo que podría ser indicativo de una posible influencia en parámetros como la altura del epitelio.

Por otra parte, de acuerdo con Fernandez et al. (1999) en un estudio comparativo entre hamsters y cobayos, se observó que los cobayos que consumieron una dieta alta en fibra soluble tuvieron una respuesta notable en términos de reducción del colesterol LDL y por ende mejoras en la función de la mucosa intestinal.

Finalmente, de acuerdo a un artículo publicado por Correa et al. (2023) demostraron que el consumo de una dieta rica en inulina (10%) altera el epitelio del colon en ratones al aumentar la proliferación de células madre intestinales, aunque esta alteración de epitelio no corresponde al yeyuno como en nuestro estudio, la proliferación de células madre mencionada es importante para la totalidad de la mucosa intestinal.

## **8. Conclusiones**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se pudo llegar a las siguientes conclusiones.

- Tanto la pectina, alfalfa y pulpa de cítricos no provocaron un efecto significativo sobre la longitud de las vellosidades, profundidad de las criptas y la relación longitud de vellosidad/profundidad de cripta de la mucosa intestinal de cuyes en el periodo post destete.
- Aunque ninguna de las fuentes de fibra soluble antes mencionada provocó un efecto significativo sobre el desarrollo de la capa muscular se encontró una tendencia sobre la altura del epitelio con el alimento que contiene pectina como fuente de fibra soluble.

## **9. Recomendaciones**

- Realizar más estudios sobre el uso de la pectina en diferentes niveles como fuente de fibra soluble.
- Asegurar un ambiente con las mínimas perturbaciones externas durante el desarrollo de la fase de campo del experimento.
- Ser objetivos al momento de la toma de datos para el análisis de resultados.

## 10. Bibliografía

- Abad-Guamán, R., Delgado, R., Vega, C., Martín, N. N., Carabaño, R., & García, J. M. (2017). Fibra soluble y fermentable para mejorar la salud intestinal en conejos. *Boletín de Cunicultura Lagomorpha*, 186, 38-41. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6240766>
- Álvarez, E. E., & Sánchez, P. G. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21(2), 61-72. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>
- Bosse, A. C., & Pietsch, M. (2017). Fiber in Animal Nutrition: A Practical Guide for Monogastrics.
- Cano, I., Capetillo, M., Cardenas, M., Carrillo, R., Cartes, D. (2009). Rol de la fibra dietaria en animales no rumiantes. *Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile*.
- Carabaño, R., Badiola, I., Chamorro, S., García, J., García-Ruiz, A. I., García-Rebollar, P., Gómez-Conde, M. S., Gutiérrez, I., Nicodemus, N., Villamide, M. J., & de Blas, J. C. (2013). New trends in rabbit feeding: influence of nutrition on intestinal health. A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(S1), 15-25. <https://doi.org/10.5424/sjar/200806S1-5346>
- Carbajal, A. (2018). Fibra dietética. *Facultad de farmacia de la Universidad Complutense de Madrid*. <https://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2018-02-13-Fibra-dietetica-web.pdf>
- Carcelén, F. (2021). *Morfometría intestinal y desempeño productivo de cuyes (Cavia porcellus) de engorde suplementados con probiótico, prebiótico y simbiótico*. [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Close, B., Banister, K., Baumans, V., Bernoth, E.-M., Bromage, N., Bunyan, J., Erhardt, W., Flecknell, P., Gregory, N., Hackbarth, H., Morton, D., & Clifford Warwick. (1986). Recomendaciones para la Eutanasia de los Animales de Experimentación: Parte 2. In *DGXI de La Comisión Europea*. <https://sea.umh.es/files/2011/07/eutanasia2.pdf>
- Combes, S., Fortun-Lamothe, L., Cauquil, L. y Gidenne, T. (2013). Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*, 7 (9), 1429–1439. <https://doi.org/10.1017/s1751731113001079>
- Corrêa, R. O., Castro, P. R., Fachi, J. L., Nirello, V. D., El-Sahhar, S., Imada, S., Pereira, G. V., Pral, L. P., Araújo, N. V. P., Fernandes, M. F., Matheus, V. A., De Souza Felipe, J., Gomes, A. B. D. S. P., De Oliveira, S., De Rezende Rodovalho, V., De Oliveira, S. R. M., De Assis, H. C., Oliveira, S. C., Martins, F. D. S., . . . Vinolo, M. A. R. (2023).

- Inulin diet uncovers complex diet-microbiota-immune cell interactions remodeling the gut epithelium. *Microbiome*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40168-023-01520-2>
- Edens FW. 2003. An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. In: Revista Brasileira de Ciência Avícola; 5(2):75-97. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2003000200001>
- Fernandez, M. L., Wilson, T. A., Conde, K., Vergara-Jimenez, M., & Nicolosi, R. J. (1999). Hamsters and Guinea Pigs Differ in Their Plasma Lipoprotein Cholesterol Distribution when Fed Diets Varying in Animal Protein, Soluble Fiber, or Cholesterol Content. *The Journal Of Nutrition*, 129(7), 1323–1332. <https://doi.org/10.1093/jn/129.7.1323>
- Flores, R. M. V. (2019). Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación. *Ingeniería Industrial*, 037, 229-242. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2019.n037.4550>
- Franklin, M. A., Mathew, A. G., Vickers, J. R., & Clift, R. A. (2002). Characterization of microbial populations and volatile fatty acid concentrations in the jejunum, ileum, and cecum of pigs weaned at 17 vs 24 days of age. *Journal Of Animal Science*, 80(11), 2904–2910. <https://doi.org/10.2527/2002.80112904x>
- García, M., Suarez, S., Carcelen, F. y 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), 357. <https://doi.org/10.21071/az.v68i263.4193>
- Gasquez, A., & Blanco, R. (2004). Tratado de Histología Veterinaria. *Barcelona Masson*.
- Gómez-Conde, M. S., García, J., Chamorro, S., Eiras, P., Rebollar, P. G., Pérez de Rozas, A., Badiola, I., de Blas, C., & Carabaño, R. (2007). Neutral detergent-soluble fiber improves gut barrier function in twenty-five-day-old weaned rabbits. *Journal of animal science*, 85(12), 3313–3321. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-777>
- He, J., Xie, H., Chen, D., Yu, B., Huang, Z., Mao, X., Zheng, P., Luo, Y., Yu, J., Luo, J., & Yan, H. (2020). Synergetic responses of intestinal microbiota and epithelium to dietary inulin supplementation in pigs. *European Journal Of Nutrition*, 60(2), 715–727. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02284-3>
- Junqueira, L., & Carneiro, J. (2006). Histología Básica. 6ªed. España: Editorial Masson S.A. 640 p.

- Montagne, L., Pluske, J.R., Hampson, D.J. (2003): A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Anim Feed Sci Technol* 108, 95–117.
- Mateos, G. G., García, R. L., González-Alvarado, J. M., Jiménez, E., & Piqueras, B. V. (2006). Efectos de la fibra dietética en piensos de iniciación para pollitos y lechones. Dialnet, 39-66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2374046>
- Pacalagua, C., (2023). Fibra soluble en nutrición de monogástricos. Universidad de Cundinamarca seccional ubate, Facultad de ciencias agropecuarias, Programa de zootecnia.
- Sánchez-Torres, L., Macias-Flores, M., Gutiérrez-Arenas, D., Arredondo-Castro, M., Valencia-Posadas, M., & Avila-Ramos, F. (2022). Fibra como prebiótico para aves de producción: una revisión. *Abanico veterinario*, 12, e2022-16. <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/article/view/61>
- Sarmiento, M. (2021). *Morfometría de la mucosa del intestino delgado de cuyes (Cavia porcellus) suplementados con vitamina C y sometidos a la reducción del espacio vital*. [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Savón, L., (2002). Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36 (2), 91-102.
- Slavin, J. L. (2005). Dietary fiber and body weight. *Nutrition*, 21(3), 411-418. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.08.018>
- Vilcanqui-Pérez, F., & Vélchez-Perales, C. (2017). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 67(2), 146-156. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/CONC\\_9c2b8f2f0f9cf9133f1e428ec5e21c](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/CONC_9c2b8f2f0f9cf9133f1e428ec5e21c)

## 11. Anexos.

### Anexo 1. Adecuación, identificación y desinfección de instalaciones, jaulas y materiales



### Anexo 2. Elaboración de dietas experimentales



### Anexo 3. Pesaje inicial de las unidades experimentales



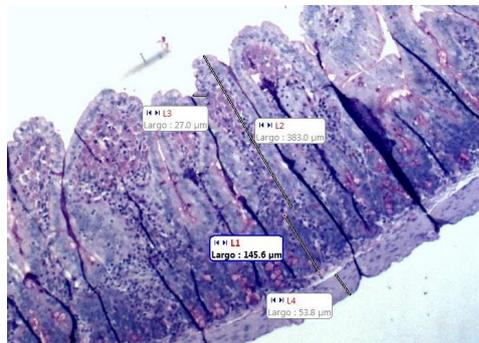
### Anexo 4. Colocación de alimento y agua acorde al tratamiento de cada unidad experimental



### Anexo 5. Pesaje y sacrificio de las unidades experimentales



## Anexo 6. Toma y análisis de muestras



## Anexo 7. Resultados recolectados

1	TTO	Repeticion	Madre	Jaula	Medicion	Profundidad_cripta	Longitud_vellosidades	Altura_epitelio	Capa_muscular	Ratio
3	T1	R1	21	1	1	126,9	323,7	31,5	63,3	2,550827
4	T1	R1	21	1	2	165,8	338,1	27	54,6	2,039204
5	T1	R1	21	1	3	142,2	371,3	31,6	81,8	2,611111
6	T1	R1	21	1	4	153,5	332,2	31,7	75,1	2,164169
7	T1	R1	21	1	5	160,1	343,7	30,4	60,8	2,146783
8	T1	R1	21	1	6	166	324,6	27,6	67,9	1,955422
9	T1	R1	21	1	7	143,9	345,4	39,1	53,3	2,400278
10	T1	R1	21	1	8	144,6	313,1	27	69,6	2,165284
11	T1	R1	21	1	9	147,9	332,9	31,5	69,9	2,250845
12	T1	R1	21	1	10	134,4	375,6	29,9	66,5	2,794643
13	T1	R2	21	6	1	162,2	538,7	52,5	92,9	3,321208
14	T1	R2	21	6	2	145,1	453,4	49,6	91,4	3,124742
15	T1	R2	21	6	3	142,6	537	33,1	104,1	3,765778
16	T1	R2	21	6	4	146,1	644,3	24,2	58,6	4,409993
17	T1	R2	21	6	5	136,8	541,1	34,6	79,9	3,955409
18	T1	R2	21	6	6	150,5	608,7	30	69,1	4,044518
19	T1	R2	21	6	7	176,5	637	40,3	69,1	3,609065
20	T1	R2	21	6	8	186,8	578,7	38,3	94,6	3,097966

## Anexo 8. Certificado de traducción de inglés

### CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN

Loja, 07 de enero 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 "**Estudio del efecto de diferentes fuentes de fibra soluble sobre la integridad de la mucosa intestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) en el post destete**", de la autoría de: **Jorge Luis Pacheco Ludeña**, portador de la cédula de identidad número **1105908014**

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 al portador 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**