

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**TESIS**

**INFLUENCIA DEL NIVEL DE FIBRA SOBRE LA  
DIGESTIBILIDAD DE CUYES HEMBRAS EN  
DIFERENTES EDADES**

**PRESENTADO POR:**

Br. NOHEMI ALMINTA AQUINO

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

**ASESORES:**

Ing. JUAN ELMER MOSCOSO MUÑOZ,  
Ph.D

Ing. LIZ BEATRIZ CHINO VELASQUEZ,  
M.Sc.

Ing. JOSE VICTOR RUIZ CCANCCE, **M.Sc.**  
(Universidad Católica Sedes Sapientiae)

**CUSCO – PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada:.....

INFLUENCIA DEL NIVEL DE FIBRA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD  
DE CUYES HEMBRAS EN DIFERENTES EDADES

presentado por: NOHEMI ALMINTA AQUINO con DNI Nro.: 73797058..... presentado

por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el

título profesional/grado académico de INGENIERO ZOOTECNISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 02 de Abril de 2025

Firma

Post firma JUAN ELMER MOSCOSO MUÑOZ

Nro. de DNI: 23940692

ORCID del Asesor: 0000-0001-5884-9718

2° asesor: DNI: 71732710

ORCID: 0000-0002-6322-7371

3° asesor: DNI: 10150044

ORCID: 0000-0002-2804-6233

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:444723099

# NOHEMI ALMINTA

## TESIS NOHEMI ALMINTA.F.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:444723099

121 Páginas

Fecha de entrega

1 abr 2025, 8:17 a.m. GMT-5

27.854 Palabras

Fecha de descarga

2 abr 2025, 8:10 a.m. GMT-5

138.538 Caracteres

Nombre de archivo

TESIS NOHEMI ALMINTA.F.docx

Tamaño de archivo

8.3 MB

# 6% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 10 words)

## Exclusions

- ▶ 24 Excluded Matches

---

## Top Sources

- 5%  Internet sources
- 1%  Publications
- 2%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags

### 0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y la fe necesarias para superar los desafíos y alcanzar mis metas.

A mis queridos padres, que con su amor y sacrificio han iluminado mi camino, esta tesis es el reflejo de sus enseñanzas y valores.

A mis hermanos que incondicionales me apoyaron en esta etapa de mi vida

Nohemí

## **AGRADECIMIENTO**

Mi profundo agradecimiento a mis asesores de tesis Ph.D Juan E. Moscoso Muñoz, M.Sc. Liz Beatriz Chino Velasquez, cuya guía experta y apoyo constante han sido invaluable. Su sabiduría y paciencia no solo me han formado como investigador, sino que también han enriquecido mi crecimiento personal y profesional.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, le debo una inmensa gratitud por ser el escenario de mi desarrollo académico, proporcionándome las herramientas y recursos necesarios para llevar a cabo mi investigación.

Al Laboratorio de Nutrición, Ciencia y Tecnología de Alimentos por el co-financiamiento de la investigación.

Agradezco especialmente a los docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia, y al personal administrativo por su dedicación y apoyo.

Finalmente, a mis compañeros y amigas, por su inestimable compañerismo y por las discusiones que han ampliado mi visión. Este logro no solo es un reflejo de mi esfuerzo, sino también de la colaboración y el apoyo de cada uno de ustedes.

Nohemí

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	14
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
II. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN .....	16
2.1. OBJETIVOS.....	16
2.1.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
III. HIPÓTESIS .....	18
3.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	18
3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	18
IV. REVISIÓN BILIOGRÁFICA.....	19
4.1. ANTECEDENTES.....	19
4.2. BASES TEÓRICAS .....	25
4.2.1. FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL CUY .....	25
4.2.2. DESARROLLO DIGESTIVO .....	28
4.2.3. REQUERIMIENTO NUTRICIONALES.....	30
4.2.4. FIBRA DIETARIA .....	39
4.2.5. USOS DE LA FIBRA PARA LA DIGESTIBILIDAD DE LOS CUYES .....	39

4.2.6. DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA DIETARIA EN EL INTESTINO .....	40
4.2.7. DIGESTIBILIDAD .....	41
4.2.8. TIPOS DE DIGESTIBILIDAD .....	42
4.2.9. MÉTODOS PARA EVALUAR LA DIGESTIBILIDAD .....	43
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
5.1. LUGAR DE ESTUDIO .....	45
5.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA .....	45
5.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	45
5.1.3. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS .....	46
5.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
5.2.1. MATERIALES Y EQUIPOS .....	46
5.2.2. MATERIAL BIOLÓGICO .....	46
5.2.3. MATERIALES DE CAMPO .....	47
5.2.4. INSUMOS VETERINARIOS .....	47
5.2.5. EQUIPOS DE CAMPO .....	47
5.2.6. INSUMOS ALIMENTICIOS Y ADITIVOS .....	48
5.2.7. MATERIALES DE LABORATORIO .....	48
5.2.8. EQUIPOS DE LABORATORIO .....	49
5.3. METODOLOGÍA .....	49
5.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	49
5.3.2. ETAPAS DE EVALUACIÓN .....	49
5.3.3. VARIABLES EVALUADAS .....	56
5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	56

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58
6.1. CONSUMO DE ALIMENTO SEGÚN NIVELES DE FIBRA Y EDAD .....	58
6.2. DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES EN CUYES HEMBRAS.....	67
6.2.1. EXCRECIÓN DE NUTRIENTES EN HECES.....	67
6.2.2. FRACCIÓN DIGERIDA DE NUTRIENTES .....	74
6.2.3. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD .....	81
CONCLUSIONES.....	88
RECOMENDACIONES .....	89
BIBLIOGRAFÍA .....	90
ANEXOS .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos nutricionales del cuy .....	30
<b>Tabla 2 .</b> Requerimientos nutricionales de cuyes de acuerdo con la etapa fisiológica .....	31
<b>Tabla 3 .</b> Principales insumos utilizados en la dieta de los cuyes.....	31
<b>Tabla 4.</b> Cantidad de agua a suministrar según el tipo de alimentación.....	33
<b>Tabla 5.</b> Beneficios de los minerales necesarios para el cuy.....	35
<b>Tabla 6.</b> Composición de la fibra (g/kg MS).....	40
<b>Tabla 7.</b> Comparación de la digestibilidad de la fibra .....	41
<b>Tabla 8.</b> Peso de animales evaluados .....	47
<b>Tabla 9.</b> Dieta Experimental.....	51
<b>Tabla 10.</b> Análisis de composición química mediante NIR de la dieta suministrada	52
<b>Tabla 11.</b> Distribución de tratamientos evaluados .....	53
<b>Tabla 12.</b> Consumo de alimento en cuyes hembras.....	61
<b>Tabla 13.</b> Excreción de nutrientes .....	69
<b>Tabla 14.</b> Fracción digerida de nutrientes.....	76
<b>Tabla 15.</b> Digestibilidad de nutrientes .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del Centro Agronómico K'ayra .....	46
<b>Figura 2.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el consumo MS (g).....	62
<b>Figura 3.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el consumo MS, expresado en %PV.....	63
<b>Figura 4.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el consumo MO (g) .....	64
<b>Figura 5.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el consumo FDN (g).....	65
<b>Figura 6.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el CONSUMO PC (g) .....	66
<b>Figura 7.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la producción de heces MS (g) .....	70
<b>Figura 8.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la producción heces MO (g).....	71
<b>Figura 9.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la producción de heces FDN (g) .....	72
<b>Figura 10.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la producción heces PC (g).....	73
<b>Figura 11.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la fracción digerida MS (g) .....	77
<b>Figura 12.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la fracción digerida MO (g).....	78
<b>Figura 13.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la fracción digerida FDN (g) .....	79

<b>Figura 14.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la fracción digerida PC (g).....	80
<b>Figura 15.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el coeficiente de digestibilidad MS (%).....	84
<b>Figura 16.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el coeficiente de digestibilidad MO (%).....	85
<b>Figura 17.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el coeficiente de digestibilidad FDN (%).....	86
<b>Figura 18.</b> Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el coeficiente de digestibilidad PC (%).....	87

## ÍNDICES DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Prueba de Normalidad Shapiro-Wilks .....	102
<b>Anexo 2</b> Homogeneidad de varianza.....	102
<b>Anexo 3</b> Análisis de varianza del consumo de MS (g) CONSUMO MS (g) .....	103
<b>Anexo 4</b> Análisis de varianza del consumo de MS, %PV .....	104
<b>Anexo 5</b> Análisis de varianza del consumo de MO (g) .....	104
<b>Anexo 6</b> Análisis de varianza del consumo de FDN (g).....	105
<b>Anexo 7</b> Análisis de varianza del consumo de PC (g) .....	106
<b>Anexo 8</b> Análisis de varianza de la producción de heces MS (g) .....	107
<b>Anexo 9</b> Análisis de varianza de producción de heces MO (g) .....	108
<b>Anexo 10</b> Análisis de varianza de producción de heces FDN (g).....	108
<b>Anexo 11</b> Análisis de varianza de producción de heces PC (g) .....	109
<b>Anexo 12</b> Análisis de varianza de fracción digerida MS (g).....	110
<b>Anexo 13</b> Análisis de varianza de fracción digerida MO (g) .....	111
<b>Anexo 14</b> Análisis de varianza de fracción digerida FDN (g).....	112
<b>Anexo 15</b> Análisis de varianza de fracción digerida PC (g).....	113
<b>Anexo 16</b> Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad MS (%) .....	113
<b>Anexo 17</b> Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad MO (%).....	114
<b>Anexo 18</b> Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad FDN (%) .....	115
<b>Anexo 19</b> Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad PC (%) .....	116
<b>Anexo 20</b> Instalaciones del galpón .....	117
<b>Anexo 21</b> Comederos y bebederos utilizados .....	118
<b>Anexo 22</b> Colección de heces .....	118

<b>Anexo 23</b> Suministro de alimento.....	119
<b>Anexo 24</b> Secado de muestras .....	119
<b>Anexo 25</b> Molido de muestras .....	120
<b>Anexo 26</b> Determinación de materia seca.....	120
<b>Anexo 27</b> Preparación de pellets.....	121
<b>Anexo 28</b> Determinación de materia orgánica.....	121

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos niveles de fibra dietética sobre la digestibilidad y el consumo de alimento en cuyes hembras de tres edades: destetadas (21 días de edad), en crecimiento (45 días de edad) y Cuyes mayores (75 días de edad). Se utilizaron 30 cuyes hembras de la línea Perú, distribuidas según su edad (destetadas, en crecimiento y cuyes mayores). Los animales fueron criados en jaulas metabólicas individuales de 0.50 × 0.25 × 0.40 cm; se formularon dos dietas basadas en niveles de fibra de 7.5% y 15%, y se evaluó la digestibilidad aparente mediante el método de colección total. Para realizar el análisis de datos se utilizó el diseño factorial completamente al azar de 2 x 3, que comprende el nivel de fibra por las edades fisiológicas de los cuyes (destete, crecimiento y adulto). El consumo fue mayor en las cuyes mayores (57.01 ± 11.35 g MS; 52.77 ± 10.04 g MO; 17.14 ± 7.5 g FDN; 9.54 ± 1.86 g PC), seguido por las cuyes en crecimiento (41.63 ± 4.16 g MS; 38.79 ± 3.76 g MO; 10.53 ± 4.58 g FDN; 8.18 ± 1.02 g PC) y menor en las cuyes destetadas (29.86 ± 4.42 g MS; 27.82 ± 2.19 g MO; 7.52 ± 3.14 g FDN; 5.87 ± 0.61 g PC). Asimismo, el nivel de fibra influyó significativamente en la digestibilidad ( $p < 0.05$ ), siendo mayor con la inclusión de un 7.5% de fibra. Las cuyes mayores mostraron una mejor digestibilidad de MS (81.12 ± 6.5%), MO (81.72 ± 5.64%) y PC (80.68 ± 2.85%), en comparación con las cuyes destetadas (75.27 ± 7.39% MS; 76.49 ± 7.21% MO; 80.68 ± 2.8% PC) y en crecimiento (75.16 ± 8% MS; 76.31 ± 7.94% MO; 80.63 ± 1.88% PC). En conclusión, un nivel de fibra del 7.5% mejora el consumo de alimento y la digestibilidad de la materia seca y los nutrientes evaluados, con una respuesta más pronunciada en las cuyes mayores.

**Palabras clave:** Fibra dietaria, consumo de alimento, coeficiente de digestibilidad, edad fisiológica de cuy

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of two levels of dietary fiber on digestibility and feed intake in female guinea pigs of three ages: weaned (21 days of age), growing (45 days of age), and adult (older than 75 days of age). A total of 30 female guinea pigs were used, distributed according to their age (weaned, growing, and adult). The animals were raised in individual metabolic cages of 0.50 × 0.25 × 0.40 cm. Two diets were formulated with fiber levels of 7.5% and 15%, and apparent digestibility was evaluated using the total collection method. For data analysis, a completely randomized 2 × 3 factorial design was used, comprising the fiber level and the physiological ages of the guinea pigs (weaning, growth, and adult). Feed intake was higher in adult guinea pigs (57.01 ± 11.35 g DM; 52.77 ± 10.04 g OM; 17.14 ± 7.5 g NDF; 9.54 ± 1.86 g CP), followed by growing guinea pigs (41.63 ± 4.16 g DM; 38.79 ± 3.76 g OM; 10.53 ± 4.58 g NDF; 8.18 ± 1.02 g CP), and lower in weaned guinea pigs (29.86 ± 4.42 g DM; 27.82 ± 2.19 g OM; 7.52 ± 3.14 g NDF; 5.87 ± 0.61 g CP). Moreover, the fiber level significantly affected digestibility ( $p < 0.05$ ), being higher with a 7.5% fiber inclusion. Adult guinea pigs showed better digestibility of DM (81.12 ± 6.5%), OM (81.72 ± 5.64%), and CP (80.68 ± 2.85%) compared to weaned guinea pigs (75.27 ± 7.39% DM; 76.49 ± 7.21% OM; 80.68 ± 2.8% CP) and growing guinea pigs (75.16 ± 8% DM; 76.31 ± 7.94% OM; 80.63 ± 1.88% CP). In conclusion, a 7.5% fiber level improves feed intake and digestibility of dry matter and evaluated nutrients, with a more pronounced response in adult guinea pigs.

**Keywords:** Dietary fiber, feed consumption, digestibility coefficient, physiological age of guinea pig.

## INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria de las comunidades rurales con acceso restringido a recursos económicos. Así, en diversas regiones a nivel mundial, esta práctica se ha establecido como una importante fuente de proteínas para el consumo humano (Sánchez et al., 2016). Perú es el país que cuenta con la mayor población de cuyes, por lo que, se considera una de las especies que contribuyen a la seguridad alimentaria de la población debido a la demanda de carne además de su alto valor nutritivo como fuente proteica siendo muy beneficioso para la salud del hombre además de tener un bajo costo de producción; la crianza de cuyes es social, económicamente rentable, sostenible y replicable, lo que promueve e intensifica su crianza en el medio. Además, con la aplicación de la tecnología se puede dar lugar a la mejora de la genética en el manejo, el mejoramiento productivo y el sistema de alimentación, obteniendo como resultado la potencialidad de la especie (Chauca, 2013).

El cuy al ser una especie herbívora tienen la capacidad de utilizar alimentos con diferentes y elevados niveles de fibra; sin embargo, es conocido que existe un límite de incorporación de la misma principalmente en animales jóvenes, pero no ha sido adecuadamente establecida para esta especie animal; considerando que la alimentación de cuyes se basa sobre todo en el uso de forrajes, por lo que existe la necesidad de conocer el comportamiento digestivo del cuy en función a la variación del nivel de la fibra dietaria con el fin de aprovechar alimentos fibrosos. Por ello, el valor nutritivo de un alimento es esencialmente una disponibilidad de la energía y nutrientes; sin embargo, la calidad nutricional de las raciones puede ser afectada por la forma y preparación, factores que muchas veces no tienen ninguna relación a la composición original. Es en ese sentido, la respuesta animal a un determinado alimento depende de la interacción compleja entre composición de la ración, su método de preparación y consecuentemente su valor nutritivo.

## I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En una alimentación mixta, los concentrados se caracterizan por estar compuestos por almidón, mientras que los forrajes presentan gran cantidad de fibra; es por tal razón, que deben encontrarse en equilibrio ambos componentes dietarios pues un alto contenido de fibra reduce el aporte energético, de igual manera un exceso de almidón acidifica el pH en el ciego, disminuyendo la digestibilidad de la fibra (Kawasaki *et al.*, 2017).

Por consiguiente, es necesario conocer los requerimientos nutritivos de los cuyes, dado que de esta manera se formularán raciones balanceadas que puedan cubrir las necesidades que cada fase fisiológica del cuy por el cual atraviesa (gestación, lactancia, engorde) (Meza *et al.*, 2014). La mejora de la alimentación requiere de conocer las necesidades nutricionales que propician la búsqueda de materias primas y mayor información de la fisiología digestiva según la edad de los cuyes, con el fin de formular dietas que satisfagan las necesidades alimenticias para optimizar la producción y generar un buen rendimiento económico.

Por ello, el conocer los efectos que tiene la variación de los niveles de fibra en la dieta sobre los indicadores productivos de los cuyes permitirá elaborar dietas balanceadas aprovechando la capacidad fisiológica de estos animales para utilizar las fibras; en ese entender, es pertinente ahondar sobre la acción de la fibra en la digestibilidad porque retarda el contenido alimenticio mediante el tracto digestivo, pero si esta llega a tener un alto porcentaje en su composición puede generar un bajo aprovechamiento de los nutrientes del alimento por parte del animal.

Por ende, surge la necesidad de evaluar el efecto de dos diferentes porcentajes de fibra (7.5% y 15%) en la dieta de cuyes de tres diferentes edades: destetados de 21 días, crecimiento de 45 días y adultos mayores de 75 días; para determinar su influencia en la digestibilidad y dar recomendaciones sobre su utilización.

## **II. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1. OBJETIVOS**

#### **2.1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de dos niveles de fibra dietaría sobre la digestibilidad y el consumo de alimento en cuyes hembras de tres edades, destetados (21 días de edad), crecimiento (45 días de edad) y cuyes mayores (75 días).

#### **2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar consumo de alimento bajo dos niveles de fibra (fibra baja: 7.5% y fibra alta: 15%) en cuyes hembras de tres diferentes edades.
- Determinar la digestibilidad de materia seca, materia orgánica, fibra y proteína cruda de alimento balanceado con distintos niveles de fibra (7.5% y 15%) en cuyes hembras de tres diferentes edades.

## 2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La alimentación en toda actividad pecuaria cumple un rol muy importante ya que incide directamente sobre la rentabilidad del proceso productivo, puesto que representa los mayores costos de inversión (superior al 60% de los costos directos). Es por ello que las investigaciones que se vienen realizando están orientadas a optimizar el uso de los recursos para mejorar la respuesta productiva; pero ello implica tener un adecuado conocimiento de la fisiológica digestiva de la especie animal y su capacidad de aprovechamiento de los nutrientes para así dar recomendaciones nutricionales que cumplan este objetivo.

Teniendo en consideración que los cuyes son animales herbívoros y sustentan su alimentación en el consumo de forrajes, no se tiene claramente establecido hasta qué punto la variación en su contenido nutricional (fibra) influye sobre su respuesta productiva y tampoco se tiene información suficiente sobre las variaciones en respuesta en función a la edad de los mismos. Así mismo es sabido que la fuente más económica de alimentación para los herbívoros es el uso de forrajes, el adecuado conocimiento de su aprovechamiento es de suma importancia puesto que contienen niveles elevados de fibra las cuales son consumidas por los cuyes, por lo que se puede aprovechar este principio para diseñar dietas con niveles variables de fibra para mejorar su rendimiento y reducir los costos de alimentación.

Tanto el consumo como la digestibilidad son los primeros parámetros de valoración que permiten conocer el nivel de aprovechamiento de los alimentos consumidos por los animales, por lo que el adecuado conocimiento de los factores que influyen sobre la misma es determinante, es por ello que se plantea el presente estudio para evaluar el efecto que genera la variación en los niveles de fibra dietaria sobre el consumo y digestibilidad en cuyes de diferentes edades.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El nivel de fibra dietaria tiene efecto en la digestibilidad y el consumo de alimento en cuyes hembras de diferentes edades (destete, crecimiento y cuyes mayares).

#### **3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- El consumo de alimento en cuyes hembras varía en función del nivel de fibra dietaria (7.5% y 15%) y la edad de los animales
- La digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, fibra y proteína cruda en cuyes hembras varía en función del nivel de fibra dietaria (7.5% y 15%) y la edad de los animales.

## IV. REVISIÓN BILIOGRÁFICA

### 4.1. ANTECEDENTES

Jave (2014) evaluó los efectos que tienen la composición de fibra detergente neutro (FDN) que hay en los forrajes, esto vinculado a la dinámica productiva de los cuyes, realizado en la granja de cuyes "Huacariz San Ignacio" de la provincia de Cajamarca; se utilizaron animales de 30 días de edad y como fuentes forrajeras se empleó alfalfa fresca y asociación Rye Grass más trébol, con un intervalo entre corte de 40 a 60 días. Se consideró dos tratamientos: el T1 recibió 100% de alfalfa y el T2 recibió 100% asociación Rye Grass más trébol. Los resultados registrados fueron que la ganancia media de peso por día fue de 11.53 g en cuyes alimentados con alfalfa fresca y el consumo de materia seca fue de 53.39 g. Referente al aporte de fibra detergente neutro, se obtuvo que los cuyes alimentados con Rye Grass más trébol tuvieron un coeficiente de digestibilidad de 43.83%; de ello se infiere que, la cobertura nutricional de esta fibra es de 24% en el forraje empleado para la alimentación de los cuyes. Se concluyó que el Rye Grass más trébol aporta mayor contenido de FDN.

Condori (2014) quien evaluó el nivel inferior de fibra existente en la dieta inicial y de crecimiento de los cuyes machos, a excepción de los forrajes; el estudio se realizó en Manchay Bajo, distrito de Pachacamac-Lima; se emplearon 16 cuyes machos de  $14 \pm 3$  días de edad, para lo cual se utilizaron cuatro dietas con 6%, 8% y 10% de fibra cruda, mientras que el grupo control recibió una dieta con 6% de fibra cruda y forraje verde. A partir de ello encontró que la ganancia de peso por semana en cuyes destetados (35 días) alimentados con un nivel de fibra del 10% fue de 115 g y los cuyes en crecimiento (36 a 63 días) alimentados con una dieta con inclusión del 8% tuvieron un incremento de 111 g/semana. El consumo de materia seca en la edad de destete fue de 33.94 g/día y 56.58 g/día en cuyes en crecimiento cuando ingieren una dieta con inclusión de fibra al 10%. El autor concluye que la fibra cruda al 10% obtuvo un mayor consumo de materia seca.

Mamani (2016) evaluó el nivel energético y el sistema alimenticio, ambos conformados por la dupla de los mismos, dicho estudio se realizó en Manchay Bajo en el distrito de Pachacamac, provincia de Lima, para lo cual empleó 96 hembras y

24 machos en crecimiento con un peso promedio de 545 g y 622 g en hembras y 0.9 kg y 1 kg para los machos; se formularon cuatro dietas con 2.70 y 2.90 Mcal de ED/kg de alimento balanceado con inclusión de forraje. Se obtuvo que, las reproductoras consumieron 100.9 g MS cuando eran alimentadas con una dieta basal de 2.70 y 2.90 Mcal/kg sin inclusión de fibra al 13%. Se concluyó que los niveles de fibra (2.70 y 2.90 Mcal/kg de alimento) fueron estadísticamente similares en cuanto a los parámetros productivos.

Villegas y Roa (2020) evaluaron la digestibilidad *in vivo* de morera (*Morus alba*), utilizando varios niveles de concentrado para la alimentación de los cuyes, asimismo, realizaron su estudio en el Municipio de Villavicencio-Colombia; se emplearon 24 animales de cuatro meses de edad en promedio y con un peso promedio de 1027.50 ± 19 g, a quienes se les suministró morera y niveles de concentrado al 1%, 2% y 3%, de donde se obtuvo una digestibilidad de la materia seca de 62% en el tratamiento al 2% de concentrado y harina de Morera; de igual manera, la digestibilidad de proteína fue de 73% con un nivel de concentrado al 3% y harina de Morera, en tanto la digestibilidad de la fibra cruda en niveles del 1% y 2% mostraron que el 76% fue mayor que los otros tratamientos, la digestibilidad de extracto nitrogenado fue de 64% con un nivel del 3% de concentrado y harina de Morera. Se concluye que el concretado al 2% posee un mejor comportamiento productivo.

Larrea y Lozano (1994) realizaron el balance en cuyes con semilla de Maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*), su estudio se realizó en Lima, empleando cuyes machos de 2 meses, se les suministró cuatro raciones: 0, 15, 30 y 45% de semilla de maracuyá, obteniendo que el tratamiento al 15% de harina de maracuyá registró una digestibilidad de proteína cruda (PC) y fibra cruda (FC), que fueron de 82.35% y 67.97%, respectivamente. Se concluye que existe correlación entre el consumo de MS y el contenido de materia MS, esta misma relación hubo entre el consumo y contenido de fibra, consumo y energía bruta, del mismo modo con la proteína cruda.

Puglla (2023) evaluó la digestibilidad *in vivo* de dietas en cuyes adultos de 83 días de edad con la inclusión de diferentes niveles de Maralfalda en la dieta (0, 2, 16 y 31%) y cuyes de ambos sexos, asimismo, realizó su estudio en la ciudad de Loja-Ecuador; obtuvo que la digestibilidad en cuyes hembras fue de 73.60% MS, 75.20% MO,

82.70% PC, 51.40% FC y 88.60% EE a diferencia de cuyes machos que fue inferior; no obstante, registró que en un nivel al 2% de maralfalfa se alcanza una digestibilidad en los cuyes de 74.40% MS, 76.50% MO, 83.00% PC, 50.30% FC y 89.50% EE. También, se registró que el nivel al 2% de Maralfalfa obtiene un coeficiente de 74.4% MS, 76.50%mo, 83%PC, 50.30% FC y 89.50% EE. El autor concluye que hasta el 2% del forraje en la dieta no afecta la digestibilidad de los nutrientes de MO, PC y EE.

Paredes y Goicochea (2021) analizaron el impacto de un conjunto de dietas, las mismas que estaban compuestas por distintos niveles de fibra detergente neutro y almidón para los rendimientos productivos en cuyes de 28 días de edad; dicho estudio se realizó en Cajamarca, para lo cual se utilizaron 160 cuyes machos que estuvieron distribuidos en cinco tratamientos con diferentes niveles de FDN y almidón (40 FDN, 5 A; 35 FDN,10 A; 30 FDN,15 A; 25 FDN, 20 A; 20 FDN, 25 A. Se encontró que la proporción de 40% de fibra detergente neutro y 5% almidón tuvo una ingesta de MS en cuyes de 29 a 35 días de 43.80 g al incluir en su dieta 30% de fibra detergente neutro y 15% de almidón, 46.3 g en cuyes de 36 a 42 días, 53.20 g en cuyes de 50 a 56 días, 56.10 g en cuyes de 57 y 63 días, y 59.20 g en cuyes de 61 a 70 días; pero cuando la ingesta de MS se expresa como porcentaje del peso vivo, los cuyes de 29 a 35 días obtuvieron 9% con la inclusión del 40% de FDN y 5% de almidón, mientras que la una ingesta fue de 8.80% en cuyes de 36 a 42 días cuando la MS es expresada como porcentaje del peso vivo en la misma proporción de la dieta; en proporciones de 30% FDN y 15% almidón se registró una ingesta de 525 g PC, g; 400 FC, g y 870 FDN. Se concluye que el alto contenido de FDN con 8.10 de almidón producen una menor ganancia de peso, baja ingesta de alimento e inferior conversión alimenticia.

Sotelo *et al.* (2020) determinaron la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna en cuyes machos de tres meses; su estudio se realizó en Cieneguilla-Lima, para lo cual consideraron 10 animales con un peso promedio de 854.20 g y se utilizaron dos dietas, la primera consistió en 100% de dieta basal y vitamina C, protegida con Rovimix stay-35 a una concentración de 0.60 g/kg de alimento, la segunda dieta consistió en una mezcla de 20% de forraje seco (mucuna) y 80% de la dieta basal. Los resultados reflejaron que la segunda dieta obtuvo que los coeficientes de digestibilidad aparente fueron: 66.29% MS, 66.13% MO, 74.02% PC, 50.82% FC,

60.18% EE, 78.22% ELN y 73.33% de ceniza. La ingestión de alimento fue de 66.06 g/ día y tuvo 18.65 g de cantidad de heces excretadas por día cuando se les suministró una mezcla de forraje seco de mucuna al 20% y 80% de dieta basal, el cual tuvo en su composición un nivel de 33.48% de fibra cruda en la dieta. Se concluyó que el forraje seco de *Mucuna pruriens* tiene como coeficientes de digestibilidad entre 51% y 78% de MS, MO, PC, EE, ELN, FC y ceniza.

Jumbo (2019) realizó una evaluación del impacto de varios niveles de fibra no soluble en la digestibilidad fecal de los cuyes ceba; dicho estudio se realizó en la Quinta Experimental Punzara, perteneciente a la ciudad de Loja-Ecuador, para lo cual empleó 16 cuyes machos con tres meses de edad con un peso de 700 – 800 g, a quienes se les suministró dietas al 8.50%, 9.10%, 12.20% y 15.10% FC. Los resultados mostraron que al añadir un nivel de fibra del 15.10% se logra una digestibilidad de: 66.10% MS, 69.70% ceniza y 36.60% FC. Se concluye que el incremento de nivel de fibra no afectó la digestibilidad de MS, pero si disminuyó la digestibilidad de la ceniza.

Ortega (2019) evaluó los efectos de una dieta con bajo nivel de fibra cruda sobre parámetros productivos y digestivos en cuyes de 20 días de edad; dicho estudio se realizó en cantón Gonzanama-Ecuador, para lo cual consideró 160 animales distribuidos de forma uniforme por sexo; empleando como fuente de fibra la alfalfa, la cual fue incorporada en dos niveles (8.5% FC y 9.1% FC) en la dieta, encontró que la dieta con 9.1% FC mostró un consumo a la cuarta semana de edad en hembras del 25.50 g y quinta semana de 27 g, donde se observó que el consumo se fue reduciendo hasta llegar a la décima semana de edad con 26.90 g; en cuanto a la ganancia de peso, los cuyes hembras tuvieron una ganancia media de peso de 13.60 g/ día. Se concluye que la dieta con el 9.10% FC tuvo efecto en los parámetros productivos en machos y hembras.

Bustamante (2022) determinó la influencia del nivel de fibra dietaria sobre el desarrollo gastrointestinal de los cuyes; su estudio se realizó en el distrito de San Jerónimo-Cusco; utilizó animales machos destetados de 21 días de edad; el consumo en base fresca fue de  $186.13 \pm 10.50$  g en cuyes de 25 a 30 con una inclusión del 5% en la dieta,  $1424.89 \pm 108.95$  g en cuyes de 31 a 60 días alimentados con inclusión del

12% de fibra cruda, mientras que los cuyes de 61 a 90 días consumieron  $3981.18 \pm 836.12$  g con una inclusión de fibra cruda al 7%. Por otro lado, la dieta de 15% FC obtuvo un consumo en base seca de 168.56 g a los 25 a 30 días de edad, 1319.16 g a los 31 a 60 días y 1828 g a los 61 a 90 días; de igual manera, la ganancia de peso fue de 528.76 g en la dieta con un nivel del 15% FC. Por último, la ganancia de peso total en cuyes de 25 a 30 días fue de  $56.43 \pm 16.60$  g al suministrar una dieta con inclusión del 5% de fibra cruda, en cuyes de 31 a 60 días fue de  $360.67 \pm 51.94$  g al suministrar una dieta con inclusión del 10% de fibra cruda, mientras que en cuyes de 61 a 90 días se obtuvo  $320.27 \pm 52.28$  g con inclusión de fibra cruda del 5% en la dieta.

Caguana (2017) realizó una evaluación de los efectos de la Achira en relación al consumo voluntario y la digestibilidad aparente de la nutrición de los cuyes machos de ocho semanas de edad, su estudio se realizó en el cantón Santiago Cevallos-Ecuador, para lo cual se emplearon cuatro dietas experimentales (T1:0% de harina de achira, T2: 8% de harina de achira, T3: 16% de harina de achira, T4: 24% de harina de achira). Los resultados mostraron que el consumo voluntario fue de 62,670 g/día en el nivel al 8% de Achira; materia orgánica con 64.93 g/día; fibra detergente neutra con 24.44 g/día y fibra detergente ácido con 11.66 g/día, pero en el caso de proteína alcanzó 17.46 g/día; en la digestibilidad aparente se obtuvo que, el T1 (0% de Achira) alcanzó 73.65% MS, 71.02% MO, 65.88% PC, 49.100% FDN y 39.057% FDA, a diferencia del T2 (8% de Achira) que obtuvo 69.847%MS, 67.815% MO, 70.295%PC, 39.603% FDN y 32.775% FDA; de ello, se demostró que el grupo alimentado con harina de achira al 8% es más productivo, además que esto no representa cambios comportamentales en los cuyes. Se concluye que la harina de *Canna edulis* en un nivel del 8% en la dieta tiene efecto en el consumo de MS, MO, FDN, DFA y PC.

Maldonado y Mejía (2013) evaluaron dos niveles proteicos y de fibra dietaria en los parámetros zootécnicos de los cuyes con 70 días de edad; su estudio se realizó en la provincia de Cotopaxi-Ecuador; lo autores determinaron que el T2 (14% PB, 10% FB) tuvo un mejor consumo con 1884.25 g, de igual manera mostró una ganancia superior a los otros tratamientos de 816.75 g, siendo en menor promedio el Testigo (16% PB, 10% FB) y el T3 (14% PB, 12% FB) con 581,82 g y 757.18 g, respectivamente.

Mamani (2023) determinó el valor nutricional de la cáscara de papa y cáscara de haba como alternativa en la alimentación de cuyes; su estudio se realizó en el distrito de San Jerónimo-Cusco; utilizó cuyes en crecimiento (dos semanas de edad) y adultos (10 semanas de edad); se emplearon tres tratamientos: el T1 consistió en una dieta basal, el T2 con 60% de dieta basal y 40% de cáscara de haba, y el T3 con 70% dieta basal y 30% de cáscara de haba. Los resultados mostraron que la digestibilidad de materia seca y materia orgánica para la cáscara de papa fue de 76.04% y 76.82% en cuyes destetados, pero los cuyes en crecimiento tuvieron una digestibilidad de 77.69% MS y 78.69% MO; pero para la cáscara de haba en cuyes destetados se obtuvo 64.06% MS y 63.81% MO, aunque en cuyes en crecimiento fue de 69.56% MS y 69.52% MO. Se concluyó que la edad no afectó el coeficiente de digestibilidad y energía digestible en la cáscara de papa y cáscara de haba.

Estrella (2022), evaluó la influencia del nivel de fibra cruda (FC) en la digestibilidad en cuyes de tres meses; su estudio se realizó en la provincia de Loja-Ecuador, para lo cual utilizó 32 cuyes con un peso de 600 g. La alimentación suministrada consistió en una dieta con diferentes niveles de fibra cruda (8,11,14 y 17%); a partir de ello se demostró que al incluir un 8% de FC en la dieta, los cuyes presentaron una digestibilidad de 71.60% en materia seca (MS), 86.27% en materia orgánica (MO), 90.50% en proteína cruda (PC) y 63.57% en FC. Se observó que la digestibilidad de MS disminuye cuando la FC varía de 8 a 11%, aumenta al 14% y vuelve a disminuir al 17%. Similarmente, la digestibilidad de MO y FC siguen un patrón de disminución entre el 8% y 11%, incremento al 14% y reducción al 17%. Los mejores porcentajes de digestibilidad de FC se encontraron en los niveles de 14%, 17% y 8%, mientras que el nivel de 11% resultó en el porcentaje más bajo. Se concluyó que los distintos niveles de fibra no afectaron la digestibilidad.

Chillpa (2022), evaluó la digestibilidad y la energía digestible de la harina de soya en cuyes en crecimiento (dos semanas de edad) y adultos (diez semanas de edad); realizó su estudio en el distrito de San Jerónimo-Cusco; las dietas utilizadas se basaron en tres tratamientos: T1 (dieta basal), T2 (85% dieta basal + 15% de harina integral de soya, y T3 (70% dieta basal + 30% de harina integral de soya). A partir de ello, obtuvo que en cuyes en crecimiento, el tratamiento T2 (dieta basal más 15% de

harina integral de soya) resultó en un mayor consumo de materia seca ( $21.38 \pm 3.62$  g) y materia orgánica ( $19.76 \pm 3.35$  g), mientras que el T3 (dieta basal más 70% de harina integral de soya) tuvo un mayor consumo de proteína cruda ( $4.99 \pm 0.88$  g). En cuyes adultos, el tratamiento T2 consumió más materia seca ( $49.68 \pm 14.02$  g) y materia orgánica ( $45.98 \pm 12.97$  g), y el T3 más proteína cruda ( $12.24 \pm 3.45$  g). La excreción de heces fue mayor en el T1 (dieta basal) para ambos grupos de edad. La fracción digerida de materia seca y materia orgánica fue más alta en el T2 para los cuyes en crecimiento, mientras que, para los adultos, el T3 presentó los valores más altos. Finalmente, el coeficiente de digestibilidad fue superior en el T2 para los cuyes jóvenes ( $77.24 \pm 5.27$  % MS y  $77.65 \pm 5.16$ % MO) y en el T3 para la proteína cruda ( $83.22 \pm 6.25$ %). Para los cuyes adultos, el T2 mostró una mayor digestibilidad en todas las medidas ( $83.42 \pm 8.54$ % MS,  $84.09 \pm 8.18$ % MO y  $89.27 \pm 5.52$ % PC). Se concluyó que mayores niveles de inclusión de harina integral de soya obtuvo una mejor respuesta en el consumo, digestibilidad de nutrientes y energía.

## **4.2. BASES TEÓRICAS**

### **4.2.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY**

Los cuyes son animales que cuentan con un solo estómago, de ahí la denominación de monogástricos, cuentan con enzimas digestivas, una de sus características anatómicas más resaltantes es la fermentación cecal, la misma que ocurre después de los procesos gástricos, su digestión a nivel estomacal e intestinal es enzimática, mientras que a nivel del ciego es microbial; la dinámica de su comportamiento está condicionada por la composición de las raciones suministradas, esto hace que los sistemas alimenticios empleados sean variados (Solorzano y Sarria , 2014).

#### **a. Boca**

Sakaguchi (2003) afirma que los procesos digestivos empiezan en la boca, en esta cavidad el diseño particular de los dientes le permite al animal cortar y efectuar la trituración de su alimento, al masticar se disminuyen los tamaños del alimento, esta acción facilita su integración con los componentes enzimáticos del tracto digestivo, que actúan en el bolo alimenticio, el trayecto a continuación es el esófago para posteriormente pasar al estómago.

En el cuy las piezas dentarias incisivas le sirven para cortar los alimentos, como los forrajes y otros; una vez cortados se realiza la trituración mediante los molares; las partes de la boca que están involucradas en el proceso de masticación son la mandíbula, los labios, la lengua y los carrillos encargados del accionar dentario y la formación del bolo alimenticio (Calero, 1978).

Klein (2022) sostiene que existen tres fases fisiológicas en los procesos de deglución, la primera es la fase voluntaria, en este punto la lengua es la encargada de empujar hacia atrás los alimentos, después se da la fase faríngea, en esta fase el bolo alimenticio es empujado a la porción posterior bucal, con esta acción el músculo cricofaríngeo se relaja y la faringe se contrae, esto hace que se abra el ingreso a al esófago; por último, la fase esofágica, donde los movimientos peristálticos ayudan en el recorrido de la faringe al estómago.

#### **b. Estómago**

Los cuyes poseen un estómago glandular, los alimentos se digieren gracias a la secreción de ácido clorhídrico en una actividad conjunta con las enzimas pepsinas, amilasas y lipasas, después de esto el bolo continúa su recorrido al duodeno, en esta parte se digiere gracias a las sustancias secretadas por los intestinos, el páncreas y la vesícula biliar; se absorben los azúcares, aminoácidos, lípidos, vitaminas y minerales, que se reciben por medio de los vellos intestinales ubicados en el intestino delgado, esto tiene una duración aproximada de dos horas (Wagner y Manning, 1976).

Chauca (1997) refiere que, los alimentos llegan al estómago, donde se procesan de forma parcial gracias al ácido clorhídrico, los compuestos enzimáticos de lipasa, amilasa y pepsina; después el bolo pasa al duodeno para que las secreciones del intestino y páncreas continúen con el procesamiento del alimento de esa forma se logre la correcta absorción de los nutrientes en el intestino delgado.

#### **c. Intestino delgado**

Solorzano y Sarria (2014) afirman que en esta parte del intestino se absorben en su mayoría los nutrientes producto de la alimentación, especialmente en el

duodeno; que se encuentra ubicado en la porción última del intestino delgado y a inicios del grueso.

Las células de Paneth son células secretoras situadas exclusivamente en el intestino delgado, estas células se encuentran en la base de las criptas intestinales de Lieberkuhn e incluyen numerosos secretores gránulos que contienen proteínas microbicidas, como  $\alpha$ -defensinas, lisozima, lectinas de tipo C y fosfolipasa; las células de Paneth descargan sus contenidos granulares en la luz intestinal; además, estas células juegan un papel fundamental en la renovación del epitelio del intestino delgado, las células de Paneth se encuentran en criptas junto con las células madre multipotentes, y secretando algunos factores específicos que sostienen la proliferación de células madre epiteliales (Chende *et al.*, 2022).

Calero (1978) sostiene que, la flora bacteriana que se ubica en el ciego, hace que la fibra se pueda aprovechar, este proceso es posible gracias al desdoblamiento de la celulosa en celobiosa y beta glucosa por medio de la celulasa, posteriormente son absorbidas.

#### **d. Intestino grueso**

La porción gruesa del intestino está constituida por el ciego, el colon y el recto; el primero se caracteriza estructuralmente y morfológicamente a manera de un saco, en esta parte intestinal se da la fermentación por medio de los componentes bacterianos, en esta parte la absorción del producto alimenticio es menor; su importancia radica en la síntesis de la vitamina K y B en su mayoría, su diseño anatómico admite el almacenamiento de grandes cantidades de materia inerte, también se da el aprovechamiento de la fibra consumida; por otro lado, las porciones del colon y el recto se encargan de la recepción y eliminación de los residuos (Cardona *et al.*, 2020).

Sánchez (2011) afirma que el cuy es un animal que realiza cecotrofia; lo que se traduce en que son animales que ingieren sus heces directas del ano; lo que constituye un punto a favor para el aprovechamiento de los nutrientes que no pudieron ser correctamente absorbidos, como es el caso de algunos componentes vitamínicos.

#### 4.2.2. DESARROLLO DIGESTIVO

Padilha *et al.* (1995) refieren que, el patrón de desarrollo sigue un gradiente craneocaudal, el desarrollo temprano de estos dos segmentos es importante para asegurar la supervivencia del recién nacido; desde el nacimiento hasta los 18-20 días de edad, las crías beben grandes cantidades de leche durante una toma diaria, una cantidad que puede alcanzar el 0.12% de su peso corporal; esto explica la importancia del peso relativo del estómago cuando también se registra su contenido, cuando este animal tiene aproximadamente 18 días de nacido, el cuy lactante empieza a consumir alimentos sólidos disminuyendo así su ingesta de leche, debido a ello el ciego y colon tienen un pronto desarrollo en comparación a las demás partes, esto es notorio con la inclusión del contenido cecal; durante las 3 y 7 semanas después del nacimiento, el ciego se llena de digesta de 1.14 g entre las 7 y las 8 semanas, el pH del ciego en consecuencia a la edad reduce su tamaño de 6.8 a los 15 días de edad y 5.6 a los 49 días.

Marounek *et al.* (1995) afirman que en los cuyes lactantes, las glándulas mucosas producen enzimas para la digestión de algunos componentes principales de la leche, mientras que la madurez y funcionalidad del páncreas son limitadas en comparación con el adulto; en este período, la lipasa gástrica representa la mayor parte de la actividad lipolítica de todo el tracto digestivo, mientras que esta actividad no es detectable en el cuy de tres meses; Gallois *et al.* (2008) refieren que la actividad de lactasa es máxima hasta los 25 días de edad, y la sacarasa y maltasa aumentan hasta alcanzar el nivel adulto alrededor de los 28-32 días.

Una de las actividades fundamentales proteolíticas se encuentra ubicada el estómago de cuy joven, esta deja de ser importante con el paso de su edad, ya que se incrementa dicha actividad el ciego, colon y páncreas (Marounek *et al.*, 1995); hay común acuerdo en que la funcionalidad del tracto digestivo está limitada desde los 21 a los 42 días de edad por la amilasa y la lipasa secretadas por el páncreas y algunas enzimas de la mucosa gástrica o intestinal; sin embargo, la actividad de la proteasa no está clara; estos hallazgos están en consonancia con la evolución del páncreas, que aumenta mucho de peso cuando los animales comienzan a comer alimentos sólidos (Lebas *et al.*, 1971), y el desarrollo de la morfología intestinal (Gallois *et al.*,

2008); sin embargo, esta limitada capacidad enzimática permite que conejos jóvenes (35 días) digieran 0,9-0,96 de almidón al final del ileon (Gómez *et al.*, 2007).

Los principales cambios relacionados con la edad en la maduración morfológica y funcional del tracto digestivo aparentemente se relacionan a los cambios de la leche a alimento sólido en el patrón de alimentación del conejo joven; además, un mayor consumo de alimentos sólidos en este período de transición conduce a un mejor rendimiento del crecimiento y una menor mortalidad en el período de crecimiento (Pascual, 2001).

Gallois *et al.* (2008) sostenían que uno de los efectos del destete, no influyen considerablemente en los aspectos morfológicos y la actividad enzimática estomacal e intestinal (delgado); por otra parte, algunos autores como Gutiérrez *et al.* (2002) han observado atrofia de las vellosidades, así como la reducción enzimática de los bordes de cepillo en cuyes con 25 días de destete en comparación con cuyes lactantes en el mismo rango etario; aunque, esta problemática está condicionada por los compuestos dietarios al momento del destete; Álvarez *et al.* (2007), afirman que se debe incluir niveles moderados de fibra soluble en la dieta parece ser suficiente para evitar estos problemas.

Los efectos del destete sobre la maduración del ciego y colon parecen ser positivos; el destete precoz aumenta el peso de los órganos y su contenido, favorece la colonización de microbiota (cantidad y tipo de bacterias), promueve la actividad fermentativa y acelera la maduración de GALT (Xiccato *et al.* 2003).

La cantidad de horas empleadas para la totalidad del tránsito gastrointestinal es aproximadamente 20 horas, con un vaciado de aproximadamente 2 horas; la cecotrofia se puede realizar de 150 a 200 veces al día; los cuyes jóvenes inicialmente pueblan su tracto intestinal al comer los cecotrofos y gránulos de la cerda, la flora intestinal se compone principalmente de bacterias grampositivas con lactobacilos anaerobios; los coliformes, las levaduras y los clostridios pueden estar presentes en pequeñas cantidades, los cuyes son más eficientes que los conejos para digerir la fibra, en estos animales la saciedad se determina en relación a la longitud del tracto gastrointestinal; aumentar la fibra no aumenta el apetito, se necesita un nivel de

proteína cruda de 18 a 20% para el crecimiento y la lactancia, el nivel de fibra cruda en la dieta debe ser del 10 al 16 % (Harkness y Wagner, 1979).

### 4.2.3. REQUERIMIENTO NUTRICIONALES

Cuando se habla de los requerimientos nutricionales, esto hace referencia a la necesidad nutricional que los animales requieren, en este contexto el cuy requiere estos nutrientes para asegurar su crecimiento, su subsistencia y su reproducción, todas esas necesidades van variando según la edad del cuy, así como varía según el medio ambiente, también del estado fisiológico y genotipo (Sarria *et al.*, 2020); la importancia de conocer a detalle los requerimientos nutricionales de cada especie animal es mejorar al máximo los parámetros reproductivos en cada etapa productiva como muestra Tabla 1, de esa manera aprovechar su precocidad, prolificidad y habilidad reproductiva; por lo contrario, el no tomar importancia a las necesidades alimentarias de los cuyes, podría traer efectos negativos como retardado crecimiento o desarrollo, demora en la madurez sexual, en cuyes hembras puede ocasionar falta de fertilidad, muerte de crías, falta de peso adecuado de crías al nacimiento y crecimiento, falta de leche de madres (Aliaga *et al.*, 2009).

**Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cuy**

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>NRC <sup>a</sup></b>	<b>Vergara <sup>b</sup></b>
Energía digestible	%	3.0	2.9
Fibra	%	15.0	12.0
Proteína	%	18.0	19.0
Lisina	%	0.8	0.9
Metionina	%	0.6	0.4
Metionina + Cisteína	%	-	0.8
Arginina	%	1.2	1.2
Treonina	%	0.6	0.6
Triptófano	%	0.2	0.2
Calcio	%	0.8	1.0
Fósforo	%	0.4	0.8
Sodio	%	0.2	0.5
Vitamina C	mg/100g	20.0	20.0

**Fuente:** NRC (1995)<sup>a</sup>, Vergara (2008)<sup>b</sup>

**Tabla 2 . Requerimientos nutricionales de cuyes de acuerdo con la etapa fisiológica**

Nutriente	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento y Engorde
<b>Energía digestible</b>	Kcal.Kg-1MS*	2.800-2.860	2.860-3.000	2.800-2.900
<b>Proteína</b>	%	18-20	18-22	13-18
<b>Fibra</b>	%	8-17	8-17	6-10
<b>Calcio</b>	%	1.4	1,4	0.8-1.2
<b>Fósforo</b>	%	0.8	0.8	0.4-0.7
<b>Vitamina C</b>	mg	200	200	200

**Fuente:** \* Energía digestible contenida en la dieta de kilocalorías por kilogramo de materia seca (ms), obtenido de Cardona *et al.* (2020).

Diversos autores determinan la composición nutricional de ciertos insumos, estos se utilizan con frecuencia en la formulación de dietas, tal como se describen en la Tabla 3:

**Tabla 3 . Principales insumos utilizados en la dieta de los cuyes**

Insumo	Fibra cruda	Proteína cruda	Fibra detergente neutra (FND)	Materia seca	Materia orgánica	Energía
<b>Coronta de maíz</b>	30 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	14.74 <sup>e</sup>	84.7 <sup>a</sup>	-	2.86 <sup>e</sup>
<b>Avena negra</b>	-	64.70 <sup>c</sup>	510.52 <sup>c</sup>	211.96 <sup>c</sup>	876.93 <sup>c</sup>	10.6 <sup>c</sup>
<b>Cebada forrajera</b>	23.61 <sup>f</sup>	61.81 <sup>c</sup>	580.75 <sup>c</sup>	242.38 <sup>c</sup>	759.48 <sup>c</sup>	7.4 <sup>c</sup>
<b>Afrecho de trigo</b>	9.8 <sup>d</sup>	15.1 <sup>d</sup>	23.67 <sup>e</sup>	87.7 <sup>d</sup>	89.82 <sup>g</sup>	2.55 <sup>e</sup>

**Fuente:** <sup>a</sup> Rosales y Tang (1996) <sup>b</sup> Ministerio de Agricultura y Riego (2018) <sup>c</sup> Gómez *et al.* (2018) <sup>d</sup> Blas *et al.* (2003) <sup>e</sup> Laforé *et al.* (1999) <sup>f</sup> Quispe *et al.* (2016) <sup>g</sup> Nieves *et al.* (2011).

### a. Energía

La energía es de vital importancia en el proceso alimentario de todos los animales, como también lo es en la alimentación de los cuyes; se tiene como fuentes primordiales de energía, los carbohidratos fibrosos y los no fibrosos, la energía promueve los procesos fundamentales; la NRC (1978) recomienda un grado de Energía Digestible (ED) de 3 000 calorías por kilogramo en la dieta; la deficiencia de

energía produce retardamiento en animales en desarrollo como fallas reproductivas (Shimada, 2003).

Según Torres (2013), en cuyes hembras es vital cubrir las necesidades energéticas más que todo en el último tercio de embarazo y en cuanto a la producción de leche ya que implica desgaste en las madres y corren riesgo de perder peso y fertilidad; en la tabla 1 se observa bajo la investigación de diferentes autores y en diferentes años el requerimiento nutricional de los cuyes.

### **b. Agua**

Este compuesto líquido es de gran importancia en la alimentación de todas las especies, una de las labores del agua en el cuerpo es, transporta los elementos nutricionales y el oxígeno mediante la sangre, además que equilibra el organismo químicamente, ayuda en la regulación de la temperatura, así como ayuda en la lubricación de todas las articulaciones; el agua se obtiene de tres formas, una es a través de los alimentos, la segunda es agua metabólica y la tercera por medio de agua de bebida; el no brindarle agua al cuy puede causar problemas en el organismo hasta producir la muerte; se debe brindar agua limpia y fresca, el requerimiento depende de la temperatura ambiental, edad, alimentación; la exigencia de este líquido vital en los cuyes es de 10 mililitros por 100 gramos de peso vivo del animal, esto se representa por el 10% de su mismo peso; el uso de agua en el periodo reproductivo, reduce la muerte de los lactantes en 3.22%, mejorando también el peso al momento de nacer en 17.81 g y al momento del destete en 33.73 g., de esta forma hay una mejora en la eficacia reproductora (Martínez, 2006).

El consumo de agua en los cuyes es cambiante y el consumo alimenticio influye de acuerdo a la composición de la dieta y el tiempo del animal según su edad; Liu (1988) informó que el consumo de agua fue de 21.7 ml/100 g PV/día y la ingesta media de la dieta con insumos de tipo natural de 3.0 Mcal/kg (12.6 MJ/kg) de 6.9 g/100 g BW/día en cuyes machos de una semana de edad ( $312 \pm 13$  g); de igual manera la ingesta de agua y alimento fue de 7.5 ml/100 g BW/día y 4 g/100 g BW/día, esto en respecto a cuyes machos con un peso de  $698 \pm 19$  g y que tuvieron una alimentación con dietas no purificadas con contenido del 20% de proteína cruda (Tsao y Young, 1989).

Cardona *et al.* (2020) afirman que los animales adquieren el agua de tres formas (ver Tabla 4):

- **Del alimento:** en cuanto a los forrajes, se conoce que los forrajes frescos, contienen más agua; a diferencia de los alimentos concentrados, los forrajes tiernos, aún poseen más agua que los maduros y secos.
- **Del agua de bebida:** este es el agua que se les brinda a los cuyes como fuente diferenciada a su alimento, dado que son proporcionadas mediante recipientes o sistema adaptado de tubería; es fundamental que el agua ofrecida se encuentre limpia y fresca, si es posible potable; la temperatura del ambiente es de importancia para conocer la cantidad de agua que debe ser suministrada a los cuyes, teniendo en cuenta también la situación del galpón, y la cantidad de materia seca que se encuentre en los alimentos.
- **Del agua metabólica:** se genera por los nutrientes, posterior al proceso digestivo; por ello se considera, la grasa de los carbohidratos y las proteínas como nutrientes que producen mayor liberación de agua.

**Tabla 4. Cantidad de agua a suministrar según el tipo de alimentación**

<b>Tipo De Alimentación</b>	<b>Cantidad de Agua/Animal/Día</b>
Se da cuando los cuyes tienen una alimentación con un tipo de forraje jugoso y de abundancia (más de 200 gramos/animal/día)	No hay obligación de suministro de agua
Se da cuando los cuyes consumen forraje seco (muy deshidratado) y en climas templados	Suministre 85 mililitros por animal
Los cuyes se alimentan con poco forraje fresco (30 gramos/animal/día) más concentrado	Suministre 85 mililitros por animal

**Fuente:** Cardona *et al.* (2020)

#### **a. Proteína**

Está considerada como macronutriente de vital importancia para asegurar un buen crecimiento y la mantención de la estructura corporal; una de las conceptualizaciones más importantes en la nutrición proteica, es el estado de calidad de la proteína, la misma que se determina por su perfil y la cantidad de aminoácidos de su composición,

considerando que interviene en diferentes factores, como la solubilidad y glicosilación; las modificaciones resultado del tratamiento tecnológico y culinario de los alimentos puede cambiar el estado de calidad de una proteína, estos tratamientos alimenticios pueden contener factores anti nutricionales que logran afectar a la biodisponibilidad de los aminoácidos; la complementación proteica admite, por medio de la formulación de mezclas proteicas con calidad reducida, optimizar la biodisponibilidad; por ende, la calidad de la mezcla proteica (Martínez y Martínez, 2006).

Según la NRC (1995) la conformación de las proteínas es en función de los aminoácidos, las proteínas juegan un rol importante en el cuerpo del animal, ya que se encargan de la conformación de tejidos, existen dos fuentes proteicas; así mismo la deficiencia de dicho requerimiento causa alteraciones en el desarrollo de los cuyes debido a que genera un menor peso al nacimiento, retardado desarrollo del animal según su edad, baja producción de leche, baja fertilidad, al igual que los demás nutrientes depende de la especie, etapa del animal, época de corte; por ello, el porcentaje de proteína que requiere el cuy es de 18%; para animales que están por destetar se realizan suplementos requiriendo 13 y 25%, en animales en crecimiento la inclusión va de 12 a 24% y engorde y crecimiento se recomienda entre 20 a 22%, los principales aminoácidos son los siguientes: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, valina, fenilalanina, triptófano (National Research Council, 1978).

Es importante la inclusión de las proteínas en la alimentación de estos animales, debido a que estas apoyan la formación de las células y los órganos de cuerpo, forman la musculación del cuy, como también forman el pelo y piel del animal; por otro lado, también ayudan a las defensas de su cuerpo; cuando no existe la cantidad suficientes de proteína en la dieta de los cuyes, se pueden presentar las siguientes complicaciones, existe un peso muy reducido al momento de nacer, dificultad en el crecimiento, baja producción de leche en las hembras, disminución de la fertilidad y un bajo aprovechamiento de los alimentos (Cardona *et al.*, 2020).

#### **b. Minerales**

Las concentraciones de minerales en los requerimientos alimentarios de los animales son importantes; estos se clasifican en dos grupos, los macro elementos y los micro elementos, los macro elementos se necesitan en cantidades superiores a diferencia

de los micro elementos que se necesitan en pequeñas cantidades; además, los macro elementos se componen de calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloro y los micro elementos son los siguientes, manganeso, cobre, yodo, cobalto, zinc, hierro, cromo, molibdeno, selenio y cumplen diferentes funciones en el organismo, son importantes componentes de huesos, regulan el pH de los líquidos orgánicos; así mismo, la deficiencia de dichos minerales causan desmineralización y defectos óseos, falta de apetito, agalactia y articulación desproporcional (Caycedo, 2000).

Si se les brinda una porción adecuada de pasto a los cuyes, ya no es necesario suministrar minerales a su alimento balanceado; no obstante, algunos de los minerales adecuados para la suministración en las etapas diferentes de los cuyes son: calcio 0.8%, fósforo 0.4% y sodio 0.2%; la falta de esos puede producir deficiencias, como la disminución del apetito, huesos débiles y abortos en el caso de cuyes hembra (Solorzano y Sarria, 2014).

Cardona *et al.* (2020) sostiene que son elementos fundamentales dentro del cuerpo y que aseguran una buena salud, el bien y una buena producción animal; existe una lista de los minerales importantes para los cuyes, por ejemplo el calcio, ayuda a la producción de la leche y una buena formación ósea, dental y muscular asegurando una buena contracción de los últimos, así también el fósforo, tiene la finalidad de asegurar una buena formación de huesos y adquisición de energía.

**Tabla 5. Beneficios de los minerales necesarios para el cuy**

Mineral	Beneficio
Hierro	Ayuda a prevenir la anemia
Magnesio	Ayuda a mantener un corazón saludable, como también huesos y dientes sanos
Cloro	Ayuda tener una mejor digestibilidad de las proteínas en el estómago
Sodio, potasio, zinc, cobre, yodo, magnesio	Realizan una serie de funciones vitales

Fuente: Cardona *et al.* (2020)

La alimentación de las hembras, en base a buenos forrajes y suplementos adecuados, puede asegurar la producción de leche con componentes proteicos, lipídicos y minerales, los mismos que aseguran un buen desarrollo y formación de los huesos de las crías; cuando no existe una cantidad adecuada de minerales en la dieta del animal, pueden presentar dureza articular, déficit y demora en el crecimiento de dientes y huesos, problemas para trasladarse, anemia y debilidad; la falta de los minerales, puede causar en las hembras la falta de producción de leche (agalactia), esto provocando una demora en el crecimiento de las crías (Cardona *et al.*, 2020).

### c. Vitaminas

Chazi (2005) refiere que, estos son compuestos de tipo orgánico, incluidos en pequeñas cantidades en diferentes compuestos como en las proteínas, carbohidratos y grasas; al igual que los otros compuestos, las vitaminas son de gran importancia para procesos metabólicos, su deficiencia causa alteraciones en el cuerpo; por otro lado, los cuyes son animales que no logran absorber la vitamina C, por lo que es necesario la adición de esta vitamina mediante suplemento añadido en el agua de bebida o netamente en el balanceo de las dietas, estas vitaminas están clasificadas en dos grupos diferentes y son los siguientes:

- **Vitaminas liposolubles:** entre ellos se encuentran las vitaminas A (retino), D (calciferol), E (tocoferol) y K (antihemorrágica), al igual que los alimentos que están contenidos por grasas; se almacenan en el hígado y tejidos grasos, suelen almacenarse en el organismo del animal (Chazi , 2005).
- **Vitaminas hidrosolubles:** como su nombre lo refiere son vitaminas que pueden disolverse en el agua, son necesarias para reacciones químicas del metabolismo, estas deben de ser proporcionadas a diario en las dietas en cantidades reducidas; de igual forma, estas vitaminas se expulsan por medio de la orina, por ello, estos no son tóxicos, en el caso de ser retenidos pueden producir dificultades renales; entre estas se pueden mencionar la, riboflavina (B2), niacina (B3), niacinamida, ácido nicotínico, ácido fólico (folacina), cianocobalamina o cobalamina, vitamina C (ácido ascórbico), ácido paraminobenzoico, colina, inositol ácido pantoténico, piridoxina o vitamina B6, tiamina (Godínez *et al.*, 2012).

Estas vitaminas son importantes en los cuyes como en otras especies, ya que son fundamentales para su existencia, porque no se producen en su organismo; la exigencia diaria vitamínica es de 20 mg/ 100 g de alimento y la falta de estas, pueden provocar, disminución en el apetito, inmovilización de los miembros posteriores y posteriormente pérdida de la vida (Solorzano y Sarria, 2014).

#### **d. Fibra**

Según Chauca (1997), el porcentaje requerido por el cuy es de 6 a 18 % para garantizar una digestión óptima y adecuado aprovechamiento de los nutrientes del alimento, pero cuando se les brinda alimento balanceado exclusivamente, este porcentaje debe aumentar, la fibra favorece a la digestión de los nutrientes; por otro lado, permite retardar el paso del alimento por el tracto digestivo, una de las capacidades de los cuyes es el poder digerir de forma adecuada la fibra; al alimentar a los cuyes, la fibra es prevista de la misma forma que el forraje.

La fibra es fundamental en la dieta de los cuyes, porque ayuda a retardar el paso del alimento por el tracto digestivo de los cuyes, esto contribuye que estos alimentos tengan una buena digestión de los nutrientes; la falta de estas traería problemas como, un crecimiento reducido; por otro lado, afectaría a su proceso productivo (Solorzano y Sarria , 2014).

Los niveles de fibra son importantes en el forraje para los cuyes, por ser un sustrato energético para la fibra microbial que está presente en el ciego; favoreciendo a la digestión de los nutrientes, de la misma forma retardando el tránsito alimentario por el tracto digestivo (Cardona *et al.*, 2020).

La fibra es uno de los ingredientes fundamentales que se debe de considerar en la dieta alimenticia de los cuyes; Booth *et al.* (1949) visualizaron reducidas tasas de crecimiento (1.9 g/día) en cuyes que fueron alimentados con dietas sintéticas sin fibra; las adiciones de pectina, agar, paja de avena, celulosa y celofán estimularon el crecimiento hasta cierto punto, pero se encontró que la goma arábica produjo la mejor respuesta (tasas de crecimiento de más de 5 g/día); otros estudiosos visualizaron que la celulosa es óptima para la estimulación del crecimiento, a diferencia de la goma arábica o el celofán, cuando esta era agregada a 150 g/kg de dieta (Heinicke y

Elvehjem, 1955); el ciego de los cuyes está conformado por ácidos grasos, en concentraciones similares al rumen (Henning y Hird, 1970); en el ciego, cuando se digiere la celulosa apoya a la satisfacción de las necesidades energéticas; Hirsh (1973) en su afán de demostrar que la disolución de la dieta 1:1 con la celulosa, no perjudica el consumo de alimento, ni el peso de los conejos, lo que apoyo la práctica en el uso de la celulosa como fuente energética.

#### **e. Grasa**

Es considera como nutriente que cumple funciones fundamentales para el desarrollo de los cuyes y suministran al organismo de estos, juntamente con los carbohidratos y la proteína, la suficiente energía para los procesos vitales; de esta forma permitiendo que estos crezcan y se reproduzcan; algunas de las materias que pueden ser usadas como grasas en la dieta alimenticia de los cuyes son: las semillas de soya, ajonjolí, algodón y maní; algunos en estado de germinación como el maíz, ayudan como suplementos de grasas al ser usados de forma directa en la preparación de los concentrados (Cardona *et al.*, 2020).

La cantidad exacta de grasa que requieren los cuyes está establecida, estas grasas son no saturadas; la falta de estas grasas puede producir en los cuyes una demora en su desarrollo, además de producir problemas dérmicos y úlceras, un bajo crecimiento de pelo y su pronta caída; puede llegar a solucionarse al agregar grasa contenida por grasas insaturadas o ácido linoleico en 4 g/kg de ración; el agregar aceite de maíz, pude ayudar a un crecimiento sin dermatitis; cuando persisten las deficiencias por un largo periodo, se observa un bajo desarrollo de los testículos, bazo, vesícula biliar, riñones, hígado, glándulas suprarrenales y corazón, y cuando los casos son mayores, puede producirse la muerte del animal; se puede prevenir todos estos problemas, incluyendo en las dietas, grasas o ácidos grasos no saturados, con un nivel de 3% siendo este el adecuado, para conseguir un buen crecimiento y evitar la dermatitis (Wagner y Manning, 1976).

Los lípidos contenidos en las materias primas convencionales utilizadas en la formulación de alimentos compuestos satisfacen fácilmente esta necesidad; además, la alimentación del cuy se basa normalmente en dietas de energía moderada y, por lo tanto, no se agregan grasas o aceites puros, el contenido de grasa cruda en la dieta

no supera los 3–3.5 g/100 g en promedio; sólo una parte de este componente químico está compuesto de grasa verdadera o triglicéridos, dado que la parte más grande está compuesta de otros compuestos como glicolípidos, fosfolípidos, ceras, carotenoides, saponinas (Cheeke, 1987; Soest, 1982).

#### **4.2.4. FIBRA DIETARIA**

La fibra Neutro Detergente (FND), viene a ser un residuo que queda posterior a la extracción, mediante la ebullición haciendo uso de soluciones neutras de sulfato lauril sódico y ácido etilendiaminoteraacético (EDTA), el mismo que está compuesto básicamente por celulosa, lignina y hemicelulosa; por esta razón, se considera como una medida del material de la pared de célula vegetal; es así que la fibra ácido detergente (FAD) se conforma por fracciones brutas de lignina y celulosa del material vegetal (McDonald *et al.*, 2006).

Xiao *et al.* (2015) analizaron la mejora de la función intestinal y los efectos metabólicos de fibra dietética no digerible en cuyes; mientras que Bazay *et al.* (2014) determinaron que la fibra se fermenta con facilidad en el ciego cuando se realiza el engorde de cuyes; no obstante, otras indagaciones como la de Puente *et al.* (2019) demostraron parámetros de crecimiento del cuy empleando dietas a base de forraje y suplementaciones con subproductos de trigo.

Sin considerar algunas semillas oleaginosas, como es la soya, la energía que procede de gran parte de las plantas se encuentra disponible en forma de carbohidratos, pero sólo una pequeña fracción de las calorías se provee a manera de grasa; es así que los carbohidratos se clasifican en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos que contienen almidón y una mezcla de otros carbohidratos complejos que contienen la celulosa y la lignina, las mismas que son resistentes a la hidrólisis por las enzimas digestivas elaboradas por el animal (Church *et al.*, 2002).

#### **4.2.5. USOS DE LA FIBRA PARA LA DIGESTIBILIDAD DE LOS CUYES**

El nivel de fibra en la ración y la absorción de enzimas digestivas influyen en el crecimiento de los cuyes a los 30 días de edad; se realizó la comparación con raciones de 10, 15 y 20% de niveles de fibra y se incorporó enzimas digestivas; para lo cual se

empleó 18% de proteína y 63% de nutrientes disponibles totales (NDT), así también se utilizó como forraje Rye grass, de donde se obtuvo un incremento de 10.2, 9.2, y 9 g/animal/día de acuerdo al nivel incorporado (Carampoma *et al.*, 1991). Por su parte, Meza *et al.* (2012) al suministrar harina de *Tithonia diversifolia* registraron 88,70% PC, 84.42% FC y 83.59% EE, esto demuestra que las asteráceas pueden proporcionar el nivel de fibra apropiado para la dieta por su producción de follaje y contenido nutricional. De acuerdo a la tabla 6, se observa la composición de algunos alimentos empleados en la dieta. En la tabla 6, se presenta la composición de la fibra de acuerdo al alimento:

**Tabla 6. Composición de la fibra (g/kg MS)**

Alimento	Ácidos Urónicos	Lignina	FND	FAD	FB
Trigo	7	11	105	35	26
Cebada	12	33	210	89	53
Gluten de maíz	29	31	400	114	39
Guisantes	23	8	194	110	63
Harina de soja	36	30	115	83	58
Harina de colza	48	100	256	206	152
Pulpa de remolacha	161	63	490	276	203
Harina de hierba	29	50	723	389	210
Paja de trigo	18	171	752	465	417

**Fuente:** Obtenido de McDonald *et al.* (2006), FND:Fibra Neutro Detergente, FAD: Fibra ácido detergente, FB: Fibra Bruta.

#### 4.2.6. DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA DIETARIA EN EL INTESTINO

Los cuyes presentan un ciego grande y saculado, que puede contener el 40% de la digesta gastrointestinal; que incluso puede contener hasta el 65 % de la digesta gastrointestinal y un colon más largo, siendo este último espacioso y nunca está vacío, por lo que tiene una mayor capacidad para digerir la fibra dietética (Franz *et al.*, 2010). Los cuyes mostraron una mayor digestibilidad de la fibra cruda debido probablemente a su mayor peso relativo y a la mayor longitud del colon-recto, en comparación con otros animales; la actividad hidrolítica de fibra en el ciego del cuy también fue más alta (Yu *et al.*, 2000).

El ciego es el órgano principal donde la actividad microbiana tiene lugar en cuyes; la población microbiana cecal segrega enzimas capaces de hidrolizar los componentes

principales de la fibra dietética; se ha detectado una mayor actividad enzimática para la degradación de las pectinas y la hemicelulosa que para la degradación de la celulosa en varios estudios (Marounek *et al.*, 1995). Estos resultados son paralelos a los de la digestibilidad fecal de los componentes de fibra dietética correspondientes en cuyes (Gidenne, 1996), y también son consistentes con los recuentos más pequeños de bacterias celulolíticas en el ciego en comparación con las bacterias xlanolíticas o pectinolíticas (Boulahrouf *et al.*, 1991).

La digestibilidad de la fibra no se ve afectada significativamente por el nivel de fibra en la dieta; de hecho, se puede concluir que la cantidad de fibra que ingresa al ciego no es un factor limitante para los procesos de fermentación, ya que el tiempo de retención de la digesta en el ciego es relativamente corto (9 a 13 horas), lo que permite, la degradación de las fracciones de fibra con fácil digestión, como son las pectinas o hemicelulosas; además, como se indicó anteriormente, el tiempo de retención en el ciego incrementó proporcionalmente a la reducción de la ingesta de fibra, y podría compensar una eventual limitación de la cantidad de fibra que ingresa al ciego; en general, el tránsito en la parte proximal del tracto se regula según la ingesta de fibra; un incremento en la ingesta de fibra estimula el tránsito y, por lo tanto, aumenta la velocidad de paso en el tracto general, mientras que el tiempo de retención se prolonga ligeramente en el estómago y se acorta ligeramente en el intestino delgado (Gidenne *et al.* , 1998). La digestibilidad en cada especie varía, así como se observa en la tabla 7:

**Tabla 7. Comparación de la digestibilidad de la fibra**

<b>Nutrientes</b>	<b>Conejos</b>	<b>Cuyes</b>	<b>Ratas</b>	<b>Hámsters</b>
Fibra Cruda (%)	21.1	51.3	7.4	25.5
FDN (%)	30.0	55.0	26.1	38.4
FAD (%)	23.4	51.7	11.2	25.1

Fuente: Xiao *et al.* (2015)

#### **4.2.7. DIGESTIBILIDAD**

Para Caprita *et al.* (2013), la digestibilidad mide la disponibilidad biológica de nutrientes, es importante para formular una ración balanceada; la parte soluble se da mediante hidrólisis u otros cambios físicos o químicos que ingresan a la circulación y son utilizados por el animal como fuente de energía o material de construcción.

Como señala Flores (1986), la digestibilidad está conformada por una serie de procesos que sufren los alimentos en el tracto digestivo, a partir de la masticación y la mezcla de los alimentos mediante la saliva en la boca, digestión, descomposición química y absorción de nutrientes, además de la excreción de materiales no digeridos por el ano. Shimada (2003) indica que la composición química de un alimento sólo muestra el contenido de nutrimentos, pero no su disponibilidad para el cuy, por ello se debe de tener información sobre la digestibilidad, la misma que expresa de forma porcentual el nutrimento digerido en su paso por el tubo gastrointestinal.

Por su parte, Bondi (1988) menciona que la digestibilidad es la cantidad de un nutriente que tiene alimento, el cual no es excretado en las heces, por ende, se considera que fue absorbido en el tracto digestivo del animal, este se expresa como coeficiente de digestibilidad.

#### **4.2.8. TIPOS DE DIGESTIBILIDAD**

Henry (1988) señala que dependiendo del lugar de colección de la muestra se determina el tipo, el mismo que puede ser:

- **Digestibilidad ileal:** Su fin es aumentar la precisión en la determinación del aporte de los nutrimentos, pues la colecta de la muestra se realiza antes de la válvula ileocecal.
- **Digestibilidad fecal:** Se estima la diferencia entre lo ingerido y lo excretado en heces.

Por tanto, existen dos tipos de digestibilidad que se describen a continuación:

- a. Digestibilidad aparente (DA).** Se evalúa desde la digesta ileal y/o heces, con este método no se logra conocer la proporción de proteína que proviene de la dieta o la secreción de Nitrógeno Endógeno (NE), pues las principales excreciones provienen de mucoproteínas, enzimas intestinales y pancreáticas, secreciones gástricas y biliares, saliva, y células descamadas de la mucosa intestinal (Souffrant, 1991).
- b. Digestibilidad verdadera (DV).** Se valúa a nivel ileal y/o fecal, dado que considera la excreción de NE en sus cálculos, es por ello que proporciona un valor

más preciso de la digestión de cierto alimento, como resultado los valores de la digestibilidad verdadera no se ven afectados por el contenido de proteína cruda de la dieta; este método posibilita la elaboración de dietas, donde los requerimientos nutricionales del alimento sean aportados de forma adecuada; también, en el caso de la proteína, se podrá conocer realmente lo requerido por el animal (Noblet *et al.*, 2022).

#### **4.2.9. MÉTODOS PARA EVALUAR LA DIGESTIBILIDAD**

De acuerdo a Rosales y Tang (1996), la digestibilidad *In vivo* consiste en emplear como material biológico al animal y la digestibilidad *In vitro* evalúa los procesos de digestión que se obtienen en el laboratorio de manera más simplificada, pero en ocasiones se puede usar al animal de manera indirecta o parcial.

Por su parte, Córdova (1993) afirma que el método *In vitro* es más económico y rápido, dado que este método se basa en reproducir los microorganismos que se encuentran en el ciego para el caso de cuyes; para ello se debe de someter el alimento a un proceso de trituración y molido, o como también a diversas acciones de ácidos, bases y enzimas. A continuación, se mencionan los métodos de evaluación de digestibilidad:

##### **a. Método "*in vivo*"**

Para determinar la digestibilidad por el método "in vivo", se realiza mediante ensayos de balance nutritivo, empleando animales vivos, pues este método es más confiable porque implica de forma directa los factores que influyen en el alimento y el animal, mediante este método se mide la ingestión de una ración específica de composición conocida y la colecta total de las excretas que corresponden al alimento consumido (Lachmann y Araujo, 2001).

##### **b. Método "*in situ*"**

Este método permite determinar la degradación de la fibra a través de la técnica de fistulación cecal en los cuyes y el comportamiento de la desaparición de las distintas fracciones, las que posibilitan afirmar la validez de la misma en la valoración nutritiva de forrajes (Lagos *et al.*, 2006).

### **c. Método “*in vitro*”**

La técnica *in vitro* permite simular con precisión las características de una digestión *in vivo*, debido a que los cambios hacen que la incubación *in vitro* pueda alterar la asociación entre ambas técnicas, es especial para alimentos con composiciones desbalanceadas (Campos, 2008; Aufrere y Michalet-Doreau, 1988).

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. LUGAR DE ESTUDIO**

La presente investigación se realizó en la Unidad de Cuyes y el Laboratorio de Nutrición, Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Zootecnia, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

#### **5.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA**

Región : Cusco

Provincia : Cusco

Distrito : San Jerónimo

#### **5.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Latitud sur : 13°25'

Latitud oeste : 72° 22'

Altitud : 3219 m.s.n.m.

**Fuente:** Google Earth (2024)



Fuente: Google Earth (2024)

**Figura 1. Ubicación geográfica del Centro Agronómico K'ayra**

### **5.1.3. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS**

La granja K'ayra se encuentra en el distrito de San Jerónimo, donde alcanza una temperatura mínima de 6.85°C y máxima de 20.15° C en el mes de enero, siendo la humedad relativa de 76.13% y precipitación de 4.02 mm/día. (SENAMHI, 2020)

## **5.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación tuvo una duración de seis meses desde diciembre a abril; la etapa preexperimental tuvo una duración de 19 días (limpieza y desinfección, acondicionamiento de galpón y preparación del alimento), mientras que la etapa experimental duró once días (evaluación y recolección de datos en campo), posterior a ello se realizó el análisis de laboratorio que duró aproximadamente cinco meses.

### **5.2.1. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **5.2.2. MATERIAL BIOLÓGICO**

Se emplearon 30 cuyes hembras mejoradas de tipo I, línea Perú, destetados, en crecimiento y cuyes mayores; las cuales fueron adquiridas de la Dirección Regional

de Agricultura-Unidad de crianza de cuyes Huayllapampa, del distrito de San Jerónimo en la ciudad de Cusco (Tabla 8).

**Tabla 8. Peso de animales evaluados**

<b>Edades</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Peso mínimo (g)</b>	<b>Peso Máximo (g)</b>
Destetados (21 días)	370,46 ± 37,2	325.96	446.16
Crecimiento (45 días)	614,37 ± 26,8	562.02	658.72
Cuyes mayores ( 75 días)	715,44 ± 62,70	682.93	868.91

### **5.2.3. MATERIALES DE CAMPO**

- Bolsas de papel Kraft.
- Bolsas de polipropileno.
- Jaulas metabólicas de acero inoxidable de medidas de 0.50 cm, 0.25 cm ancho y 0.40 cm de alto.
- Comederos de polipropileno.
- Bebederos de polipropileno.
- Mallas para recolectar las heces.
- Campana de cría-calefactor
- Balanza de precisión digital de 5 kg (1g de sensibilidad)

### **5.2.4. INSUMOS VETERINARIOS**

- Finox (desparasitante externo, fipronil al 1%)

### **5.2.5. EQUIPOS DE CAMPO**

- Termómetro digital
- Cámara fotográfica

### **5.2.6. INSUMOS ALIMENTICIOS Y ADITIVOS**

- Maíz molido
- Torta de soya
- Harina de alfalfa
- Cebada molida
- Afrecho de trigo
- Coronta o marlo del maíz molido
- Aceite
- Avena molida
- Carbonato de calcio
- Fosfato dicálcico
- DL- metionina
- Lisina
- Bicarbonato de sodio
- Premix
- Colina
- Sal

### **5.2.7. MATERIALES DE LABORATORIO**

- Bandejas de aluminio con medidas de 30 cm de largo, 23.5 cm de ancho y 5.5 cm de alto.
- Espátula de laboratorio
- Bolsas con cierre hermético con medidas de 23 cm de ancho y 32 cm de alto.
- Crisoles de porcelana con una medida de 35 mm de diámetro externo y 44 mm de alto.
- Viales de estaño para sólidos
- Micro espátulas de laboratorio
- Pinzas para crisoles.
- Desecador de borosilicato con una medida de 300 mm diámetro.

### **5.2.8. EQUIPOS DE LABORATORIO**

- Molino de corte, modelo Knifetec KN 925, marca: FOSS
- Estufa de convección forzada, modelo FEC 720, marca Binder
- Analizador elemental CHNO/S de modelo 2400 series II y marca PERKIN ELMER.
- Ultramicrobalanza de 5 g/0.1µg, siendo de modelo AD 600 y marca PERKIN ELMER.
- Balanza analítica de capacidad 220 g/0.1 mg de modelo AS X2 y marca RADWAG.
- Mufla de modelo ECO 110/9 y marca PROTHERM.
- Bomba calorimétrica determinación de energía bruta, PARR INSTRUMENTS, MODELO 6400

### **5.3. METODOLOGÍA**

#### **5.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es de tipo de experimental, debido a que buscó aplicar tratamientos de diferentes niveles de fibra para observar el efecto en el consumo y digestibilidad de los cuyes hembras de la línea Perú.

#### **5.3.2. ETAPAS DE EVALUACIÓN**

##### **a. Etapa pre experimental**

Esta etapa estuvo compuesta por la preparación de las instalaciones y adaptación de los animales a las condiciones de manejo y alimentación. Tal como menciona Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), este tipo de estudios manipulan una o más variables independientes para observar efectos de estas manipulaciones en una o más variables dependientes.

- **Adaptación de los animales**

Esta etapa tuvo una duración de 10 días, donde se suministró el alimento balanceado + alfalfa (100 g), el cual fue incrementándose gradualmente hasta que el animal

consume sólo el alimento balanceado, además se aplicó Finox (Fipronil 0,9 g. Abamectina 0,5 g.) de uso tópico para eliminar las pulgas en los animales.

- **Instalaciones**

Para la crianza de animales se utilizaron dos jaulas metabólicas, divididas en diez compartimentos cada una, sus dimensiones fueron: 0.50 cm de largo, 0.25 cm de ancho y 0.40 cm de alto (ver Anexo 20), así también se empleó una plancha de acero, la cual se colocó por debajo de la jaula con una pendiente adecuada para coleccionar las heces en las bandejas de recolección, los cuales contenían un recolector de malla, las jaulas estuvieron equipadas por un bebedero y comedero. De igual manera, se instaló un calefactor de resistencia, donde se brindó confort en cuanto a la temperatura y acceso de luz y agua, además que como medida de bioseguridad se colocó un pediluvio a la entrada del galpón y se utilizó Germon 80 (dicuatenario de amonio) en una solución de 0.5 ml en un litro de agua para desinfectar el galpón y las jaulas que fueron utilizadas en el experimento.

- **Preparación de las dietas**

Las dietas experimentales se elaboraron en base a dos niveles de fibra de 7.5% y 15%, para ello se utilizó las recomendaciones dadas por el NRC (1995) que indica que en la alimentación de cuyes se recomiendan niveles entre 3 a 18% de fibra dietaria, utilizando insumos disponibles de la zona se formularon dos dietas, tal como muestra la Tabla 9:

**Tabla 9. Dieta Experimental**

Ingredientes	FC 7.50%	FC 15%
Maíz	34.10	0.00
Cebada	8.86	5.81
Alfalfa	10.00	15.41
Torta de soya	19.89	5.09
Afrecho trigo	18.59	30.67
Aceite vegetal	2.00	2.00
Grano de avena molida	4.01	23.14
Maíz coronta molida	0.00	15.00
Carbonato de Calcio	0.801	0.506
Fosfato dicálcico	1.127	1.277
Sal	0.220	0.220
DI-Metionina	0.044	0.200
Lisina	0.000	0.321
Bicarbonato de sodio	0.150	0.150
Premix	0.100	0.100
Colina	0.100	0.100

Nutrientes	Contenido nutricional	Contenido nutricional
Materia Seca	89.77	89.84
<b>Proteína</b>	18.00	14.00
Extracto etéreo	4.68	4.60
<b>Fibra Cruda</b>	<b>7.50</b>	<b>15.00</b>
Extracto Libre de Nitrógeno	51.97	36.35
Ceniza	5.33	5.12
<b>Energía Digestible</b>	3.00	2.40
<b>Lisina</b>	0.880	0.860
Arginina	1.17	0.85
Metionina	0.33	0.39
Metionina-cisteína	0.62	0.62
Triptófano	0.29	0.23
Fósforo disponible	0.35	0.35
Calcio	0.80	0.80
Sodio	0.17	0.20
Potasio	0.52	0.21
Cloro	0.16	0.16
Sodio+Potasio+Cloro	163.09	93.96

**Leyenda:** Premix de vitaminas y minerales por kg de alimento: Vitamina A 9000 UI, vitamina D3 2000 UI, vitamina E 16,0 UI, vitamina K 2,0 mg, Riboflavina 5,5 mg, Niacina 53,0 mg, D-Pantotenato de Calcio 11,0 mg, Ácido Fólico 0,1 mg, B.H.T. 100,0 mg, Manganeso 112,0 mg. Zinc 100,0 mg, Hierro 56,0 mg, Cobre 7,0 mg, Yodo 1,0 mg, Selenio 0,1 mg.

- **Análisis químico nutricional de las dietas**

Las dietas empleadas en la alimentación de los cuyes, se sometieron al análisis NIR para conocer la composición de la dieta, donde se consideraron los tratamientos evaluados según el nivel de fibra; no obstante, durante la evaluación en campo se tuvo el inconveniente con la dieta porque se terminó, generando que la tesista suministre otra dieta con los mismos niveles de fibra; el análisis de ambas dietas se determinó a través del método del Espectrómetro Infrarrojo Cercano (NIR) de marca Perten instruments, en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Zootecnia-UNSAAC, como se observa en la Tabla 10:

**Tabla 10. Análisis de composición química mediante NIR de la dieta suministrada**

Componente	Base fresca		Base seca	
	7.5% FC	15% FC	7.5% FC	15% FC
Materia seca (%)	89.7	90.3	-	-
Proteína (%)	16.9	14.7	18.8	16.3
Grasa (%)	4.3	4.1	4.8	4.6
Fibra Cruda (%)	7.7	13.6	8.5	15.1
Fibra Detergente Neutra (%)	22.5	37.3	25.1	41.3
Fibra Detergente Ácida (%)	13.6	22.3	15.2	24.7
Ceniza (%)	4.8	5.6	5.4	6.3
Calcio (%)	2.1	2.3	2.3	2.6
Fósforo (%)	0.9	1.1	1.0	1.2

**Nota:** T1: 7.5% FC, T2: 15% FC

- **Distribución de tratamientos**

Los tratamientos fueron distribuidos acorde al nivel de fibra dietaria en la dieta y cada tratamiento tiene como factor la edad del cuy, tal como se aprecia en la Tabla 11:

**Tabla 11. Distribución de tratamientos evaluados**

Nivel de fibra \ Edad	A Destete (21 días)	B Crecimiento (45 días)	C Cuyes mayores (75 días)
A	7.5%	7.5%	7.5%
B	15%	15%	15%

**b. Etapa experimental**

La etapa de evaluación tuvo una duración de once días, donde se realizó previamente la formulación de dietas con diferente nivel de fibra: T1 consistió de nivel de fibra bajo (7.5% FC) y T2 nivel de fibra alto (15%). Esta etapa, se dividió en dos fases: la primera fase se alimentó a los cuyes de las tres edades: destetados, crecimiento y cuyes mayores durante seis días, pero en la segunda fase se alimentó a los cuyes mayores en ambos tratamientos por un periodo de cinco días.

• **Manejo de animales**

Se emplearon 30 cuyes en total, siendo 10 cuyes destetados de línea Perú, 10 en crecimiento y 10 adultos, los animales cuales fueron adquiridos de la Dirección Regional de Agricultura-Unidad de crianza de cuyes Huayllapampa, del distrito de San Jerónimo en la ciudad de Cusco. Las edades de los animales al inicio de la experimentación fueron los siguientes:

- Destetados: 21 días de edad
- Crecimiento: 45 días de edad
- cuyes mayores 75 días

• **Suministro de alimento**

El alimento se ofreció de manera diaria en horas de la mañana (8:00 am) solo una vez al día, siendo la cantidad de 100 g/d; se registró el peso de alimento rechazado

al día siguiente. De la misma manera, se proporcionó de agua limpia *ad libitum* de forma diaria complementando con vitamina C y complejo B (ver Anexo 23).

- **Pesaje de animales**

El pesaje de los cuyes se realizó a la recepción de cuyes en la etapa preexperimental, al iniciar la evaluación en la etapa experimental y al finalizar el mismo, este procedimiento se realizó en horario de la mañana a las 8:00 *am*, para lo cual se empleó una balanza digital de 5kg de marca Dakota con una sensibilidad de 1 g, donde el peso vivo de los animales se registró en cada etapa para conocer la variación del peso de los cuyes.

$$\text{Variación del peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

- **Colección de heces**

La colección de heces producidas por los cuyes se realizó de manera diaria durante seis días, dicho procedimiento consistía en recolectar la totalidad de las heces y realizar la limpieza de las mismas de impurezas que podría contener (pelo y restos de alimento), seguidamente se pesaron las heces en base fresca cada día y luego se guardaron en bolsas de papel Kraft, una vez culminado el pesaje se trasladaron en una bolsa de cierre hermético para ser congeladas a una temperatura de -20 °C con el fin de conservarlas (ver Anexo 22).

### **c. Análisis de laboratorio**

El análisis químico de las dietas y heces se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal, de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Escuela Profesional de Zootecnia-UNSAAC, durante los meses de febrero a Julio del 2020.

- **Preparación de las muestras**

Las muestras de alimento y heces se secaron a una temperatura de 60°C, luego fueron molidas hasta obtener un tamaño de partícula de 1 mm, seguidamente se almacenaron en bolsas con cierre hermético para su protección frente a la humedad (ver Anexo 25).

- **Materia Seca**

La materia seca (MS) de la muestra de heces y dieta se pesaron en la balanza analítica de 220 g/1 mg de marca Sartorius y modelo Quintix 224-1x (ver Anexo 26), luego se sometieron las muestras a una temperatura de 105°C en una estufa de circulación de aire forzada de marca Binder y modelo FED720 por un periodo de 16 horas. Por último, se determinó la materia seca mediante la diferencia de humedad encontrada en las muestras conforme la siguiente fórmula:

$$\text{MS (\%)} = 100\% - \text{Humedad (\%)}$$

- **Materia Orgánica**

Para calcular la materia orgánica, previamente se determinó el contenido de ceniza a través del pesaje de las muestras en una balanza analítica de marca Radwag y modelo ASX2 y se realizó la calcinación en una mufla de marca Protherm y modelo ECO110/) a una temperatura de 600°C durante 8 horas (ver Anexo 28); el cálculo de materia orgánica se realizó por diferencia de humedad y ceniza, como indica la siguiente fórmula:

$$\text{MO (\%)} = 100\% - \text{Humedad (\%)} - \text{Ceniza (\%)}$$

- **Fibra Detergente Neutra**

La medición del porcentaje de fibra detergente neutro (FDN) se realizó utilizando la técnica de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR). Este método facilitó la determinación de la fracción de FDN, integrada por la fibra detergente ácida (FDA) y la hemicelulosa, componentes esenciales de la pared celular de los forrajes incluidos en la dieta.

- **Proteína Cruda**

El análisis de proteína se realizó a través del método elemental C,H,N,O basado en el método combustión Dumas; se tomó un pedazo de papel de aluminio y se colocó en el preparador de muestra, luego se procedió a tarar el vial de estaño o aluminio en la ultramicrobalanza, posterior a ello se coloca un peso patrón de 2 mg y se insertó

el vial en el carrusel automuestrador del analizador para dar inicio a la corrida, se esperó 6 minutos y finalmente se registró el % de Nitrógeno.

$$PC = \text{Nitrógeno (\%)} * 6.25$$

Donde:

%Nitrógeno=Cantidad de nitrógeno obtenido de la muestra

6.25= Factor de conversión

### 5.3.3. VARIABLES EVALUADAS

#### a. Consumo de alimento

Para determinar el consumo de alimento fue necesario llevar un registro del alimento suministrado y rechaza cada día, el cálculo empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento diario (CAD)} = \text{Alimento suministrado} - \text{residuo}$$

#### b. Digestibilidad

La digestibilidad se determinó por el método directo, el cual permite evaluar la digestibilidad aparente del alimento, para ello se utilizaron las muestras de heces, como muestra la siguiente fórmula:

$$CDA\% = \left( \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente ingerido}} \right) * 100$$

### 5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó el diseño factorial completamente al azar de 2 x 3, donde se tomó como un factor los niveles de fibra dietaria Ti que son (7.5 y 15%) y el otro factor Ej fueron las tres diferentes edades de los cuyes hembras destetadas (21 días de edad), en crecimiento (45 días de edad) y cuyes mayores ( 75 días), contando para cada una con cinco repeticiones. La comparación de promedios se realizó con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%; previo a ello los datos serán evaluados para ver si tienen distribución normal por medio de la prueba se Shapiro-Wilk; para el

análisis de datos se utilizó el programa estadístico INFOSTAT 2020, es así que se plantea el siguiente modelo de regresión lineal como se observa a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + FE_{ij} + e_{ikj}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación del nivel de fibra sobre la edad de los cuyes.

$\mu$  = Media general de las observaciones.

$T_i$  = Efecto del nivel de fibra.

$E_j$  = Efecto de la edad de cuyes.

$FE_{ij}$  = Interacción del nivel de fibra dietaria y edad de cuyes.

$e_{ikj}$  = Error

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1. CONSUMO DE ALIMENTO SEGÚN NIVELES DE FIBRA Y EDAD

Como se observa en la Tabla 13, el consumo de materia seca (g/día/cuy) en cuyes presenta diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $p < 0.05$ ) y edad de los animales ( $p < 0.05$ ) (Anexo 03), pero no se encontró efecto de la interacción ( $p > 0.05$ ). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T2, con un 15% de fibra, en materia seca (MS) con  $45.55 \text{ g/d} \pm 15.07$ . En relación con la edad de los cuyes, se ha observado que los cuyes maores presentan un consumo superior, con una media de  $57.01 \pm 11.35 \text{ g/d MS}$ . Esta cifra es seguida por los cuyes en fase de crecimiento, que registran un consumo medio de  $41.63 \pm 4.16 \text{ g/d MS}$ . Sin embargo, el consumo disminuye en los cuyes recién destetados, con una ingesta media de  $29.86 \pm 2.42 \text{ g/d MS}$ .

Estos resultados difieren con lo reportado por Bustamante (2022), quien indicó un consumo total en base fresca de 186.13 g en cuyes de 25 a 30 días con un 5% de inclusión de fibra en la dieta, mientras que en base seca el consumo fue de 168.56 g con un 15% de fibra. Los hallazgos de Caguana (2017) difieren, mostrando un consumo diario de 62.67 g en dietas con 8% de Achira. De otro lado Chillpa (2022) encontró que el consumo en cuyes en crecimiento fue de  $21.38 \pm 3.62 \text{ g MS}$  y  $19.76 \pm 3.35 \text{ g MS}$  en cuyes alimentados con una dieta con inclusión de 15% de harina integral de soya. Paredes y Goicochea (2021) indica que los cuyes de 29 a 35 días tuvieron una ingesta de 43.8 g MS al incluir 30% de FDN y 15 de almidón en la dieta, 46.3 g MS en cuyes de 36 a 42 días, 53.2 g MS en cuyes de 50 a 56 días y 56.1 g MS en cuyes de 57 y 63 días. Las diferencias observadas en estudios previos pueden atribuirse a variaciones en la composición de las dietas, el estado fisiológico de los animales, y las metodologías empleadas (Solorzano y Sarria, 2014).

Respecto al consumo de materia seca expresado por peso vivo (% PV cuy), se encontró diferencia entre el T1 y T2 ( $P < 0.05$ ) y edad de los animales ( $P < 0.05$ ), pero no se presenta efecto de la interacción ( $P > 0.05$ ) (Anexo 04). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T2, con un 15% de fibra con  $7.75 \pm 1.03 \%$ . En cuanto a la edad del cuy, los animales destetados ( $7.73 \pm 0.75\%$ ) obtuvieron un mayor consumo,

seguido de los animales cuyes mayores ( $7.41 \pm 1.63\%$ ), pero inferior en cuyes en crecimiento ( $6.46 \pm 0.68\%$ ).

Por su parte, Paredes y Goicochea (2021) encontraron que cuyes de 29 a 35 días consumieron un 9% de su peso vivo en MS con una dieta que incluía 40% de FDN y 5% de almidón, y un 8.8% en cuyes de 36 a 42 días con la misma dieta.

En cuanto al consumo de materia orgánica (MO), se observa diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P < 0.05$ ) y edad de los animales ( $P < 0.05$ ), pero no se evidencia efecto de la interacción ( $P < 0.05$ ) (Anexo 05). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T2 con un 15% de fibra ( $42.1 \pm 13.87$  g). En cuanto a la edad del cuy, se evidencia que los cuyes mayores obtuvieron un mayor consumo ( $52.77 \pm 10.4$  g), seguido de los cuyes en crecimiento ( $38.79 \pm 3.76$  g), pero inferior en los cuyes destetados ( $27.82 \pm 2.19$  g).

Estos resultados difieren con lo registrado por Chillpa (2022), quien encontró que los cuyes alimentados bajo una dieta con 70% de harina integral de soya consumieron  $45.98 \pm 12.97$  g MO.

En relación al consumo de fibra detergente neutra (FDN), se observa diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P < 0.05$ ), edad de los animales ( $P < 0.05$ ) y efecto de la interacción ( $P < 0.05$ ) (Anexo 06). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T2 con un 15% de fibra con  $15.53 \pm 5.14$  g; en cuanto a la edad del cuy, se evidencia que los cuyes mayores obtuvieron un mayor consumo ( $14.74 \pm 7.5$  g), seguido de los cuyes en crecimiento ( $10.53 \pm 4.58$  g), pero fue inferior en cuyes destetados ( $7.52 \pm 3.14$  g). El efecto de la interacción muestra que el T2 con 15% de fibra para cuyes mayores, tuvo un mayor consumo ( $21.4 \pm 3.71$  g), asimismo, en cuyes en crecimiento ( $14.75 \pm 1.52$  g), siendo ambos superiores a los otros tratamientos. Estos datos sugieren que un óptimo contenido de fibra en la dieta podría estar asociado con una mayor ingesta de este componente, lo cual es relevante para la formulación de dietas equilibradas que promuevan una nutrición adecuada y un crecimiento adecuado en los cuyes (Álvarez *et al.* 2007).

En relación al consumo de proteína cruda (PC), se observaron diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P < 0.05$ ) y la edad de los animales ( $P < 0.05$ ), pero no

se encontró un efecto significativo en la interacción entre ambos factores ( $P > 0.05$ ) (Anexo 7). Respecto al nivel de fibra, el consumo fue mayor en el tratamiento con 15% de fibra (T2), alcanzando  $8.51 \pm 2.09$  g/d. En cuanto a la edad de los cuyes, se evidenció que los animales adultos presentaron el mayor consumo ( $9.54 \pm 1.86$  g/d), seguidos por los cuyes en crecimiento ( $8.18 \pm 1.02$  g/d), mientras que el consumo fue menor en los cuyes destetados, con  $5.87 \pm 0.61$  g/d. Los resultados difieren a lo reportado por Chillpa (2022), quien encontró que los cuyes alimentados con una dieta mezclada con 70% de harina integral de soya obtuvieron  $4.99 \pm 0.88$  g PC y en cuanto a la edad, los cuyes adultos consumieron  $12.24 \pm 3.45$  g PC. Los resultados sobre el consumo alimenticio de cuyes según su edad y el contenido de fibra en la dieta pueden explicarse por las necesidades energéticas y nutricionales específicas de cada etapa de desarrollo; es así que los cuyes adultos consumen más alimento debido a sus mayores requerimientos energéticos y eficiencia digestiva, mientras que los cuyes destetados tienen que sostener su crecimiento (Cardona *et al.*, 2020).

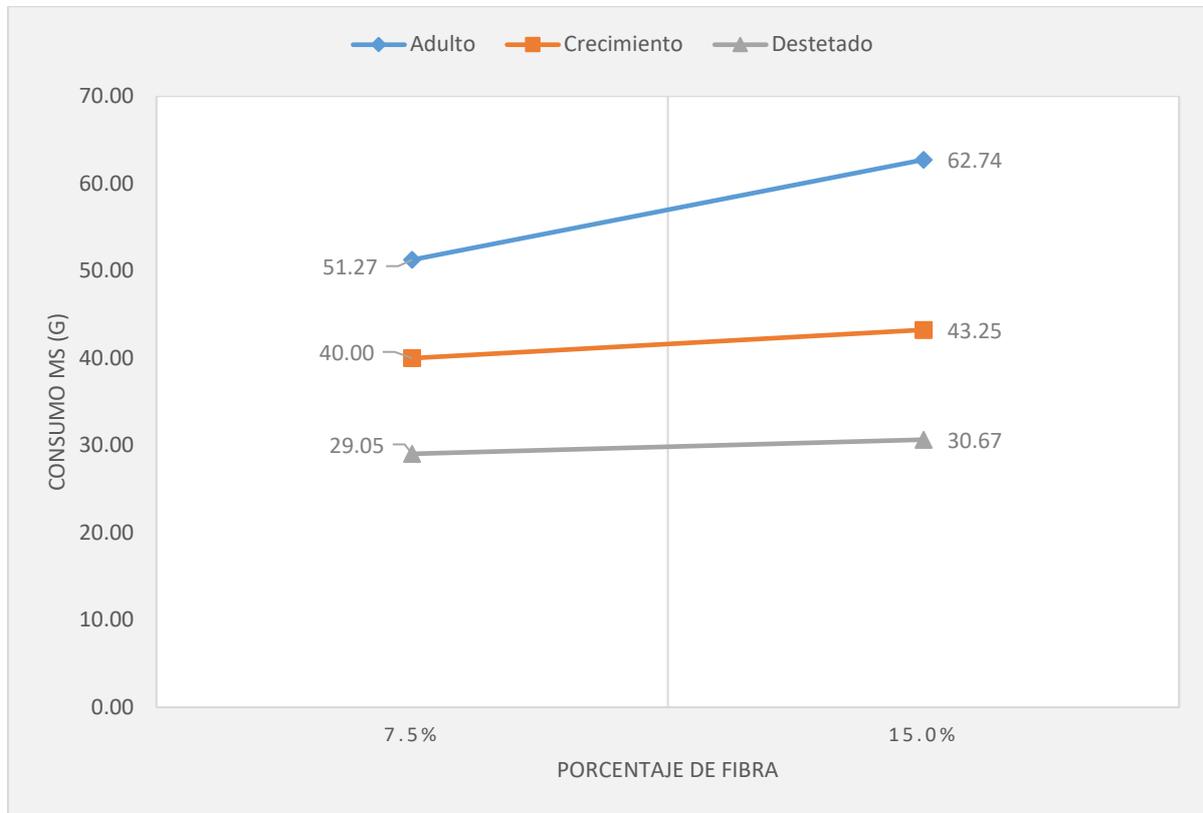
Es así, que los resultados contrastados pueden explicarse por la influencia del contenido de fibra en la dieta sobre la palatabilidad, el volumen del alimento y la eficiencia digestiva, dado que un nivel de fibra del 15% parece ser óptimo para maximizar el consumo de alimento, materia seca, materia orgánica, FDN y proteína cruda en cuyes, posiblemente debido a un mejor balance entre volumen, saciedad y necesidades energéticas (-Elvehjem, 1955; Henning y Hird, 1970).<

**Tabla 12. Consumo de alimento en cuyes hembras**

		<b>Consumo MS (g)</b>	<b>Consumo MS, %PV</b>	<b>Consumo MO (g)</b>	<b>Consumo FDN (g)</b>	<b>Consumo PC (g)</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>Fibra 7,5%</b>	40.11 ± 10.94 b	6.65 ± 1.14 b	37.49 ± 10.07 b	6.32 ± 1.73 b	7.21 ± 1.67 b
	<b>Fibra 15%</b>	45.55 ± 15.07 a	7.75 ± 1.03 a	42.1 ± 13.87 a	15.53 ± 5.14 a	8.51 ± 2.09 a
<b>Edad del cuy</b>	<b>Destetado</b>	29.86 ± 2.42 c	7.73 ± 0.75 a	27.82 ± 2.19 c	7.52 ± 3.14 c	5.87 ± 0.61 c
	<b>Crecimiento</b>	41.63 ± 4.16 b	6.46 ± 0.68 b	38.79 ± 3.76 b	10.53 ± 4.58 b	8.18 ± 1.02 b
	<b>Adulto</b>	57.01 ± 11.35 a	7.41 ± 1.63 ab	52.77 ± 10.4 a	14.74 ± 7.5 a	9.54 ± 1.86 a
<b>Interacción edad *tratamiento</b>	<b>Fibra 7,5 %*destetado</b>	29.05 ± 2.88 d	7.37 ± 0.82 abc	27.27 ± 2.71 d	4.58 ± 0.45 e	5.46 ± 0.54 c
	<b>Fibra 15% *destetado</b>	30.67 ± 1.78 cd	8.09 ± 0.51 ab	28.38 ± 1.65 cd	10.46 ± 0.61 c	6.27 ± 0.36 c
	<b>Fibra 7,5%*crecimiento</b>	40 ± 3.56 bcd	6.19 ± 0.76 c	37.55 ± 3.34 bcd	6.31 ± 0.56 de	7.53 ± 0.67 bc
	<b>Fibra 15%*crecimiento</b>	43.25 ± 4.44 bc	6.73 ± 0.54 abc	40.02 ± 4.11 bc	14.75 ± 1.52 b	8.84 ± 0.91 ab
	<b>Fibra 7,5%*adulto</b>	51.27 ± 9.44 ab	6.4 ± 1.51 bc	47.65 ± 8.77 ab	8.09 ± 1.49 cd	8.65 ± 1.59 ab
	<b>Fibra 15%*adulto</b>	62.74 ± 10.89 a	8.42 ± 1.08 a	57.9 ± 10.05 a	21.4 ± 3.71 a	10.43 ± 1.81 a
<b>P-valor</b>	<b>Nivel de fibra</b>	<b>0.0302</b>	<b>0.0039</b>	<b>0.0461</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0041</b>
	<b>Edad de cuy</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0154</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>
	<b>Nivel de fibra* edad de cuy</b>	0.2110	0.1781	0.2065	<b>0.0004</b>	0.6278

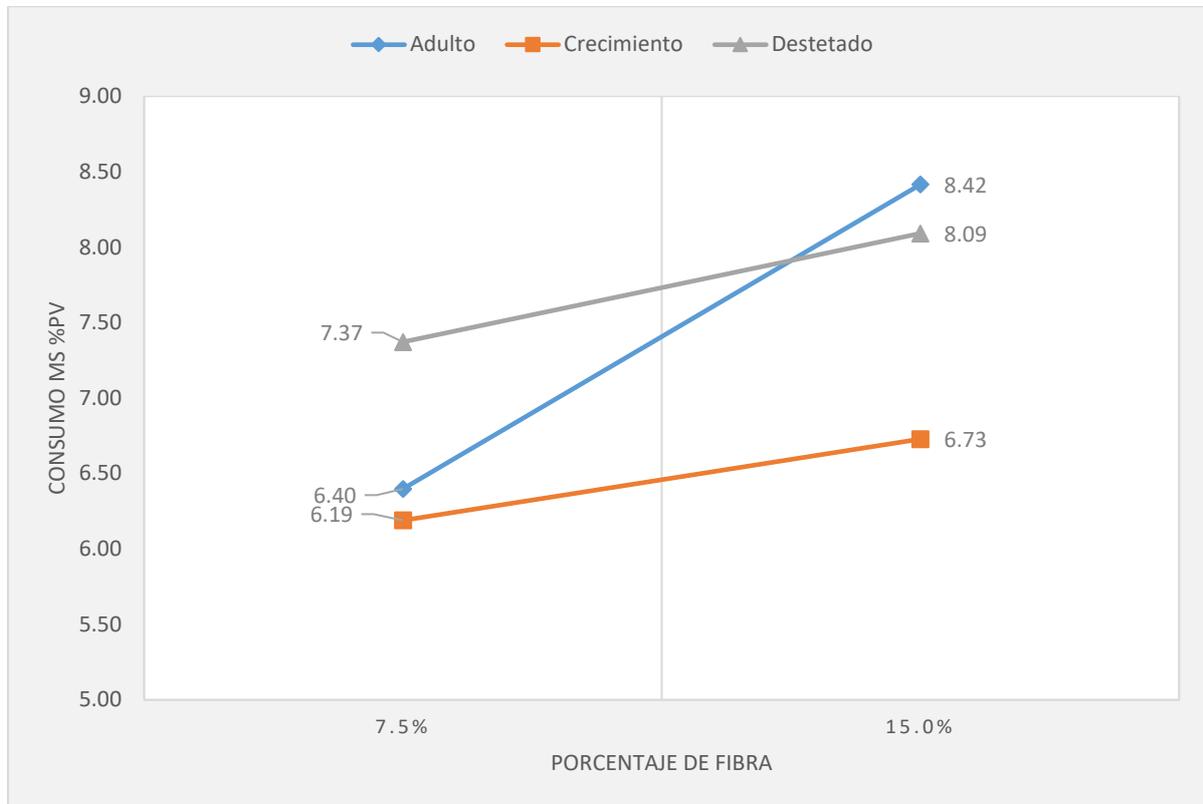
**Leyenda:** T1:7.5% de fibra, T2: 15% de fibra.

**Figura 2. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el consumo MS (g)**



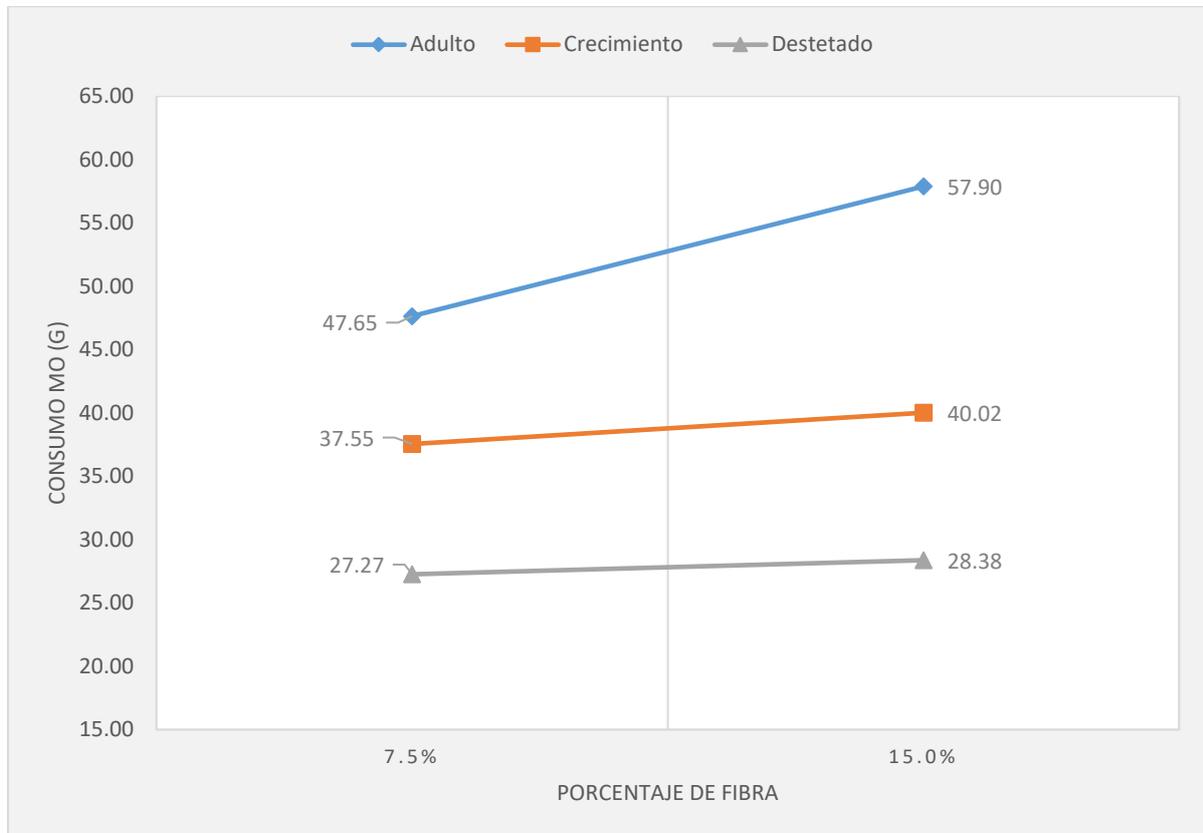
En la figura, se observa que los cuyes mayores tienen un mayor consumo de MS en comparación con los cuyes en crecimiento y destetados en ambos niveles de fibra, con un incremento más pronunciado al aumentar la fibra del 7.5% al 15.0% (+11.47 g en cuyes mayores, +3.25 g en crecimiento y +1.62 g en destetados); esto indica que los cuyes mayores tienen una mayor capacidad de adaptación a dietas con mayor contenido de fibra, mientras que los destetados presentan un menor consumo, posiblemente debido a su menor desarrollo digestivo.

**Figura 3. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el consumo MS, expresado en %PV**



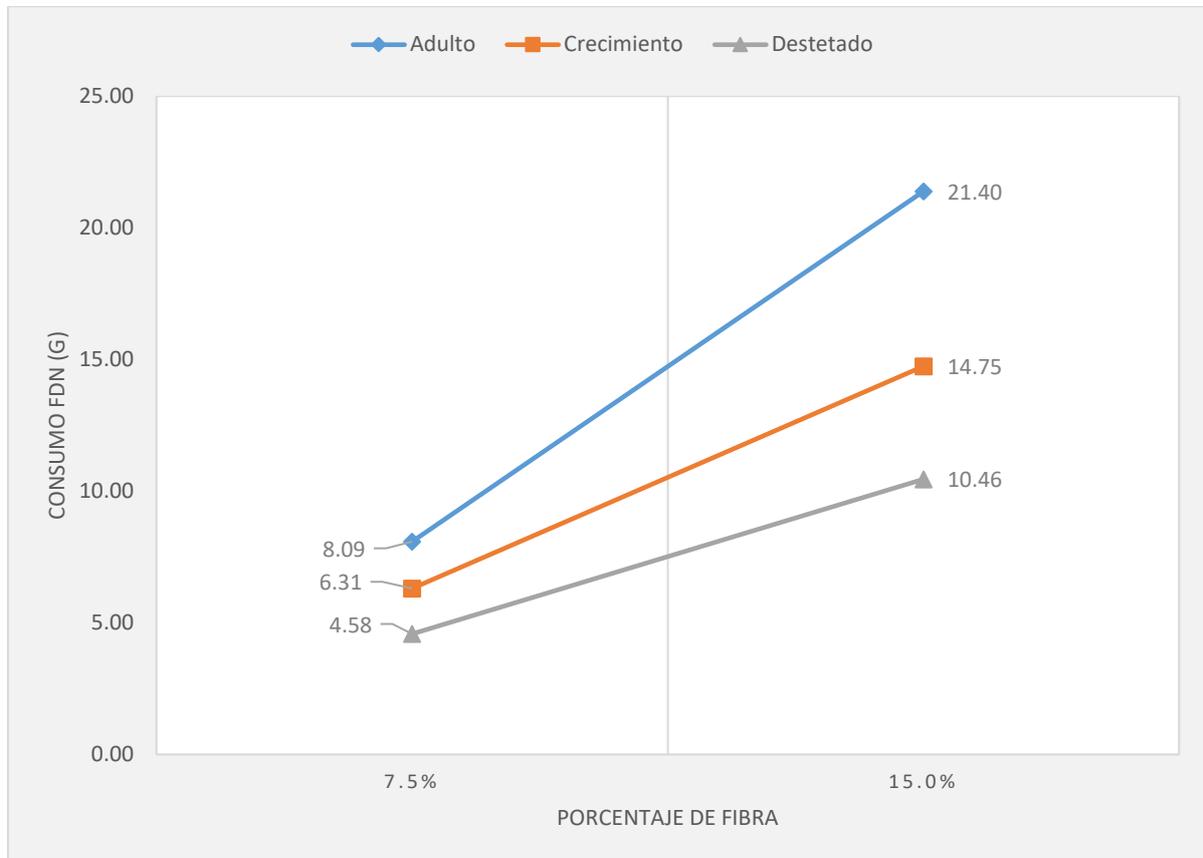
En la figura, se observa que el consumo de MS expresado en %PV aumenta con un mayor porcentaje de fibra en todas las edades, siendo más pronunciado en los cuyes mayores (de 6.40% a 8.42%) y en los destetados (de 7.37% a 8.09%), mientras que el incremento es menor en los cuyes en crecimiento (de 6.19% a 6.73%); esto indica que, aunque los adultos tienen una mayor capacidad de ingesta total, los destetados ajustan su consumo de acuerdo con sus necesidades metabólicas, y el aumento de fibra en la dieta favorece un mayor consumo relativo en ellos.

**Figura 4. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el consumo MO (g)**



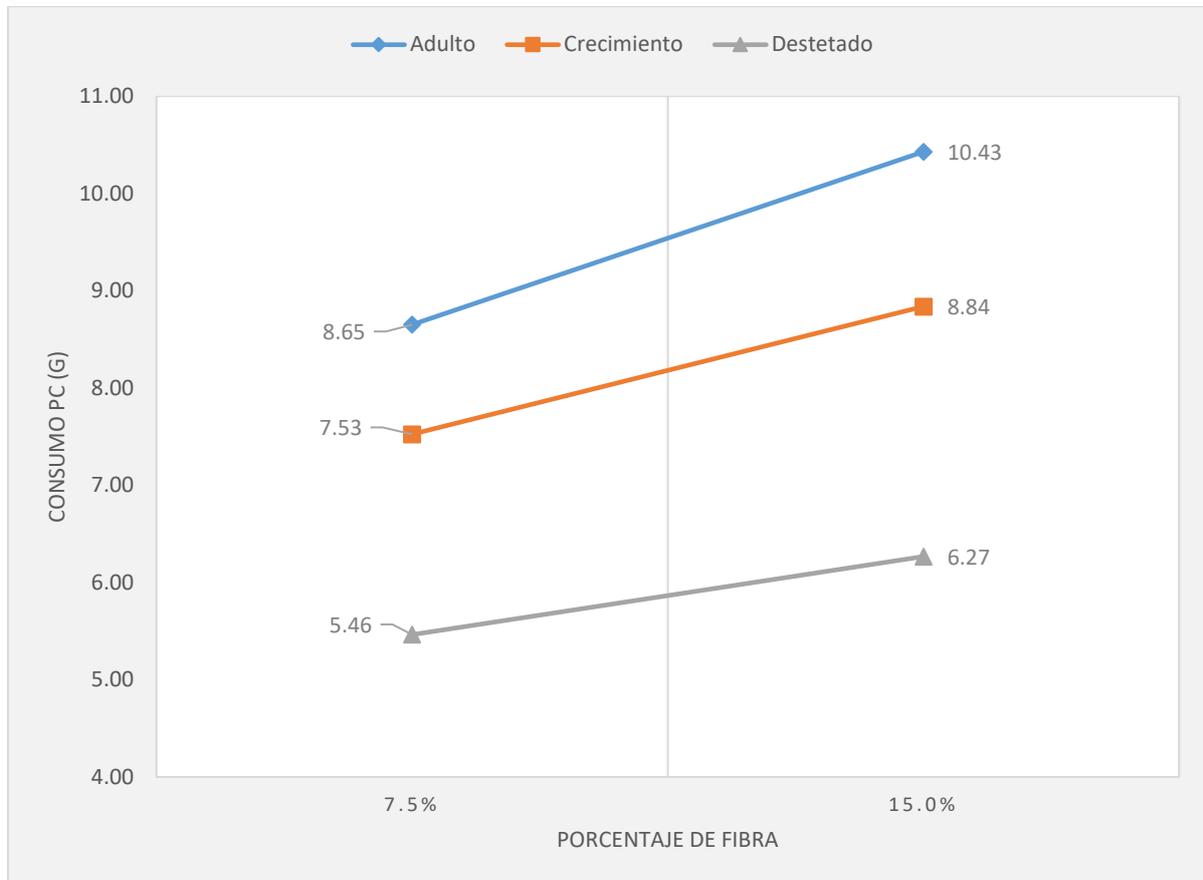
En la figura, se observa que el consumo de MO aumenta con un mayor porcentaje de fibra en todas las edades fisiológicas, siendo este incremento más notable en los cuyes mayores, que pasan de consumir 47.65 g a 57.90 g, seguidos por los cuyes en crecimiento, cuyo consumo se incrementa ligeramente de 37.55 g a 40.02 g. En contraste, los cuyes destetados muestran el menor consumo de MO de 27.27 g a 28.38 g, esto indica que los cuyes mayores tienen una mayor capacidad de ingesta de MO a medida que aumenta la fibra en la dieta, mientras que los destetados y en crecimiento presentan un menor consumo, lo que podría estar relacionado con diferencias en los requerimientos energéticos y la eficiencia digestiva según la edad.

**Figura 5. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el consumo FDN (g)**



En la figura, se observa un aumento significativo del consumo de FDN a medida que se incrementa el porcentaje de fibra en la dieta en todas las edades fisiológicas, con la mayor ingesta en los cuyes mayores, que pasan de 8.09 g a 21.40 g FDN, seguidos por los cuyes en crecimiento, cuyo consumo aumenta de 6.31 g a 14.75 g FDN. Los cuyes destetados presentan el menor consumo de FDN, aunque también muestran un incremento de 4.58 g a 10.46 g FDN; esto indica que los cuyes mayores tienen una mayor capacidad para consumir y procesar dietas con alto contenido de fibra en comparación con los más jóvenes, lo que puede estar relacionado con su desarrollo fisiológico y adaptación digestiva a dietas más fibrosas.

**Figura 6. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el CONSUMO PC (g)**



En la figura, se observa un incremento del consumo de PC a medida que aumenta el porcentaje de fibra en la dieta en todos los grupos etarios; los cuyes mayores presentan el mayor consumo, aumentando de 8.65 g a 10.43 g, seguidos por los cuyes en crecimiento, cuyo consumo se incrementa de 7.53 g a 8.84 g. Los cuyes destetados tienen el menor consumo de PC, con un aumento de 5.46 g a 6.27 g. Aunque el aumento en el consumo de PC es evidente en términos numéricos en todas las edades fisiológicas, la diferencia estadística entre los valores no es tan marcada en el consumo de proteína cruda, lo que sugiere que la edad no influye en la capacidad de aprovechamiento de la proteína cruda.

## 6.2. DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES EN CUYES HEMBRAS

### 6.2.1. EXCRECIÓN DE NUTRIENTES EN HECES

Como se observa en la Tabla 14, la cantidad de materia seca (MS) excretada en las heces presenta diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $p < 0.05$ ) y edad de los animales ( $P < 0.05$ ), pero no se encontró efecto en la interacción ( $P < 0.05$ ) (Anexo 8). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T2, con un 15% de fibra con  $11.95 \pm 2.8$  g/d. En cuanto a la edad del cuy, se evidencia que los cuyes mayores ( $10.37 \pm 3.46$  g/d) obtuvieron una mayor excreción, seguido de los animales en crecimiento ( $10.41 \pm 3.91$  g/d), pero fue inferior en cuyes destetados ( $7.27 \pm 2.35$  g/d). Tales resultados difieren de los reportados por Chillpa (2022), quien encontró valores menores de excreción en cuyes en crecimiento alimentados con una dieta de 70% basal y 30% de harina integral, donde la excreción de MS en heces fue de  $4.93 \pm 2.01$  g, los cuyes adultos que ingirieron la misma dieta obtuvieron un valor de  $9.06 \pm 3.56$  g.

En cuanto a la cantidad de materia orgánica (MO) excretada en las heces, se presenta diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P < 0.05$ ) y edad de los animales ( $P < 0.05$ ), pero no se encontró efecto en la interacción ( $P < 0.05$ ) (Anexo 9). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T2 con un 15% de fibra con  $10.59 \pm 2.47$  g/d. En cuanto a la edad del cuy, se evidencia que los cuyes mayores obtuvieron una mayor excreción ( $9.17 \pm 3.02$  g/d), seguido de los animales en crecimiento ( $9.23 \pm 3.51$  g/d), pero fue inferior en los cuyes destetados ( $6.43 \pm 2.09$  g/d); los resultados no coinciden con los reportados por Chillpa (2022), quien encontró valores menores de excreción en cuyes en crecimiento alimentados con una dieta de 70% basal y 30% de harina integral, donde la excreción de MO en heces fue  $4.49 \pm 1.84$  g/d; respecto a la edad, los cuyes mayores excretaron  $7.97 \pm 3.14$  g de MO.

Respecto a la cantidad de fibra detergente neutra (FDN) excretada en las heces, se observa diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P < 0.05$ ), edad de los animales ( $P < 0.05$ ), pero no se encontró efecto en la interacción ( $P > 0.05$ ) (Anexo 10). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T2 con un 15% de fibra con  $8.53 \pm 1.85$  g/d. En cuanto a la edad del cuy, se evidencia que los cuyes mayores ( $7.25 \pm 2.79$

g/d) tuvieron una mayor excreción, seguido de los cuyes en crecimiento ( $6.61 \pm 3.34$  g/d), pero inferior en animales destetados ( $4.74 \pm 2.38$  g/d).

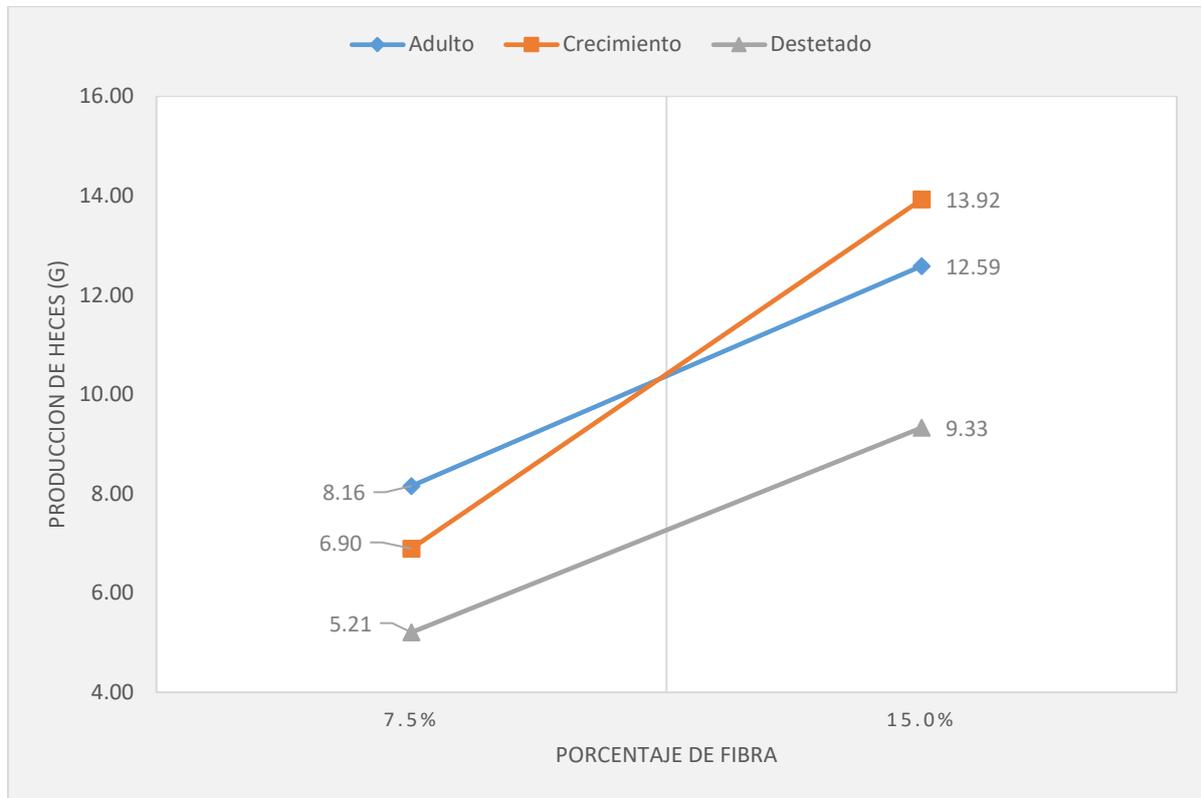
Referente a la cantidad de proteína cruda (PC) excretada en las heces, no se observa diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P > 0.05$ ) y no se encontró efecto de la interacción ( $P > 0.05$ ); no obstante, si existen diferencias estadísticas en la edad de los animales ( $P < 0.05$ ) (Anexo 11), siendo mayor en cuyes en crecimiento con  $1.77 \pm 0.63$  g/d, seguido de los cuyes mayores con  $1.66 \pm 0.44$  g/d, pero inferior en los cuyes destetados con  $1.10 \pm 0.12$  g/d. Por su parte, Chillpa (2022), encontró menores valores de excreción en cuyes en crecimiento alimentados con una dieta de 70% basal y 30% de harina integral, donde la excreción de PC en heces fue de  $0.84 \pm 0.34$  g; en referencia a la edad, los cuyes adultos que ingirieron la misma dieta obtuvieron un valor de  $1.36 \pm 0.53$  g de PC.

Tabla 13. Excreción de nutrientes

		MS en heces (g)	MO en heces (g)	FDN en heces (g)	PC en heces (g)
<b>Tratamientos</b>	<b>Fibra 7.5%</b>	6.75 ± 1.85 b	5.97 ± 1.65 b	3.87 ± 1.79 b	1.61 ± 0.66 a
	<b>Fibra 15%</b>	11.95 ± 2.8 a	10.59 ± 2.47 a	8.53 ± 1.85 a	1.41 ± 0.34 a
<b>Edad del cuy</b>	<b>Destetado</b>	7.27 ± 2.35 b	6.43 ± 2.09 b	4.74 ± 2.38 b	1.10 ± 0.12 b
	<b>Crecimiento</b>	10.41 ± 3.91 a	9.23 ± 3.51 a	6.61 ± 3.34 a	1.77 ± 0.63 a
	<b>Adulto</b>	10.37 ± 3.46 a	9.17 ± 3.02 a	7.25 ± 2.79 a	1.66 ± 0.44 a
<b>Interacción edad *tratamiento</b>	<b>Fibra 7.5 %*destetado</b>	5.21 ± 0.42 d	4.60 ± 0.36 d	2.56 ± 0.21 d	1.12 ± 0.09 a
	<b>Fibra 15% *destetado</b>	9.33 ± 1.26 bc	8.26 ± 1.14 bc	6.92 ± 0.94 ab	1.08 ± 0.15 a
	<b>Fibra7.5%*crecimiento</b>	6.90 ± 1.11 cd	6.07 ± 0.99 cd	3.54 ± 0.57 cd	1.90 ± 0.91 a
	<b>Fibra15%*crecimiento</b>	13.92 ± 1.53 a	12.39 ± 1.35 a	9.69 ± 1.07 a	1.63 ± 0.18 a
	<b>Fibra 7.5%*adulto</b>	8.16 ± 2.26 cd	7.23 ± 2.01 cd	5.52 ± 2.29 bc	1.81 ± 0.5 a
	<b>Fibra 15%*adulto</b>	12.59 ± 3.08 ab	11.11 ± 2.65 ab	8.97 ± 2.2 a	1.51 ± 0.37 a
<b>P-valor</b>	<b>Nivel de fibra</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	0.2330
	<b>Edad de cuy</b>	<b>0.0008</b>	<b>0.0007</b>	<b>0.0019</b>	<b>0.0075</b>
	<b>Nivel de fibra* edad de cuy</b>	0.1690	0.1398	0.1245	0.8013

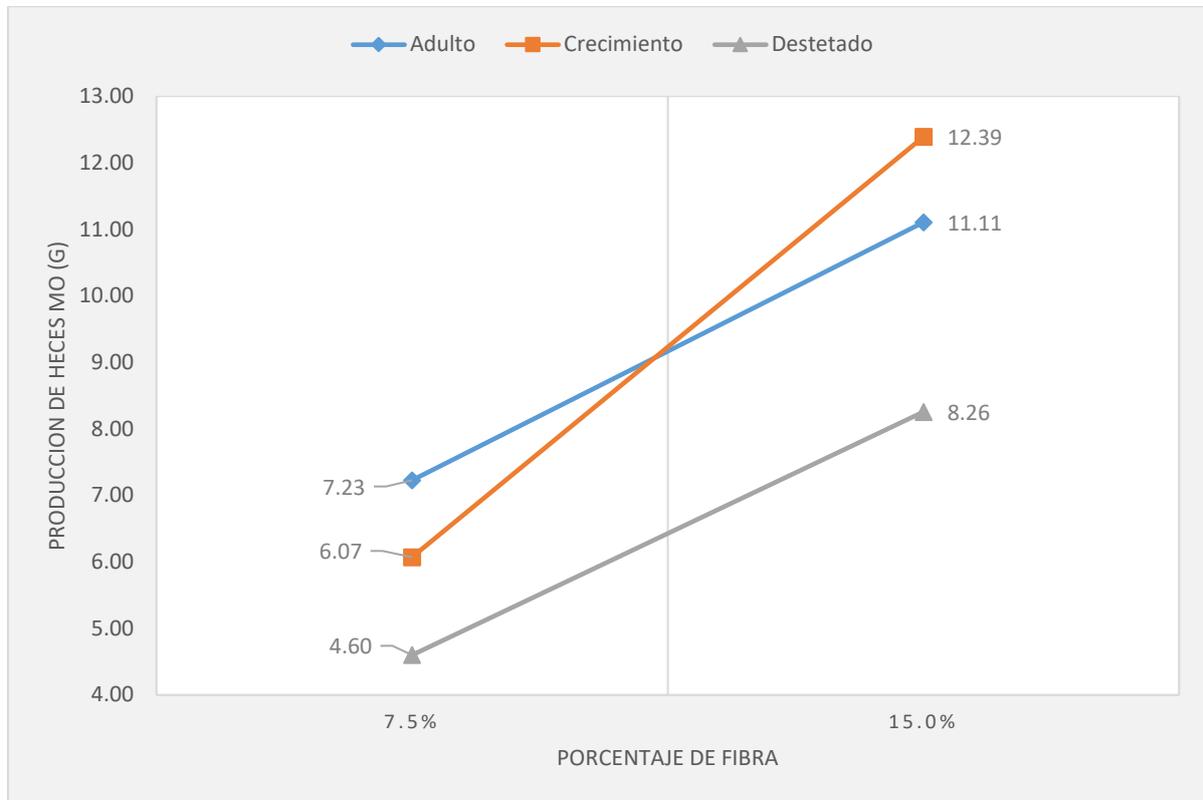
Leyenda: T1:7.5% de fibra, T2: 15% de fibra

**Figura 7. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la producción de heces MS (g)**



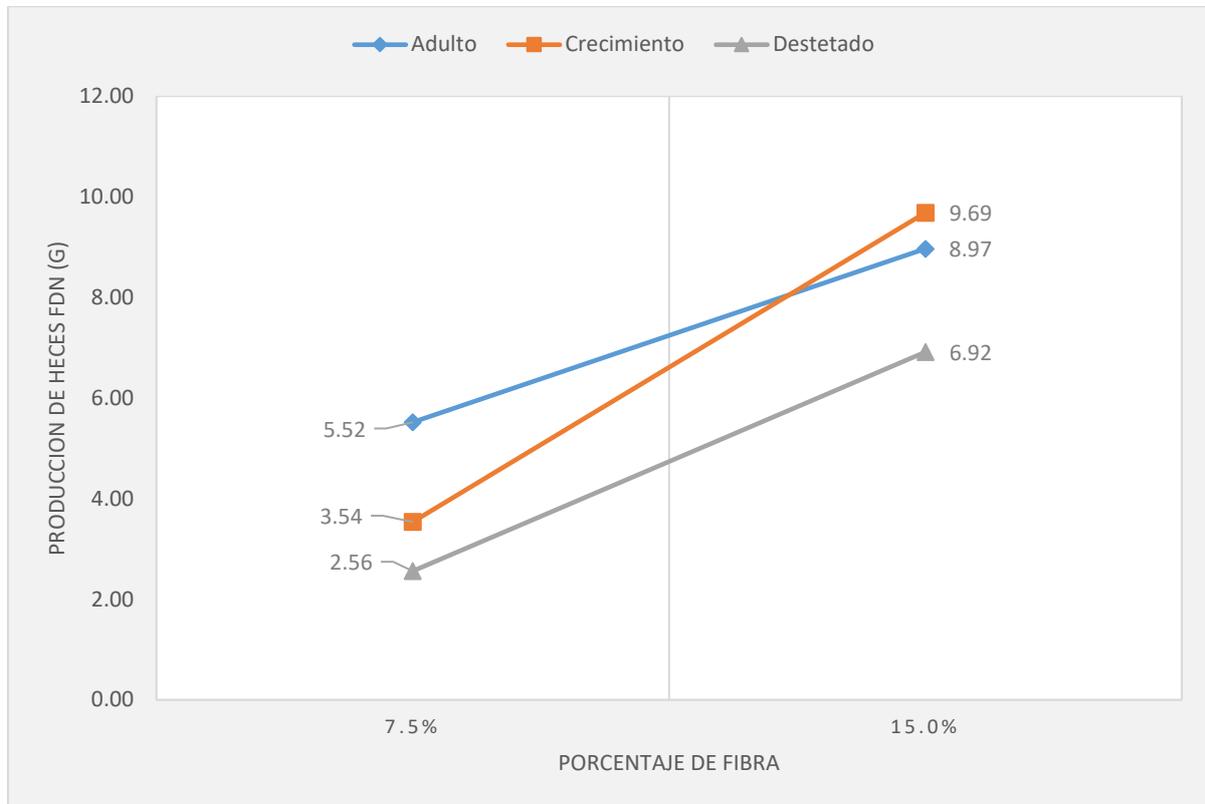
En la figura, se observa que, en todas las edades fisiológicas, la producción de heces MS aumenta conforme se incrementa el porcentaje de fibra en la dieta, lo que indica una relación directa entre el nivel de fibra y la excreción fecal. Los cuyes en crecimiento presentan el mayor incremento, pasando de 6.90 g a 13.92 g, seguidos por los adultos, que aumentan de 8.16 g a 12.59 g. Los cuyes destetados muestran el menor nivel de producción de heces, aunque también muestran un aumento de 5.21 g a 9.33 g; esto podría deberse a una menor digestibilidad de los componentes fibrosos, especialmente en cuyes destetados.

**Figura 8. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la producción heces MO (g)**



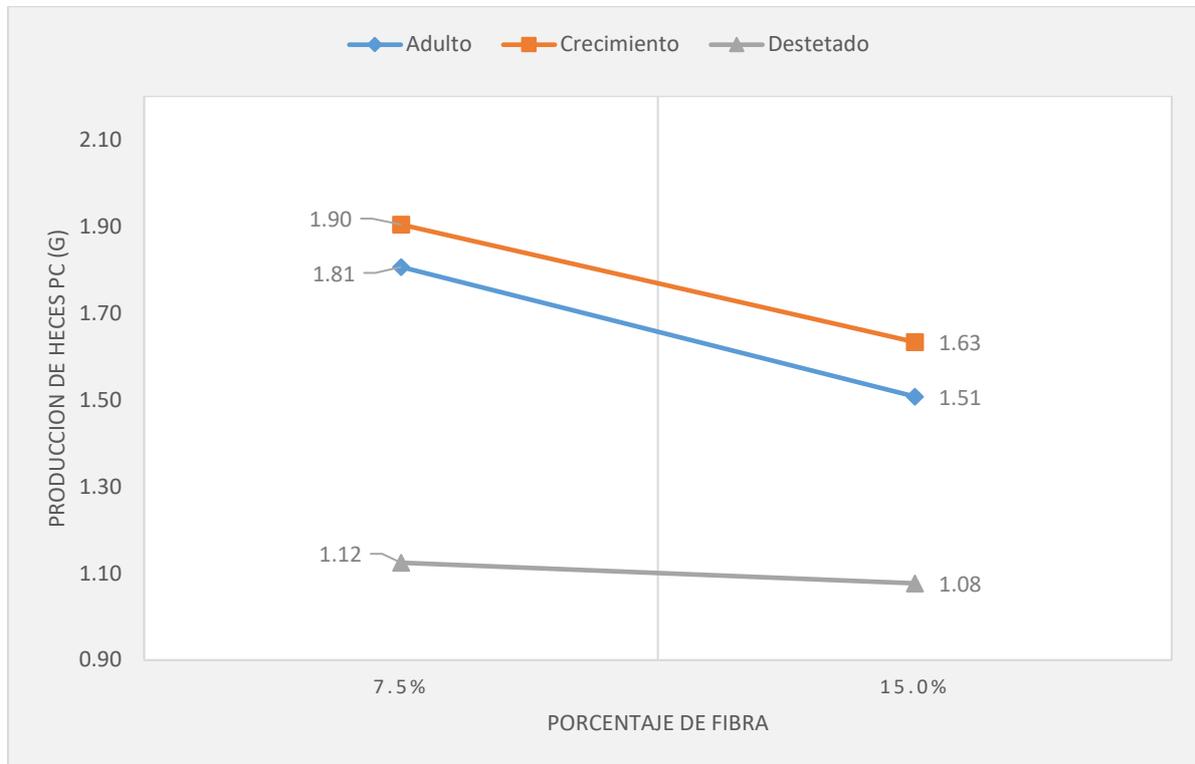
En la figura, se observa un aumento en la producción de heces MO conforme se incrementa el porcentaje de fibra en la dieta, lo que sugiere que un mayor contenido de fibra en la alimentación reduce la digestibilidad de la materia orgánica, favoreciendo su excreción; los cuyes en crecimiento tienen una mayor excreción, pasando de 6.07 g a 12.39 g, seguido por los cuyes mayores, que aumentan de 7.23 g a 11.11 g. Los cuyes destetados presentan la menor producción de heces MO, aunque también muestran un incremento de 4.60 g a 8.26 g; este patrón indica que el aumento de fibra en la dieta afecta la eficiencia digestiva de manera diferencial según la edad, siendo más pronunciado en los cuyes en crecimiento.

**Figura 9. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la producción de heces FDN (g)**



En la figura, se observa un aumento en la producción de heces FDN a medida que incrementa el nivel de fibra en la dieta, lo que indica una menor digestibilidad de la fracción digerida neutra. El grupo en crecimiento presenta el mayor incremento, pasando de 3.54 g a 9.69 g, seguido por los cuyes mayores, que aumentan de 5.52 g a 8.97 g. Los cuyes destetados muestran la menor producción de heces FDN, aunque también evidencian un aumento de 2.56 g a 6.92 g; esto indica que los animales más jóvenes tienen una menor capacidad para digerir la fibra en comparación con los adultos, lo que resulta en una mayor excreción de FDN conforme aumenta el contenido de fibra en la dieta.

**Figura 10. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la producción heces PC (g)**



En la figura, se observa que, al aumentar el nivel de fibra en la dieta, la excreción de PC en las heces disminuye en todas las edades fisiológicas, lo que sugiere una mejor retención o aprovechamiento de la proteína a mayor contenido de fibra. Los cuyes en crecimiento presentan la mayor excreción de PC en ambos niveles de fibra (1.90 g y 1.63 g), seguidas por las cuyes mayores (1.81 g y 1.51 g), mientras que las destetadas muestran los valores más bajos y menos variables (1.12 g y 1.08 g); esto indica que los animales más jóvenes podrían tener una eficiencia digestiva diferente con respecto a la utilización de la proteína y que una mayor inclusión de fibra en la dieta podría favorecer su aprovechamiento por los animales.

## 6.2.2. FRACCIÓN DIGERIDA DE NUTRIENTES

Como se observa en Tabla 15, la fracción digerida de materia seca (MS) entre el T1 y T2, y el efecto de la interacción no presentan diferencias significativas ( $P>0.05$ ); sin embargo, se observa diferencias estadísticas en la edad de los animales ( $P<0.05$ ) (Anexo 12); donde los cuyes mayores obtienen una mayor eficiencia digestiva con  $46.64 \pm 10.68$  g/d, seguido de los cuyes en crecimiento con  $31.22 \pm 3.52$  g/d, pero fue inferior en los cuyes destetados con  $22.59 \pm 2.66$  g/d; estos resultados se le atribuye a que los cuyes destetados están en transición de una dieta basada en leche materna a una dieta sólida, lo que puede causar una baja eficiencia digestiva durante esta fase de adaptación (Padilha *et al.* 1995).

Respecto a la fracción digerida de materia orgánica (MO), no se observa diferencias significativas entre el T1 y T2, y efecto de la interacción ( $P>0.05$ ); sin embargo, existe diferencias en la edad ( $P>0.05$ ) (Anexo 13); donde los cuyes mayores fueron más eficientes con  $43.61 \pm 9.77$  g, seguido de los cuyes en crecimiento con  $29.56 \pm 3.44$  g/d, pero fue inferior en animales destetados con  $21.4 \pm 2.54$  g/d.

En relación a la fracción digerida de fibra detergente neutra (FDN), se observaron diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P<0.05$ ); edad de los animales ( $P<0.05$ ) y el efecto de la interacción ( $P<0.05$ ) (Anexo 14). Para el nivel de fibra, esta tuvo una mayor eficiencia en el T2 con un 15% de fibra con  $7.01 \pm 4.9$  g/d. En cuanto a la edad del cuy, se evidencia que los cuyes mayores fueron más eficientes con  $7.84 \pm 5.97$  g/d, pero fue menor en etapa de crecimiento ( $3.92 \pm 1.33$  g/d) y destetado ( $2.78 \pm 1.1$  g/d). Mientras que el efecto de la interacción muestra que el tratamiento con el nivel del 15% de fibra para cuyes adultos tuvo una mayor eficiencia ( $12.42 \pm 5.11$  g/d) frente a los otros tratamientos.

Referente a la fracción digerida de proteína cruda (PC), se observaron diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P<0.05$ ) y edad de los animales ( $P<0.05$ ), pero no se encontró efecto en la interacción ( $P>0.05$ ) (Anexo 15). Para el nivel de fibra, esta tuvo una mayor eficiencia en el T2 con un 15% de fibra con  $7.11 \pm 1.96$  g/d; en cuanto a la edad del cuy, se evidencia que los cuyes mayores fueron más eficientes con  $7.88 \pm 1.94$  g/d, seguido de los animales en crecimiento con  $6.61 \pm 0.88$  g/d, pero fue inferior

en cuyes destetados con  $4.77 \pm 0.62$  g/d. De los resultados, se puede destacar que la absorción de la PC indica que los cuyes fueron capaces de aprovechar la proteína a lo largo de sus diferentes etapas fisiológicas (NRC, 1978).

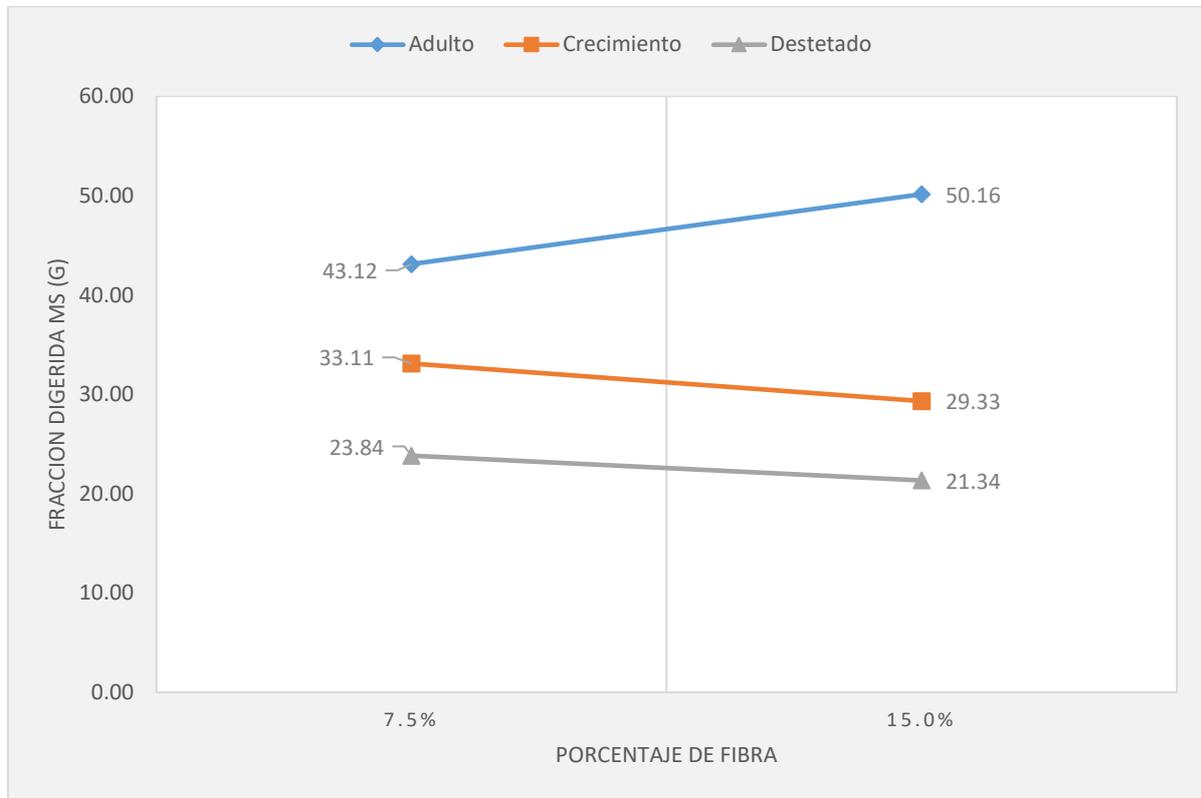
Estos resultados sugieren que, aunque el nivel de fibra (T1 y T2) no afecta la digestión de MS y MO, sí tiene un efecto significativo en la digestión de componentes específicos como la FDN y la PC, ya que la FDN incluye componentes como la celulosa y la hemicelulosa, que son más difíciles de digerir y requieren una mayor actividad microbiana en el ciego y colon. El nivel de fibra al 15% puede estimular la actividad microbiana necesaria para descomponer la FDN; además, la fibra evita una degradación excesiva de la proteína en el estómago y la libera gradualmente en el intestino, donde la absorción es más eficiente (Padilha *et al.*, 1995).

Tabla 14. Fracción digerida de nutrientes

		Fracción Digerida MS (g)	Fracción Digerida MO (g)	Fracción Digerida FDN (g)	Fracción Digerida PC (g)
Tratamientos	Fibra 7.5%	33.35 ± 9.5 a	31.52 ± 8.77 a	2.68 ± 0.9 b	5.74 ± 1.36 b
	Fibra 15%	33.61 ± 14.4 a	31.51 ± 13.28 a	7.01 ± 4.9 a	7.11 ± 1.96 a
Edad del cuy	Destetado	22.59 ± 2.66 c	21.4 ± 2.54 c	2.78 ± 1.1 b	4.77 ± 0.62 c
	Crecimiento	31.22 ± 3.52 b	29.56 ± 3.44 b	3.92 ± 1.33 b	6.61 ± 0.88 b
	Adulto	46.64 ± 10.68 a	43.61 ± 9.77 a	7.84 ± 5.97 a	7.88 ± 1.94 a
Interacción edad *tratamiento	Fibra 7.5 %*destetado	23.84 ± 2.8 c	22.67 ± 2.63 c	2.02 ± 0.44 b	4.34 ± 0.52 c
	Fibra 15% *destetado	21.34 ± 2.04 c	20.12 ± 1.89 c	3.54 ± 1.04 b	5.19 ± 0.37 bc
	Fibra7.5%*crecimiento	33.11 ± 3.08 bc	31.48 ± 2.92 bc	2.77 ± 0.53 b	6.02 ± 0.57 bc
	Fibra15%*crecimiento	29.33 ± 3.06 c	27.63 ± 2.98 c	5.06 ± 0.65 b	7.21 ± 0.74 ab
	Fibra 7.5%*adulto	43.12 ± 8.15 ab	40.42 ± 7.55 ab	3.25 ± 1.19 b	6.85 ± 1.32 ab
	Fibra 15%*adulto	50.16 ± 12.62 a	46.79 ± 11.5 a	12.42 ± 5.11 a	8.92 ± 2.01 a
P-valor	Nivel de fibra	0.9166	0.9964	<b>0.0001</b>	<b>0.0020</b>
	Edad de cuy	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>
	Nivel de fibra* edad de cuy	0.1513	0.1401	<b>0.0012</b>	0.4392

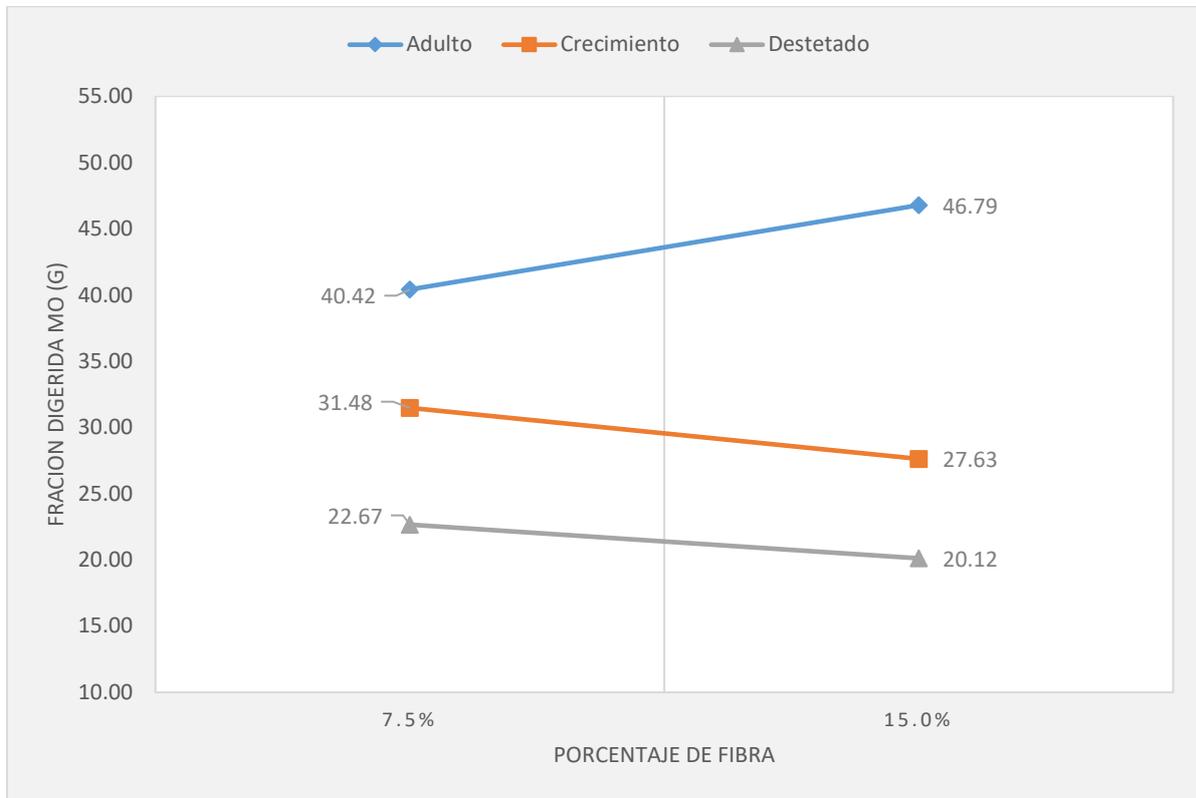
Leyenda: T1:7.5% de fibra, T2: 15% de fibra

**Figura 11. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la fracción digerida MS (g)**



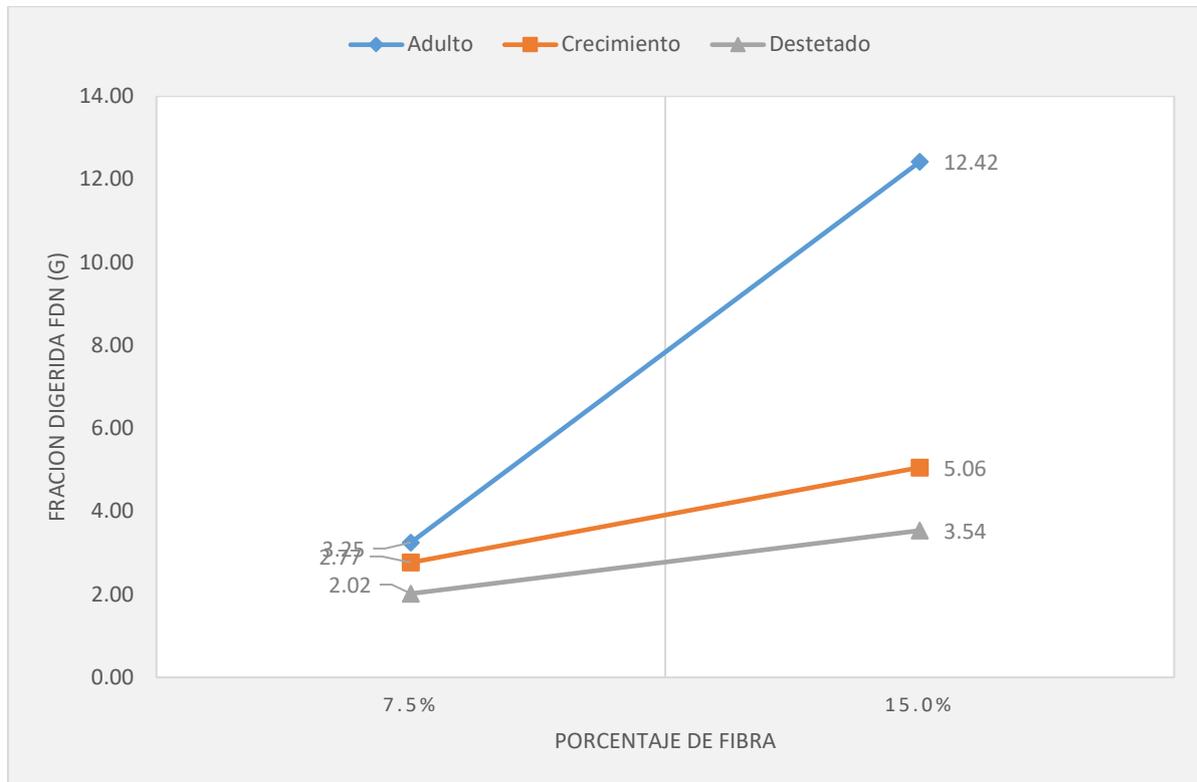
En la figura se observa que, con el aumento del porcentaje de fibra, la fracción digerida de MS disminuye en los grupos de crecimiento y destetado, lo que sugiere una menor eficiencia digestiva en estas edades con una dieta más fibrosa. Sin embargo, en los cuyes mayores, la fracción digerida de MS aumenta con 15% de fibra (de 43.12 g a 50.16 g), lo que indica una mejor adaptación digestiva a dietas con mayor contenido de fibra; esto indica que la edad influye en la capacidad de aprovechamiento de la materia seca en función del nivel de fibra en la dieta.

**Figura 12. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la fracción digerida MO (g)**



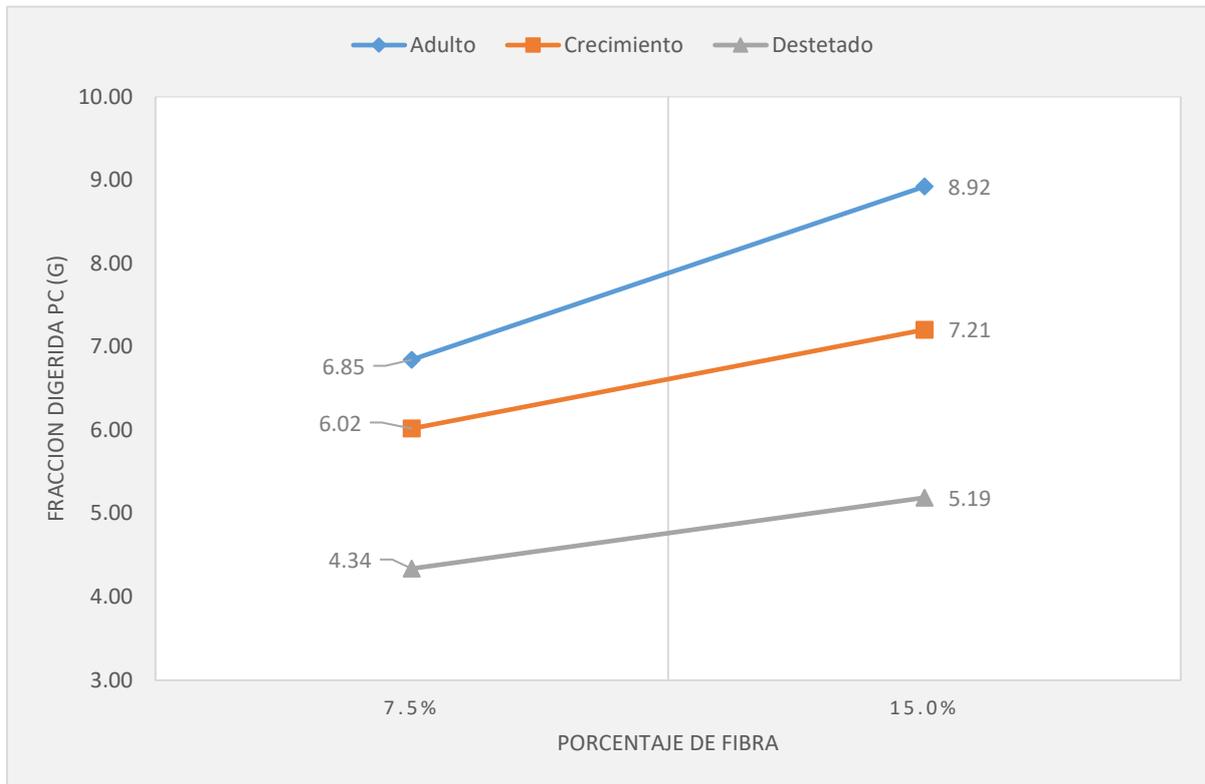
En la figura, se observa que, al aumentar el porcentaje de fibra, la fracción digerida de MO disminuye en los grupos de crecimiento y destetado, lo que indica que una mayor cantidad de fibra en la dieta afecta negativamente la digestión de la materia orgánica en cuyes jóvenes. En contraste, en los cuyes mayores, la fracción digerida de MO aumenta con el mayor nivel de fibra (de 40.42 g a 46.79 g), lo que sugiere una mejor capacidad de aprovechamiento de la materia orgánica en edad adulta, lo que refleja la influencia de la edad en la eficiencia digestiva frente a variaciones en el contenido de fibra de la dieta.

**Figura 13. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la fracción digerida FDN (g)**



En la figura, se observa que, a medida que aumenta el porcentaje de fibra en la dieta, la fracción digerida de FDN también incrementa en los tres grupos de edad, siendo más pronunciado en cuyes adultos, donde pasa de 2.75 g a 12.42 g. En cuyes en crecimiento y destetadas, la digestión de FDN también aumenta con 15% de fibra, pero en menor magnitud (de 2.02 g a 3.54 g en destetados y de 2.75 g a 5.06 g en crecimiento); esto indica que la capacidad de digestión de la fibra mejora con la edad, indicando una mayor eficiencia en la fermentación de la FDN en cuyes adultos en comparación con animales en crecimiento y destetados.

**Figura 14. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en la fracción digerida PC (g)**



En la figura, se observa que, a medida que aumenta el porcentaje de fibra en la dieta, la fracción digerida de PC también se incrementa en los tres grupos de edad, siendo más pronunciado en cuyes mayores (de 6.85 g a 8.92 g), seguido por cuyes en crecimiento (de 6.02 g a 7.21 g) y destetadas (de 4.34 g a 5.19 g); esto indica que la digestibilidad de la proteína mejora con la edad y que los animales adultos presentan una mayor capacidad para aprovechar la proteína en dietas con mayor contenido de fibra, lo que podría estar relacionado con un sistema digestivo más desarrollado y eficiente en la fermentación y absorción de nutrientes.

### 6.2.3. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD

Como se observa en la Tabla 16, la digestibilidad de MS en cuyes presenta diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P < 0.05$ ), y edad de los animales ( $P < 0.05$ ), pero no se encontró efecto en la interacción ( $P > 0.05$ ) (Anexo 16). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T1 con un 7.5% de fibra con  $82.87 \pm 3.41\%$ ; en cuanto a la edad del cuy, se evidencia que los cuyes mayores ( $81.12 \pm 6.5\%$ ) obtuvieron un mayor coeficiente, pero fue inferior en los cuyes en crecimiento ( $75.27 \pm 7.39\%$ ) y destetados ( $75.16 \pm 8\%$ ). Estudios previos como el de Villegas (2020), reportaron un coeficiente inferior de digestibilidad de MS de 62%, al utilizar una dieta más 2% de harina de morera. De manera similar a lo obtenido, Puglla (2023) encontró una digestibilidad de 74.4% MS en cuyes alimentados con un nivel al 2% de maralfalfa en la dieta; estos resultados pueden deberse a que los cuyes adultos tienen una mayor capacidad y eficiencia del sistema digestivo, ya que ha desarrollado una microflora más estable y efectiva para la fermentación y absorción de nutrientes (Pascual, 2001).

En cuanto a la digestibilidad de materia orgánica (MO), se observaron diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P < 0.05$ ), edad del cuy ( $P < 0.05$ ) y el efecto de la interacción ( $P < 0.05$ ) (Anexo 17). Para el nivel de fibra, esta tuvo un mayor coeficiente en el T1 con un 7.5% de fibra con  $83.67 \pm 2.64\%$ ; en cuanto a la edad del cuy, se evidencia que fue mayor en los cuyes mayores de  $81.72 \pm 5.64\%$ , pero inferior en los cuyes en edad de crecimiento ( $76.31 \pm 7.94\%$ ) y destetado ( $76.49 \pm 7.21\%$ ). Mientras que el efecto de la interacción muestra que el tratamiento con el nivel del 7.5% de fibra para cuyes mayores tuvo el mayor coeficiente de digestibilidad ( $84.58 \pm 3.87\%$ ), seguido de los cuyes en crecimiento ( $83.68 \pm 1.96\%$ ) y destetados ( $82.74 \pm 1.84\%$ ) bajo en mismo tratamiento. Este valor resulta similar a lo obtenido por Villegas (2020), dado que obtuvo 76.5% MO al alimentar los cuyes con un nivel al 2% de maralfalfa; esto difiere con Sotelo *et al.* (2020), quien encontró un valor inferior de 66.13% MO al suministrar una dieta basal al 80% y 20% de forraje seco de mucuna. Por su parte, Cahuana (2017) halló 67.815% MO cuando utilizó una dieta con inclusión de 8% de achira.

En relación a la digestibilidad de fibra detergente neutra (FDN), no se observa diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P > 0.05$ ), del mismo modo en la edad del

cuy ( $P>0.05$ ), pero si existe diferencias significativas en el efecto de la interacción ( $P<0.05$ ) (Anexo 18), donde el tratamiento con el nivel del 15% de fibra para cuyes mayores tuvo el mayor coeficiente de digestibilidad ( $53.74 \pm 13.41\%$ ), seguido del tratamiento 7.5% para animales en crecimiento ( $43.37 \pm 6.71\%$ ) y destetados ( $42.78 \pm 6.2\%$ ); estos resultados no concuerdan con Caguana (2017), quien indica un menor coeficiente de 39.60% FDN al suministrar una dieta con inclusión de 8% de achira; estas variaciones pueden atribuirse que independientemente de la edad, los cuyes son capaces de digerir la fibra de manera eficiente, lo que indica una adaptación fisiológica a lo largo de las distintas etapas de crecimiento (Solorzano y Sarria, 2014).

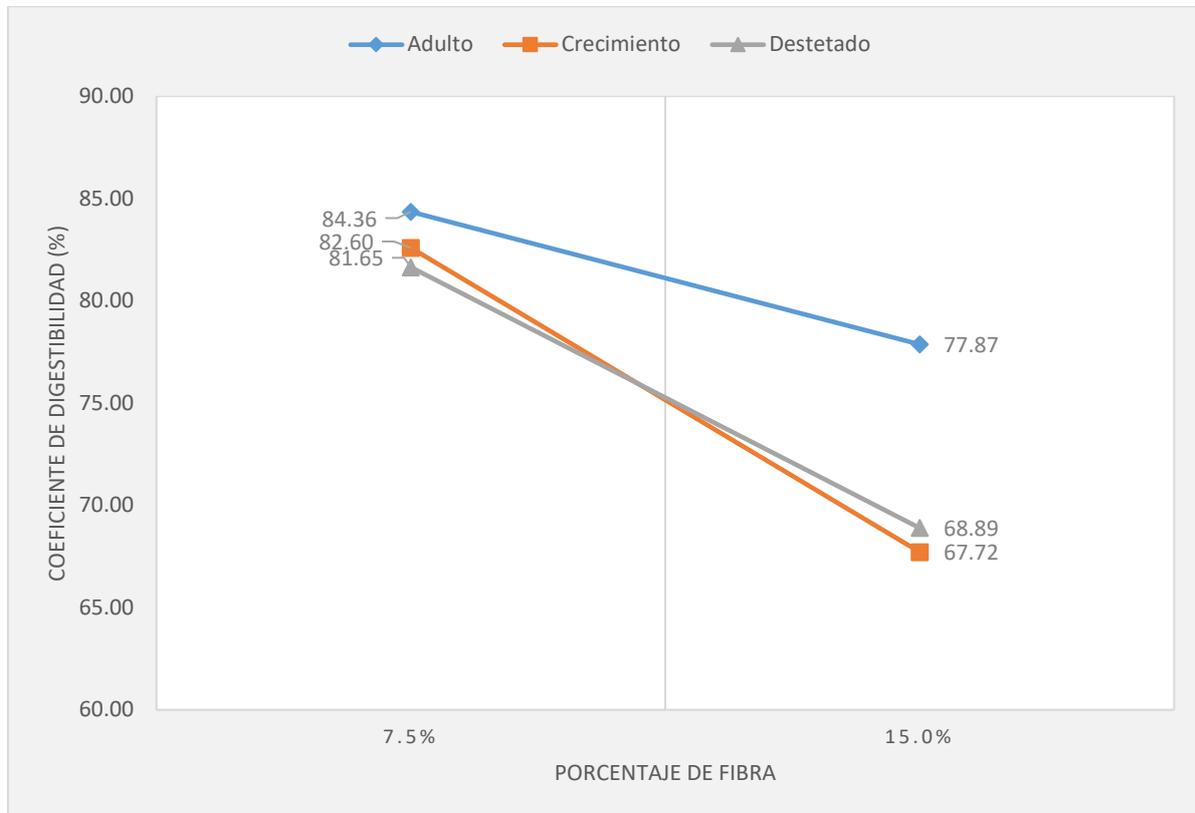
En relación a la digestibilidad de proteína cruda (PC), hubo diferencias significativas entre el T1 y T2 ( $P<0.05$ ); no obstante, no existe significancia en la edad del cuy ( $P>0.05$ ) y el efecto de la interacción ( $P>0.05$ ) (Anexo 19). Para el nivel de fibra, esta fue mayor en el T2 con un 15% de fibra ( $82.65 \pm 3\%$ ), mientras que el T1 con 7.5% de fibra solo obtuvo  $79.16 \pm 3.46\%$ ; este resultado no concuerda con Villegas (2020), quien reportó una digestibilidad de 73% cuando se alimentaron a los cuyes con niveles de fibra al 1 y 2% de fibra. De manera similar, Puglla (2023) reportó una digestibilidad de 83.0% PC; la variabilidad en los resultados podría deberse a diferencias en la composición en la dieta y los niveles de fibra utilizados, lo que resalta la importancia de un equilibrio adecuado en la dieta para la digestión eficiente en los cuyes (Carampoma *et al.*, 1991).

**Tabla 15. Digestibilidad de nutrientes**

		Digestibilidad MS (%)	Digestibilidad MO (%)	Digestibilidad FDN (%)	Digestibilidad PC (%)
<b>Tratamientos</b>	<b>Fibra 7.5%</b>	82.87 ± 3.41 a	83.67 ± 2.64 a	41.78 ± 9.9 a	79.16 ± 3.46 b
	<b>Fibra 15%</b>	71.49 ± 6.25 b	72.68 ± 6.02 b	40.08 ± 13.3 a	82.65 ± 3 a
<b>Edad del cuy</b>	<b>Destetado</b>	75.27 ± 7.39 b	76.49 ± 7.21 b	37.57 ± 9.12 a	80.68 ± 2.85 a
	<b>Crecimiento</b>	75.16 ± 8 b	76.31 ± 7.94 b	38.76 ± 6.82 a	80.63 ± 1.88 a
	<b>Adulto</b>	81.12 ± 6.5 a	81.72 ± 5.64 a	46.46 ± 15.77 a	81.4 ± 5.54 a
<b>Interacción edad *tratamiento</b>	<b>Fibra 7.5 %*destetado</b>	81.65 ± 1.99 a	82.74 ± 1.84 a	42.78 ± 6.2 ab	78.94 ± 2.28 a
	<b>Fibra 15% *destetado</b>	68.89 ± 4.13 b	70.25 ± 4 b	32.36 ± 8.99 b	82.43 ± 2.34 a
	<b>Fibra7.5%*crecimiento</b>	82.6 ± 2.06 a	83.68 ± 1.96 a	43.37 ± 6.71 ab	79.8 ± 2.39 a
	<b>Fibra15%*crecimiento</b>	67.72 ± 1.24 b	68.94 ± 1.5 b	34.14 ± 2.53 b	81.47 ± 0.71 a
	<b>Fibra 7.5%*adulto</b>	84.36 ± 5.26 a	84.58 ± 3.87 a	39.17 ± 15.71 ab	78.75 ± 5.49 a
	<b>Fibra 15%*adulto</b>	77.87 ± 6.41 a	78.85 ± 6.01 a	53.74 ± 13.41 a	84.05 ± 4.62 a
<b>P-valor</b>	<b>Nivel de fibra</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	0.6462	<b>0.0092</b>
	<b>Edad de cuy</b>	<b>0.0034</b>	<b>0.0032</b>	0.1181	0.8510
	<b>Nivel de fibra* edad de cuy</b>	0.0695	<b>0.0255</b>	<b>0.0154</b>	0.4957

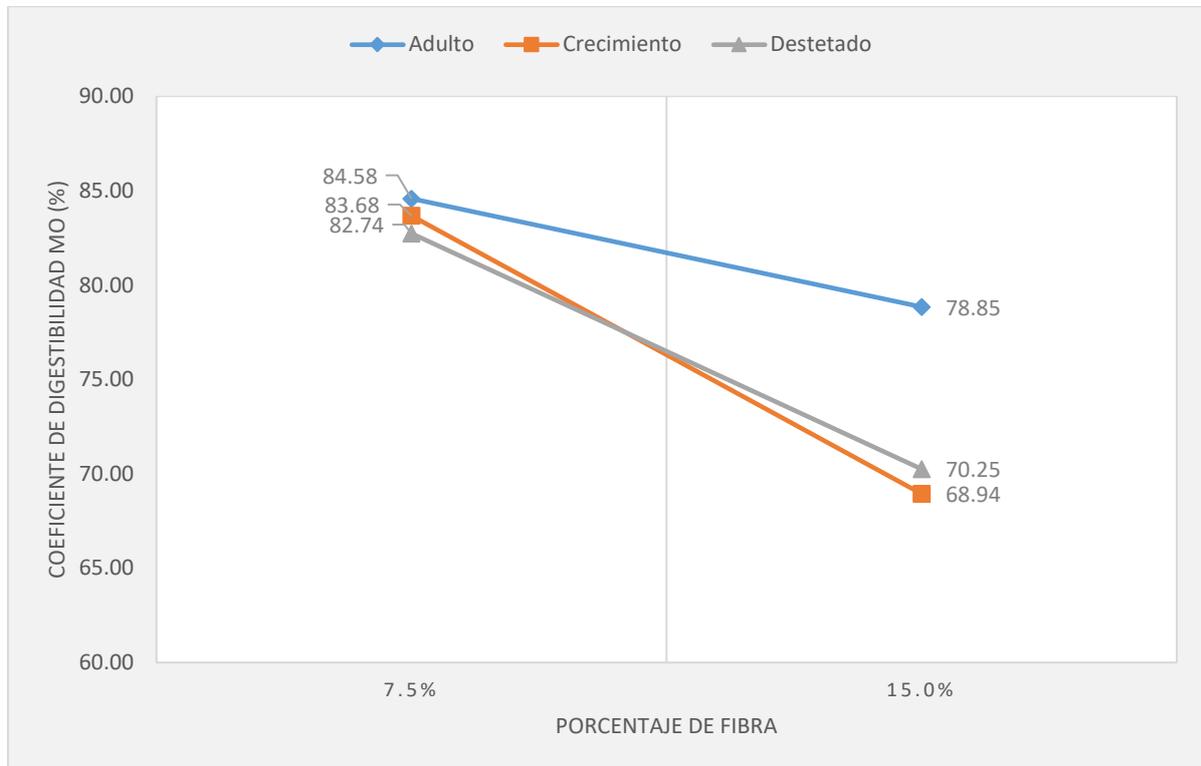
**Leyenda:** T1:7.5% de fibra, T2: 15% de fibra

**Figura 15. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el coeficiente de digestibilidad MS (%)**



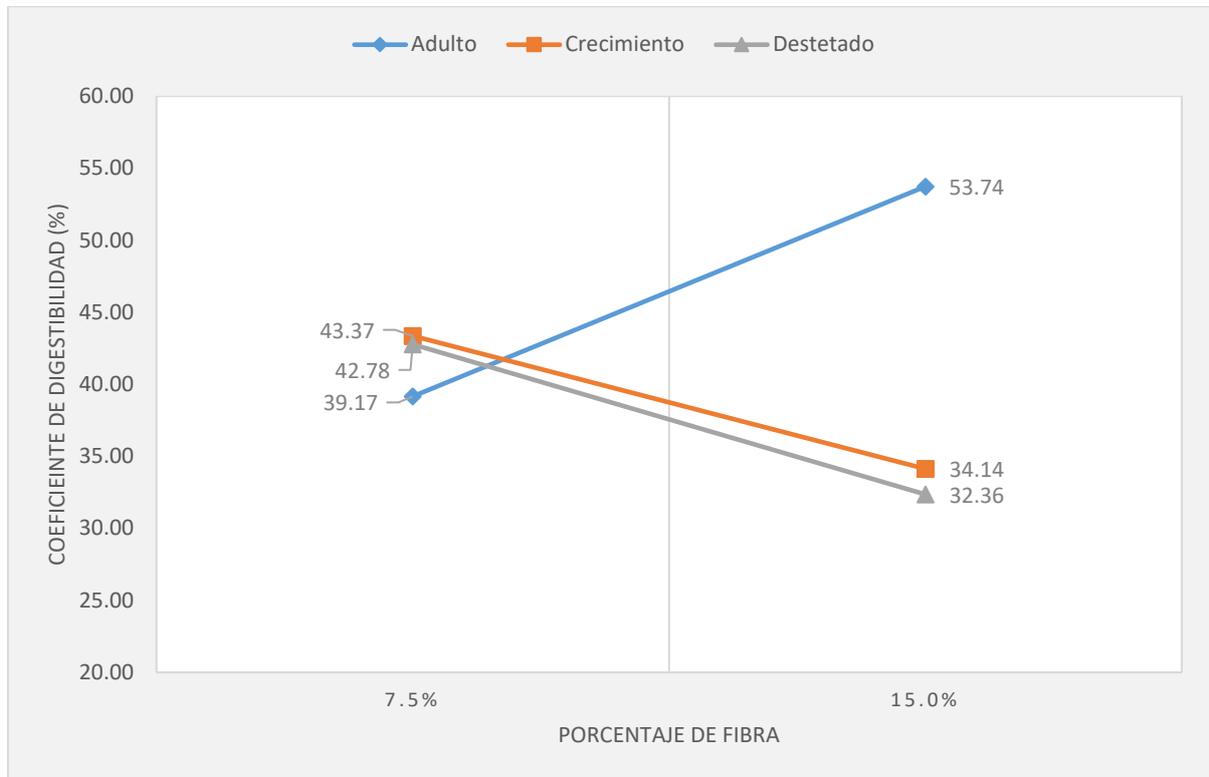
En la figura, se observa una tendencia decreciente en la digestibilidad conforme aumenta el contenido de fibra en la dieta en los tres grupos de edad. A un 7.5% de fibra, los valores de digestibilidad son mayores en cuyes mayores (84.36%), seguidas por las de crecimiento (82.60%) y destetadas (81.65%). Sin embargo, al aumentar la fibra al 15.0%, la digestibilidad disminuye significativamente en todos los grupos, con valores más bajos en cuyes en crecimiento (67.72%) y destetadas (68.89%), mientras que las cuyes mayores presentan una digestibilidad relativamente mayor (77.87%). Esto indica que un mayor contenido de fibra reduce la eficiencia digestiva de la materia seca, especialmente en cuyes más jóvenes, lo que sugiere una menor capacidad de aprovechamiento de los nutrientes fibrosos en etapas tempranas de desarrollo.

**Figura 16. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el coeficiente de digestibilidad MO (%)**



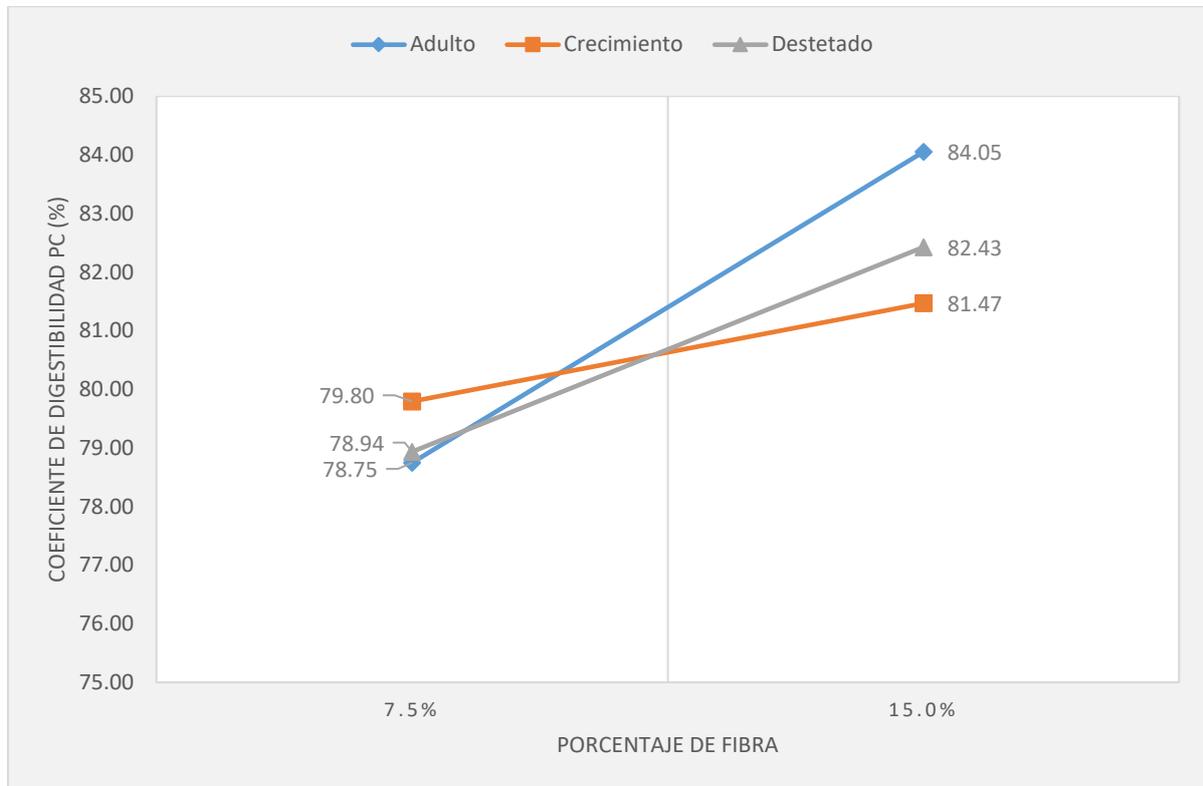
En la Figura, se observa que el coeficiente de digestibilidad disminuye a medida que aumenta el porcentaje de fibra, siendo más pronunciado en los cuyes destetados (68.94% a 15% de fibra) en comparación con los cuyes mayores (84.58% a 7.5% de fibra) y los cuyes en crecimiento (83.68% a 7.5% de fibra); esto indica que los cuyes adultos tienen una mayor capacidad digestiva frente a dietas con menor fibra, mientras que los destetados son más sensibles a incrementos en el contenido de fibra, lo que podría afectar su eficiencia nutricional.

**Figura 17. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el coeficiente de digestibilidad FDN (%)**



En la Figura, se observa que el coeficiente de digestibilidad disminuye al aumentar el porcentaje de fibra, siendo más alto en cuyes mayores de 53.74% con 15% de fibra y más bajo en cuyes destetados de 32.36% con el mismo nivel de fibra; esto indica que los cuyes adultos tienen una mayor capacidad para digerir dietas con mayor contenido de fibra, mientras que los destetados presentan una menor eficiencia digestiva ante niveles elevados de fibra, lo que podría afectar su desarrollo y nutrición.

**Figura 18. Interacción entre porcentaje de fibra y edad de cuyes hembras en el coeficiente de digestibilidad PC (%)**



En la Figura, se observa que, a medida que aumenta el porcentaje de fibra, el coeficiente de digestibilidad de PC disminuye, siendo los cuyes mayores los que presentan los valores más altos de 84.05% con 7.5% de fibra y 79.80% con 15.0%, seguidos por los de crecimiento de 82.43% y 78.94%, y destetados de 81.47% y 78.75%; esto indica que los cuyes mayores tienen una mayor capacidad para digerir proteínas en dietas con mayor contenido de fibra, mientras que los destetados y en crecimiento muestran una ligera reducción en la eficiencia digestiva al incrementarse la fibra, aunque la diferencia entre grupos es menos marcada que en otros nutrientes.

## CONCLUSIONES

La inclusión de 15% de fibra en la dieta de los cuyes optimizó el consumo de alimento, donde el consumo en base seca fue mayor en cuyes mayores ( $57,01 \pm 11.35$  g MS;  $52.77 \pm 10.04$  g MO;  $17.14 \pm 7.5$  g FDN;  $9.54 \pm 1.86$  g PC), seguido de los cuyes en crecimiento ( $41,63 \pm 4.16$  g MS;  $38.79 \pm 3.76$  g MO;  $10.53 \pm 4.58$  FDN;  $8.18 \pm 1.02$  g PC) y los cuyes en destete que obtuvieron un menor consumo ( $29,86 \pm 4.42$  g MS;  $27.82 \pm 2.19$  g MO;  $7.52 \pm 3.14$  g FDN;  $5.87 \pm 0.61$  g PC).

El nivel de fibra influye en la digestibilidad de MS ( $82.87 \pm 3.41\%$ ) y MO ( $83,67 \pm 2,64$ ), donde la inclusión de fibra al 7.5% muestra una mejor eficiencia digestiva, asimismo, la edad se vio influenciada, dado que los cuyes mayores tuvieron un coeficiente de  $81,12 \pm 6,5\%$  MS,  $81,72 \pm 5,64$  MO y  $80,68 \pm 2,85\%$  PC, seguido de los cuyes destetados ( $75,27 \pm 7,39\%$  MS;  $76,49 \pm 7,21\%$  MO;  $80.68 \pm 2.8\%$  PC) y en crecimiento ( $75,16 \pm 8\%$  MS;  $76,31 \pm 7,94\%$  MO;  $80,63 \pm 1,88\%$  PC).

## **RECOMENDACIONES**

Formular dietas que incluyan un nivel de fibra al 15% para optimizar la digestibilidad y promover el desarrollo de los cuyes, considerando las necesidades específicas de cada edad fisiológica.

Analizar el efecto de los niveles de fibra en la digestibilidad para comprender mejor su interacción con otros factores en el crecimiento y desarrollo de los cuyes.

Evaluar el efecto de los niveles de fibra sobre la energía digestible en cuyes en destete, crecimiento y cuyes mayores .

## BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E., & Caycedo, A. (2009). *Producción de cuyes*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Álvarez, J., Marguenda, I., García, P., Carabaño, R., Blas, C. D., Corujo, A., & García, A. (2007). Effects of type and level of fibre on digestive physiology and performance in reproducing and growing rabbits. *World Rabbit Sci*, 15(1), 9-17. doi:<https://doi.org/10.4995/wrs.2007.610>
- Aufrere, J., & Michalet-Doreau, B. (1988). Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. *Anim Feed Sci Technol*, 20, 203-218. doi:[https://doi.org/10.1016/0377-8401\(88\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(88)90044-2)
- Bazay, G., Cacelén, F., Ara, M., Jiménez, R., Gonzáles, R., & Quevedo, W. (2014). Efecto de los manano-oligosacáridos sobre los parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de engorde. *Rev Inv Vet Perú*, 25(2), 198-204. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172014000200007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172014000200007)
- Blas, C., Mateos, G., & García, P. (2003). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2ª ed. *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. Madrid, España. 423 p.
- Bondi, A. (1988). *Nutrición Animal*. España: Editorial Acribia S.A.
- Booth, A., Elvehjem, C., & Hart, E. (1949). The importance of bulk in the nutrition of the guinea pig. *Journal Nutr.*, 37, 263–274. doi:<https://doi.org/10.1093/jn/37.2.263>
- Boulahrouf, A., Fonty, G., & Gouet, P. (1991). Establishment, counts and identification of the fibrolytic bacteria in the digestive tract of rabbit. Influence of feed cellulosa content. *Current Microbiology*, 22(1), 1-25. Obtenido de <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=19507390>

- Bustamante, F. (2022). *Influencia del nivel de fibra dietaria sobre el desarrollo gastrointestinal en cuyes*. Cusco: [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Obtenido de [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6537/253T20220128\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6537/253T20220128_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 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*. Ecuador: [Trabajo de investigación previo a la obtención del grado de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25107/1/Tesis%2082%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20474.pdf>
- Calero, B. (1978). *El cuy. Introducción a la cavicultura*. Lima: Editorial Garcilaso SA.
- Campos, G. (2008). *Conceptos básicos de cunicultura*. Recuperado el 2022, de Conceptos básicos de cunicultura: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00143.pdf>
- Caprita, R., Caprita, A., Cretescu, I., Ursulescu, G., & Nicu, V. (2013). Estimation of in vitro dry matter solubility and protein digestibility of barley grains. *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie*, 60, 232-235. Obtenido de [https://www.uaiasi.ro/firaa/Pdf/Pdf\\_Vol\\_60/Rodica\\_Caprita](https://www.uaiasi.ro/firaa/Pdf/Pdf_Vol_60/Rodica_Caprita)
- Carampoma, V., Castro, A., & Chirinos, P. (1991). *Acción de enzimas digestivas a suplementos con diferentes niveles de fibra en el engorde de cuyes*. Cerro de Pasco : Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA).
- 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.

- Caycedo, J. (2000). *Experiencias investigativas en la producción de cuyes*. Pasto. Colombia : Graficolor.
- Chauca , L. (1997). Producción de Cuyes. *FAO Revista Producción y Sanidad*.  
Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s01.htm>
- Chauca, L. (2013). *Crianza del cuy Cavia porcellus y su impacto en el desarrollo rural*. Lima: XXXVIII Reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal APPA.  
Obtenido de [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/440/1/Chauca-Crianza\\_del\\_cuy.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/440/1/Chauca-Crianza_del_cuy.pdf)
- Chazi , C. (2005). Las vitaminas. *La Granja*, 4(1), 51-54. Obtenido de <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/4.2005.07>
- Cheeke, R. (1987). *Alimentación y nutrición del conejo*. Florida: Academic Press.
- Chende, A., Miclaus, V., Damian, A., Martonos, C., Rus, V., Latiu, A., & Gal, A. (2022). Mucous non-goblet cells in the small intestine of guinea pigs (*Cavia porcellus*): a histological and histochemical study. *Folia Morphologica*, 1-18. doi:10.5603/FM.a2022.0048
- Chillpa, C. (2022). *Energía y proteína digestible de la harina integral de Soya (Glycine max) en cuyes (Cavia porcellus L.)*. Cusco : [Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Obtenido de: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6728?locale-attribute=en>
- Church, D., Pond, W., & Pond, K. (2002). *Fundamentos de la nutrición y alimentación de animales*. México: Uteha Wiley.
- Condori, R. (2014). *Evaluación de bajos niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (cavia porcellus) con exclusión de forraje*. Lima: [Tesis para optar al título de Ingeniero Zootecnista, Universidad Agraria La Molina]. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2371>
- Córdova , A. (1993). *Alimentación Animal*. Lima: Editorial EDITEC.

- Crampton, E., & Harris, L. (1974). *Nutrición animal aplicada*. España: Acribia.
- Estrella, F. (2022). *Evaluación de diferentes niveles de fibra en la digestibilidad de cuyes (Cavia porcellus)*. Ecuador: [Tesis para optar el título de Ingeniera Zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17084/1/17T01720.pdf>
- Flores, J. (1986). *Manual de Alimentación Animal*. Mexico. D.F.: Ciencia y Técnica.
- Franz, R., Kreuzer, M., Hummel, J., Hatt, J., & Clauss, M. (2010). Intake, selection, digesta retention, digestion and gut fill of two coprophageous species, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*), on a hay-only diet. *Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95, 564-570. doi:10.1111/j.1439-0396.2010.01084.x
- Gallois, M., Fortun, L., Michelan, A., & Gidenne, T. (2008). Adaptabilidad de la función digestiva según la edad al destete en el conejo: II. Efecto sobre la digestión de nutrientes en el intestino delgado y en todo el tracto digestivo. *Animal*, 2(4), 536-547 . doi:10.1017/S1751731108001730
- Gidenne, T. (1996). Consecuencias de la ingesta reducida de fibra en la digestión, la tasa de paso y la actividad microbiana cecal en el conejo joven. *British Journal of Nutrition*, 32(1), 18-22. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/33161247.pdf>
- Gidenne, T., R. Carabaño, J. G., & Blas, C. d. (1998). *La nutrición del conejo*. Cambridge: CABI Publishing.
- Godínez, M., Valle, M., & Anaya, R. (2012). Vitaminas hidrosolubles y su efecto sobre la expresión genética. *Revista Latinoamericana de Cirugía*, 2(1), 40-48. Obtenido de <http://www.medigraphic.com/revlatcir>
- Gómez, A., Estrada, J., Morales, E., López, F., & Arriaga, C. (2018). Rendimiento y valor nutritivo de ensilados de cebada forrajera o avena negra para sistemas de producción de leche en pequeña escala. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*.

- Gómez, M., García, J., Chamorro, S., Chamorro, S., Eiras, P., Rebollar, P., Carabaño, R. (2007). Neutral detergent-soluble fiber improves gut barrier function in twenty-five-day-old weaned rabbits. *J Anim Sci*, 85(12), 3313-3321. doi:10.2527/jas.2006-777
- Google Earth. (2024). *Granja K'ayra (UNSAAC), Cusco*. Obtenido de [https://earth.google.com/web/search/Granja+Kayra+\(UNSAAC\),+Cusco/@-13.55948186,-71.87057721,3277.99997897a,1023.82086182d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCeQ2aHahEivAEbmly8PbJivAGQnRUILF9VHAict2WBFw-IHAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP\\_\\_\\_\\_\\_wEQAA](https://earth.google.com/web/search/Granja+Kayra+(UNSAAC),+Cusco/@-13.55948186,-71.87057721,3277.99997897a,1023.82086182d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCeQ2aHahEivAEbmly8PbJivAGQnRUILF9VHAict2WBFw-IHAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_____wEQAA)
- Gutiérrez, I., Espinoza, A., García, J., Carabaño, R., & Blas, J. D. (2002). Effect of levels of starch, fiber, and lactose on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *J Anim Sci.*, 80(4), 1029-1037. doi:10.2527/2002.8041029x
- Harkness, E., & Wagner, E. (1979). *The biology and medicine of rabbits and rodents*. Estados Unidos: Editorial Acribia S.A. .
- Heinicke, H., & Elvehjem, C. (1955). Effect of high levels of fat, lactose, and type of bulk in guinea pig diets. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*(90), 70–72. doi:<https://doi.org/10.3181/00379727-90-21940>
- Henning, S., & Hird, F. (1970). Concentrations and metabolism of volatile fatty acids in the fermentative organs of two species of kangaroo and the guinea-pig. *Br. J. Nutr.*(24), 145–155. doi:<https://doi.org/10.1079/bjn19700017>
- Henry, Y. (1988). Signification de la protéine équilibrée pour le porc : intérêt et limites. *Productions Animales*, 1(1), 65-74. Obtenido de <https://hal.science/hal-00895818>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.

- Hirsch, E. (1973). Some determinants of intake and patterns of feeding in the guinea pig. *Physiol Behav*, 11(5), 687-704. doi:[https://doi.org/10.1016/0031-9384\(73\)90255-2](https://doi.org/10.1016/0031-9384(73)90255-2)
- Jave, Z. (2014). *Efecto del contenido de fibra detergente neutro (FDN) de dos fuentes forrajeras en el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en Cajamarca*. Cajamarca: [Tesis para optar al título profesional de Médico Veterinario, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/442/T%20L02%20J11%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jumbo, M. (2019). *Evaluación del efecto del nivel de fibra insoluble en la digestibilidad fecal en cuyes de Ceba en la "Quinta Experimental Punzara"*. Ecuador: [Tesis para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista, Universidas Nacional de Loja]. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22274/1/Mariuxi%20Cecibel%20Jumbo%20Sari.pdf>
- Kawasaki, K., Min, X., & Sakaguchi, E. (2017). Effect of fructo-oligosaccharides on nutrient digestibility and digesta retention time in adult guinea pigs. *AnimSci J*, 89, 547-551. doi:10.1111/asj.12957
- Klein, B. (2022). *Cunningham. Fisiología veterinaria*. Barcelona: Elsevier.
- Lachmann, M., & Araujo, O. (2001). *La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes*. Caracas. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/230823665\\_La\\_estimacion\\_de\\_la\\_digestibilidad\\_en\\_ensayos\\_con\\_rumiantes?enrichId=rgreq-49348c1d88cf452036fa8e55ebb59ea1-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzMDgyMzY2NTtBUzoxMDQxNTcxNjgwMTMzMTNAMTQwMTg0NDQxMjQ5Mg%3D%3D&el](https://www.researchgate.net/publication/230823665_La_estimacion_de_la_digestibilidad_en_ensayos_con_rumiantes?enrichId=rgreq-49348c1d88cf452036fa8e55ebb59ea1-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzMDgyMzY2NTtBUzoxMDQxNTcxNjgwMTMzMTNAMTQwMTg0NDQxMjQ5Mg%3D%3D&el)
- Laforé, M., San Martín, F., Bojórquez, C., Arbaiza, T., & Carcelén, F. (1999). Diagnóstico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del Valle de Mantaro. *Rev Inv Vet Perú*; 10(2):74-78. Obtenido de file:///C:/Users/user/Downloads/49360.pdf

- Lagos , E., Velasco, A., & Apráez , E. (2006). Digestibilidad de forrajes en cuyes *Cavia porcellus* mediante la técnica in Situ. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 23(1 y 2), 136–145. Obtenido de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/105>
- Larrea, M., & Lozano, E. (1994). *Balance metabólico en cuyes alimentado con semilla de maracuyá (Passiflora edulis flavicarpa)*. Lima: Instituto Nacional de Investigación Agraria. Obtenido de [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/304/1/Investigaciones\\_en\\_cuyes.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/304/1/Investigaciones_en_cuyes.pdf)
- Lebas, F., Corring, T., Courtot, D., Gueugneau, A., Sardi, G., & Cotta, Y. (1971). Équipement enzymatique du pancréas exocrine chez le lapin, mise en place et évolution de la naissance au sevrage relation avec la composition du régime alimentaire. *Hal Open Science*, 11(3), 399-413. Obtenido de <https://hal.science/hal-00896662/document>
- Liu , C. (1988). Energy balance and growth rate of outbred and inbred male guinea pigs. *Am J Vet Res.*, 49(10), 6-1752. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3189993/>
- Maldonado, L. & Mejía, R. (2013). *Evaluación de 2 niveles de fibra y 2 niveles de proteína en la dieta sobre los parámetros zootécnicos en los cuyes*. Ecuador: [Tesis para optar al Título de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Central del Ecuador]. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4445/1/T-UCE-0014-65.pdf>
- Mamani, L. (2016). *Evaluación de dos niveles de energía y dos sistemas de alimentación en dietas altas en fibra durante la reproducción de cuyes (Cavia porcellus)*. Lima: [Tesis de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2602>
- Mamani, L. (2023). *Valoración nutricional de la cáscara de papa (Solanum tuberosum) y cáscara de haba (vicia faba) como alternativa en la alimentación de cuyes*. Cusco: Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista, Universidad

Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7462>

Marounek, M., Vovk, S., & Skrivanová, V. (1995). Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. *Br J Nutr*, 73(3), 463-469. doi:10.1079/bjn19950048

Martínez, R. (2006). *Requerimientos nutricionales del cuy*. En *Memorias del Primer Curso Internacional de Cuyicultura*. Ecuador : Asociación de Productores Agropecuarios del Norte (Asopran).

Martínez, O., & Martínez, E. (2006). Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 21(2), 01-14. Obtenido de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112006000500002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500002)

McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., & Morgan, C. (2006). *Nutrición Animal*. México: Editorial Acribia S.A.

Meza, G., Cabrera, R., Morán, J., Meza, F., Cabrera, C., Meza, C., Ortiz, J. (2014). Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *IDESIA*, 32(3), 75-80. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n3/art10.pdf>

Meza, G., Sánchez, A., Meza, M., Meza, C., Franco, N., Avellaneda, J., Liuba, G. (2012). Digestibilidad in vivo de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus), en el litoral ecuatoriano. *Veterinaria y Zootecnia*, 6(2), 8-16. Obtenido de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4393/4031>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). Módulo III: Nutrición y Alimentación. *INIA*. Obtenido de [https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/644/mod\\_resource/content/1/MODULO-IIIa.pdf](https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/644/mod_resource/content/1/MODULO-IIIa.pdf)

National Research Council. (1978). *A Nutrient Requirements of Laboratory Animals; Guinea Pig*. Washington DC: National Academy Press.

- National Research Council. (1995). *A Nutrient Requirements of Laboratory Animals; Guinea Pig*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nieves, D., Terán, O., Cruz, L., Mena, M., Gutiérrez, F., & Ly, J. (2011). Digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 14, núm. 1, pp. 309-314. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93915703030.pdf>
- Noblet, J., Wu, S.-B., & Choct, M. (2022). Methodologies for energy evaluation of pig and poultry feeds: A review. *Animal Nutrition*, 8, 185-203. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.015>
- Ortega, L. (2019). *Efecto de niveles bajos de fibra cruda sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos tipo 1*. Ecuador: [Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional de Lioja]. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22273/1/Luis%20Dirney%20Ortega%20Ortega.pdf>
- Padilha, S., Licois, D., Gidenne, T., Carré, B., & Fonty, G. (1995). Relaciones entre la microflora y fermentación cecal en conejos antes y después del destete. *Reproducción Nutrición Desarrollo*, 35(4), 375-386. Obtenido de <https://oa.upm.es/663/1/02200121.pdf>
- Paredes, M., & Goicochea, E. (2021). Efecto de cinco dietas con diferentes proporciones de fibra detergente neutro y almidón en el rendimiento productivo, comportamiento ingestivo y peso de órganos digestivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(1), 1-14. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19495>
- Pascual, J. (2001). Early weaning of young rabbits : a review. *Universitat Politècnica de València*, 9(4), 165-170. doi:<https://doi.org/10.4995/wrs.2001.461>
- Puente, J., Carcelén, F., Ara, M., Bezada, S., Huamán, A., Santillána, G., & Perales, R. (2019). Efecto de la suplementación con niveles crecientes de probióticos sobre la histomorfometría del intestino delgado del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú*, 30(2), 624-633. doi:10.15381/rivep.v30i2.16086

- Puglla, R. (2023). Digestibilidad *in vivo* de dietas en cuyes (*Cavia porcellus*) con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum spp.*). Ecuador: [Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional de Loja]. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26374/1/Thalia%20del%20Rosio%20Puglla%20Remache.pdf>
- Quispe, A., Paquiyauri, Z., Ramos, V., Contreras, J., & Véliz, M. (2016). Influencia de niveles de azufre en la producción, composición química bromatológica y digestibilidad del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11457>
- Rosales, J., & Tang, T. (1996). Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. *Folia Amazónica*, 8(2), 13-27. doi:<https://doi.org/10.24841/fa.v8i2.318>
- Sakaguchi, E. (2003). Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Animal Science Journal*, 74(10), 327-337. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1344-3941.2003.00124.x>
- Sánchez, D., Castro, N., Rivero, A., Argüello, A., & Morales, A. (2016). Proposal for standard methods and procedure for guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 65-70. doi:[10.1080/09712119.2015.1006234](https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1006234)
- Sánchez, W. (2011). Estudio fisiológico del cuy o cobayo (*Cavia sp.*) en ambiente frío y caliente. *Revista Universidad de Guayaquil*, 111(2), 30–34. doi:<https://doi.org/10.53591/rug.v111i2.482>
- Sarria, J., Cantaro, J., & Cayetano, J. (2020). Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 21(3), 1-13. doi:[https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num3\\_art:1437](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1437)

- SENAMHI. (2020). *Datos Hidrometeorológicos en Cusco*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cusco&p=estaciones>
- Shimada, A. (2003). *Nutrición animal*. México: Editorial Trillas S.A.
- Soest, V. (1982). *Ecología nutricional del rumiante*. Corvallis : O & B Books .
- Solorzano, J., & Sarria , J. (2014). *Crianza, producción y comercialización de cuyes*. Lima: Macro EIRL.
- Sotelo, A., Valenzuela, R., Césare, M., Alegría, C., Norabuena, E., Gonzáles, T., Echevarría, M. (2020). Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (*Mucuna pruriens*) en cuyes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(1), 1-10. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17537>
- Souffrant, W. (1991). *Endogenous nitrogen losses during digestion in pigs*. The Netherlands: EAAP Publication . Obtenido de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NL19920025925>
- Torres, M. (2013). *Evaluación de dos sistemas de alimentación en cuyes en la fase de reproducción basados en forraje más balanceado y balanceado más agua*. Ecuador: [Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista, Universidad Central de Ecuador]. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1018/3/T-UCE-0014-31.pdf>
- Tsao, C., & Young, M. (1989). Effect of dietary ascorbic acid on levels of serum mineral nutrients in guinea pigs. *Int J Vitam Nutr Res.*, 59(1), 6-72. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2722430/>
- Vergara, V. (2008). *Avances en Nutrición y Alimentación en cuyes. Simposio de cuyes. APPA*. Lima: Simposio: Avances sobre la producción de cuyes en el Perú. Obtenido de [www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040408/040814E.pdf](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040408/040814E.pdf).
- Villegas, D., & Roa, M. (2020). Digestibilidad in vivo de morera (*Morus alba*), con diferentes niveles de concentrado en curies (*Cavia porcellus*). *Rev Sist Prod Agroecol*, 12(2), 52-70. Obtenido de

<https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/470/805>

Villegas, D., & Roa, M. (2020). Digestibilidad *in vivo* de morera (*Morus alba*), con diferentes niveles de concentrado en curies (*Cavia porcellus*). *Rev Sist Prod Agroecol*, 12(2), 52-70. Obtenido de <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/470/805>

Wagner, J., & Manning, P. (1976). *The biology of the guinea pig*. USA: American College of Laboratory Animal Medicine.

Xiao, J., Metzler, U., & Zebeli, Q. (2015). Gut function-enhancing properties and metabolic effects of dietary indigestible sugars in rodents and rabbits. *Nutrients*, 7(10), 8348-8365. doi:10.3390/nu7105397

Xiccato, G., Trocino, A., Sartori, A., & Queaque, P. (2003). Effect of weaning diet and weaning age on growth, body composition and caecal fermentation of young rabbits. *Animal Science*, 77(1), 101-111. doi:10.1017/S1357729800053704

Yu, B., Wen-Shyg, P., & Kuo, C.-Y. (2000). Comparison of digestive function among rabbits, guinea pigs, rats and Hamsters. II. Digestive Enzymes and Hindgut Fermentation. *Animal Breeding and Genetics*, 13(11), 1508-1513. doi:<https://doi.org/10.5713/ajas.2000.1508>

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Prueba de Normalidad Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE CONSUMO MS (g)	30	0	1,02	0,97	0,785
RE CONSUMO MS, %PV	30	0	1,02	0,98	0,949
RE CONSUMO MO (g)	30	0	1,02	0,97	0,784
RE CONSUMO FDN (g)	30	0	1,02	0,92	0,12
RE CONSUMO PC (g)	30	0	1,02	0,97	0,843
RE PRODUCCION DE HECES MS ..	30	0	1,02	0,97	0,783
RE PRODUCCION HECES MO (g)..	30	0	1,02	0,97	0,798
RE PRODUCCION DE HECES FDN..	30	0	1,02	0,92	0,077
RE PRODUCCIÓN HECES PC (g)..	30	0	1,02	0,9	0,018
RE FRACCION DIGERIDA MS (..	30	0	1,02	0,93	0,173
RE FRACCION DIGERIDA MO (g..	30	0	1,02	0,94	0,246
RE FRACION DIGERIDA FDN (g..	30	0	1,02	0,84	0
RE FRACCIÓN DIGERIDA PC (g..	30	0	1,02	0,95	0,514
RE COEFICIENTE DE TIBILID..	30	0	1,02	0,96	0,673
RE COEFICIENTE DE TIBILID..	30	0	1,02	0,99	0,992
RE COEFICIENTE DE TIBILID..	30	0	1,02	0,97	0,765
RE COEFICIENTE DE TIBILID..	30	0	1,02	0,96	0,731

### Anexo 2

#### Homogeneidad de varianza

Factor \ Variable	EDAD DE CUYES*		
	EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	NIVEL DE FIBRA
CONSUMO MS (g)	<b>0,001</b>	0,792	<b>0,023</b>
CONSUMO MS, %PV	0,129	0,199	0,318
CONSUMO MO (g)	<b>0,001</b>	0,770	<b>0,023</b>
CONSUMO FDN (g)	<b>0,013</b>	0,158	<b>0,026</b>
CONSUMO PC (g)	<b>0,003</b>	0,818	<b>0,047</b>
PRODUCCION DE HECES MS (g)	0,080	0,188	0,235
PRODUCCION HECES MO (g)	0,079	0,199	0,233
PRODUCCION DE HECES FDN (g)	<b>0,042</b>	0,323	0,166
PRODUCCIÓN HECES PC (g)	0,125	0,130	0,052
FRACCION DIGERIDA MS (g)	<b>0,002</b>	0,662	<b>0,018</b>
FRACCION DIGERIDA MO (g)	<b>0,002</b>	0,694	<b>0,020</b>
FRACION DIGERIDA FDN (g)	<b>0,014</b>	0,066	<b>0,002</b>
FRACCIÓN DIGERIDA PC (g)	<b>0,010</b>	0,590	0,064
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MS (%)	<b>0,031</b>	0,419	0,098
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MO (%)	0,082	0,176	0,120
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD FDN (%)	<b>0,029</b>	0,763	0,119
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD PC (%)	<b>0,021</b>	0,470	0,113

### Anexo 3

#### Análisis de varianza del consumo de MS (g)

CONSUMO MS (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CONSUMO MS (g)	30	0,80	0,76	15,12

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4069,83	5	813,97	19,41	<0,0001
EDAD DE CUYES	3708,08	2	1854,04	44,21	<0,0001
NIVEL DE FIBRA	222,43	1	222,43	5,30	0,0302
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	139,33	2	69,67	1,66	0,2110
Error	1006,43	24	41,93		
Total	5076,26	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,23217

Error: 41,9344 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
DESTETADO	29,86	10	2,05 A
CRECIMIENTO	41,63	10	2,05 B
ADULTO	57,01	10	2,05 C

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,88026

Error: 41,9344 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 7.5%	40,11	15	1,67 A
fibra cruda 15%	45,55	15	1,67 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,66324

Error: 41,9344 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	29,05	5	2,90 A
DESTETADO	fibra cruda 15%	30,67	5	2,90 A B
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	40,00	5	2,90 A B C
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	43,25	5	2,90 B C
ADULTO	fibra cruda 7.5%	51,27	5	2,90 C D
ADULTO	fibra cruda 15%	62,74	5	2,90 D

## Anexo 4

### Análisis de varianza del consumo de MS, %PV

CONSUMO MS, %PV

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CONSUMO MS, %PV	30	0,50	0,39	13,01

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,95	5	4,19	4,78	0,0036
EDAD DE CUYES	8,75	2	4,38	4,99	0,0154
NIVEL DE FIBRA	8,95	1	8,95	10,20	0,0039
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	3,25	2	1,63	1,86	0,1781
Error	21,04	24	0,88		
Total	41,99	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,04575

Error: 0,8768 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
CRECIMIENTO	6,46	10	0,30 A
ADULTO	7,41	10	0,30 A B
DESTETADO	7,73	10	0,30 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70567

Error: 0,8768 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 7.5%	6,65	15	0,24 A
fibra cruda 15%	7,75	15	0,24 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,83106

Error: 0,8768 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	6,19	5	0,42 A
ADULTO	fibra cruda 7.5%	6,40	5	0,42 A B
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	6,73	5	0,42 A B C
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	7,37	5	0,42 A B C
DESTETADO	fibra cruda 15%	8,09	5	0,42 B C
ADULTO	fibra cruda 15%	8,42	5	0,42 C

## Anexo 5

### Análisis de varianza del consumo de MO (g)

CONSUMO MO (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CONSUMO MO (g)	30	0,80	0,76	15,08

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3408,60	5	681,72	18,93	<0,0001
EDAD DE CUYES	3127,83	2	1563,92	43,43	<0,0001
NIVEL DE FIBRA	159,33	1	159,33	4,42	0,0461
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	121,43	2	60,71	1,69	0,2065
Error	864,24	24	36,01		
Total	4272,83	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,70185

Error: 36,0099 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
DESTETADO	27,82	10	1,90 A
CRECIMIENTO	38,79	10	1,90 B
ADULTO	52,77	10	1,90 C

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,52240

Error: 36,0099 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 7.5%	37,49	15	1,55 A
fibra cruda 15%	42,10	15	1,55 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,73467

Error: 36,0099 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	27,27	5	2,68 A
DESTETADO	fibra cruda 15%	28,38	5	2,68 A B
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	37,55	5	2,68 A B C
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	40,02	5	2,68 B C
ADULTO	fibra cruda 7.5%	47,65	5	2,68 C D
ADULTO	fibra cruda 15%	57,90	5	2,68 D

## Anexo 6

### Análisis de varianza del consumo de FDN (g)

CONSUMO FDN (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CONSUMO FDN (g)	30	0,93	0,91	16,37

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	970,45	5	194,09	60,65	<0,0001
EDAD DE CUYES	263,18	2	131,59	41,12	<0,0001
NIVEL DE FIBRA	636,01	1	636,01	198,74	<0,0001
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	71,27	2	35,63	11,14	0,0004
Error	76,80	24	3,20		
Total	1047,26	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,99787

Error: 3,2001 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	7,52	10	0,57	A
CRECIMIENTO	10,53	10	0,57	B
ADULTO	14,74	10	0,57	C

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,34816

Error: 3,2001 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
fibra cruda 7.5%	6,32	15	0,46	A
fibra cruda 15%	15,53	15	0,46	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,49819

Error: 3,2001 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	4,58	5	0,80	A
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	6,31	5	0,80	A B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	8,09	5	0,80	B C
DESTETADO	fibra cruda 15%	10,46	5	0,80	C
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	14,75	5	0,80	D
ADULTO	fibra cruda 15%	21,40	5	0,80	E

## Anexo 7

### Análisis de varianza del consumo de PC (g)

CONSUMO PC (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CONSUMO PC (g)	30	0,73	0,68	14,23

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	82,93	5	16,59	13,24	<0,0001
EDAD DE CUYES	69,09	2	34,55	27,58	<0,0001
NIVEL DE FIBRA	12,65	1	12,65	10,10	0,0041
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	1,19	2	0,59	0,47	0,6278
Error	30,06	24	1,25		
Total	112,99	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,24990

Error: 1,2525 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	5,87	10	0,35	A
CRECIMIENTO	8,18	10	0,35	B
ADULTO	9,54	10	0,35	C

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,84343

Error: 1,2525 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
fibra cruda 7.5%	7,21	15	0,29	A
fibra cruda 15%	8,51	15	0,29	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,18852

Error: 1,2525 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.		
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	5,46	5	0,50	A	
DESTETADO	fibra cruda 15%	6,27	5	0,50	A	
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	7,53	5	0,50	A	B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	8,65	5	0,50		B C
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	8,84	5	0,50		B C
ADULTO	fibra cruda 15%	10,43	5	0,50		C

## Anexo 8

### Análisis de varianza de la producción de heces MS (g)

PRODUCCION DE HECES MS (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PRODUCCION DE HECES MS (g) ..	30	0,78	0,73	19,52

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	279,98	5	56,00	16,82	<0,0001
EDAD DE CUYES	64,96	2	32,48	9,75	0,0008
NIVEL DE FIBRA	202,27	1	202,27	60,75	<0,0001
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	12,76	2	6,38	1,92	0,1690
Error	79,91	24	3,33		
Total	359,89	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,03789

Error: 3,3296 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	7,27	10	0,58	A
ADULTO	10,37	10	0,58	B
CRECIMIENTO	10,41	10	0,58	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,37517

Error: 3,3296 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
fibra cruda 7.5%	6,75	15	0,47	A
fibra cruda 15%	11,95	15	0,47	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,56827

Error: 3,3296 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.		
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	5,21	5	0,82	A	
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	6,90	5	0,82	A	B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	8,16	5	0,82	A	B
DESTETADO	fibra cruda 15%	9,33	5	0,82		B C
ADULTO	fibra cruda 15%	12,59	5	0,82		C D
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	13,92	5	0,82		D

## Anexo 9

### Análisis de varianza de producción de heces MO (g)

PRODUCCION HECES MO (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PRODUCCION HECES MO (g)	30	0,78	0,74	19,31

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	222,19	5	44,44	17,41	<0,0001
EDAD DE CUYES	51,25	2	25,62	10,04	0,0007
NIVEL DE FIBRA	160,02	1	160,02	62,69	<0,0001
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	10,91	2	5,46	2,14	0,1398
Error	61,27	24	2,55		
Total	283,45	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,78437

Error: 2,5527 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
DESTETADO	6,43	10	0,51 A
ADULTO	9,17	10	0,51 B
CRECIMIENTO	9,23	10	0,51 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,20409

Error: 2,5527 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 7.5%	5,97	15	0,41 A
fibra cruda 15%	10,59	15	0,41 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,12436

Error: 2,5527 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	4,60	5	0,71 A
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	6,07	5	0,71 A B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	7,23	5	0,71 A B
DESTETADO	fibra cruda 15%	8,26	5	0,71 B C
ADULTO	fibra cruda 15%	11,11	5	0,71 C D
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	12,39	5	0,71 D

## Anexo 10

### Análisis de varianza de producción de heces FDN (g)

PRODUCCION DE HECES FDN (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PRODUCCION DE HECES FDN (g..)	30	0,81	0,76	23,22

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	205,74	5	41,15	19,85	<0,0001
EDAD DE CUYES	34,00	2	17,00	8,20	0,0019
NIVEL DE FIBRA	162,31	1	162,31	78,31	<0,0001
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	9,43	2	4,72	2,28	0,1245
Error	49,74	24	2,07		
Total	255,48	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,60786

Error: 2,0727 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
DESTETADO	4,74	10	0,46 A
CRECIMIENTO	6,61	10	0,46 B
ADULTO	7,25	10	0,46 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,08498

Error: 2,0727 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 7.5%	3,87	15	0,37 A
fibra cruda 15%	8,53	15	0,37 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,81531

Error: 2,0727 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	2,56	5	0,64 A
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	3,54	5	0,64 A B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	5,52	5	0,64 B C
DESTETADO	fibra cruda 15%	6,92	5	0,64 C D
ADULTO	fibra cruda 15%	8,97	5	0,64 D
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	9,69	5	0,64 D

## Anexo 11

### Análisis de varianza de producción de heces PC (g)

PRODUCCIÓN HECES PC (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PRODUCCIÓN HECES PC (g)	30	0,37	0,24	30,53

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,97	5	0,59	2,80	0,0393
EDAD DE CUYES	2,56	2	1,28	6,04	0,0075
NIVEL DE FIBRA	0,32	1	0,32	1,50	0,2330
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	0,09	2	0,05	0,22	0,8013
Error	5,09	24	0,21		
Total	8,07	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51446

Error: 0,2122 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	1,10	10	0,15	A
ADULTO	1,66	10	0,15	B
CRECIMIENTO	1,77	10	0,15	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34716

Error: 0,2122 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 15%	1,41	15	0,12
fibra cruda 7.5%	1,61	15	0,12

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90080

Error: 0,2122 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
DESTETADO	fibra cruda 15%	1,08	5	0,21
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	1,12	5	0,21
ADULTO	fibra cruda 15%	1,51	5	0,21
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	1,63	5	0,21
ADULTO	fibra cruda 7.5%	1,81	5	0,21
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	1,90	5	0,21

## Anexo 12

### Análisis de varianza de fracción digerida MS (g)

FRACCION DIGERIDA MS (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FRACCION DIGERIDA MS (g)	30	0,75	0,70	19,52

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3144,42	5	628,88	14,72	<0,0001
EDAD DE CUYES	2969,17	2	1484,58	34,74	<0,0001
NIVEL DE FIBRA	0,48	1	0,48	0,01	0,9166
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	174,78	2	87,39	2,04	0,1513
Error	1025,59	24	42,73		
Total	4170,01	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,30070

Error: 42,7329 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
DESTETADO	22,59	10	2,07
CRECIMIENTO	31,22	10	2,07
ADULTO	46,64	10	2,07

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,92650

Error: 42,7329 gl: 24

NIVEL DE FIBRA		Medias	n	E.E.
fibra cruda	7.5%	33,35	15	1,69 A
fibra cruda	15%	33,61	15	1,69 A

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,78324

Error: 42,7329 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
DESTETADO	fibra cruda 15%	21,34	5	2,92 A
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	23,84	5	2,92 A
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	29,33	5	2,92 A
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	33,11	5	2,92 A B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	43,12	5	2,92 B C
ADULTO	fibra cruda 15%	50,16	5	2,92 C

## Anexo 13

### Análisis de varianza de fracción digerida MO (g)

FRACCION DIGERIDA MO (g)

Variable				
N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
FRACCION DIGERIDA MO (g)	30	0,76	0,70	19,09

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2678,93	5	535,79	14,80	<0,0001
EDAD DE CUYES	2524,36	2	1262,18	34,88	<0,0001
NIVEL DE FIBRA	7,4E-04	1	7,4E-04	2,1E-05	0,9964
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	154,57	2	77,29	2,14	0,1401
Error	868,59	24	36,19		
Total	3547,51	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,71869

Error: 36,1911 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
DESTETADO	21,40	10	1,90 A
CRECIMIENTO	29,56	10	1,90 B
ADULTO	43,61	10	1,90 C

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,53376

Error: 36,1911 gl: 24

NIVEL DE FIBRA		Medias	n	E.E.
fibra cruda	15%	31,51	15	1,55 A
fibra cruda	7.5%	31,52	15	1,55 A

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,76416

Error: 36,1911 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.		
DESTETADO	fibra cruda 15%	20,12	5	2,69	A	
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	22,67	5	2,69	A	
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	27,63	5	2,69	A	
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	31,48	5	2,69	A	B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	40,42	5	2,69		B C
ADULTO	fibra cruda 15%	46,79	5	2,69		C

## Anexo 14

### Análisis de varianza de fracción digerida FDN (g)

FRACION DIGERIDA FDN (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FRACION DIGERIDA FDN (g)	30	0,76	0,71	45,82

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	370,06	5	74,01	15,02	<0,0001
EDAD DE CUYES	140,88	2	70,44	14,29	0,0001
NIVEL DE FIBRA	140,46	1	140,46	28,50	<0,0001
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	88,72	2	44,36	9,00	0,0012
Error	118,27	24	4,93		
Total	488,32	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,47920

Error: 4,9278 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	2,78	10	0,70	A
CRECIMIENTO	3,92	10	0,70	A
ADULTO	7,84	10	0,70	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,67296

Error: 4,9278 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
fibra cruda 7.5%	2,68	15	0,57	A
fibra cruda 15%	7,01	15	0,57	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,34098

Error: 4,9278 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	2,02	5	0,99	A
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	2,77	5	0,99	A
ADULTO	fibra cruda 7.5%	3,25	5	0,99	A
DESTETADO	fibra cruda 15%	3,54	5	0,99	A
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	5,06	5	0,99	A
ADULTO	fibra cruda 15%	12,42	5	0,99	B

## Anexo 15

### Análisis de varianza de fracción digerida PC (g)

FRACCIÓN DIGERIDA PC (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FRACCIÓN DIGERIDA PC (g)	30	0,70	0,63	16,91

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	65,32	5	13,06	11,08	<0,0001
EDAD DE CUYES	49,21	2	24,60	20,87	<0,0001
NIVEL DE FIBRA	14,11	1	14,11	11,96	0,0020
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	2,01	2	1,00	0,85	0,4392
Error	28,30	24	1,18		
Total	93,62	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,21272

Error: 1,1791 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	4,77	10	0,34	A
CRECIMIENTO	6,61	10	0,34	B
ADULTO	7,88	10	0,34	C

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,81835

Error: 1,1791 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
fibra cruda 7.5%	5,74	15	0,28	A
fibra cruda 15%	7,11	15	0,28	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,12343

Error: 1,1791 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.		
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	4,34	5	0,49	A	
DESTETADO	fibra cruda 15%	5,19	5	0,49	A	B
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	6,02	5	0,49	A	B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	6,85	5	0,49	B	C
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	7,21	5	0,49	B	C
ADULTO	fibra cruda 15%	8,92	5	0,49	C	

## Anexo 16

### Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad MS (%)

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MS (%)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
COEFICIENTE DE DIGESTIBILI..	30	0,77	0,72	5,17

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1297,67	5	259,53	16,28	<0,0001
EDAD DE CUYES	232,31	2	116,16	7,29	0,0034
NIVEL DE FIBRA	970,13	1	970,13	60,85	<0,0001
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	95,22	2	47,61	2,99	0,0695
Error	382,60	24	15,94		
Total	1680,27	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,45916

Error: 15,9419 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
CRECIMIENTO	75,16	10	1,26 A
DESTETADO	75,27	10	1,26 A
ADULTO	81,12	10	1,26 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,00903

Error: 15,9419 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 15%	71,49	15	1,03 A
fibra cruda 7.5%	82,87	15	1,03 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,80781

Error: 15,9419 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	67,72	5	1,79 A
DESTETADO	fibra cruda 15%	68,89	5	1,79 A
ADULTO	fibra cruda 15%	77,87	5	1,79 B
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	81,65	5	1,79 B
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	82,60	5	1,79 B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	84,36	5	1,79 B

## Anexo 17

### Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad MO (%)

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD MO (%)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
COEFICIENTE DE DIGESTIBILI..	30	0,80	0,75	4,57

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1203,09	5	240,62	18,85	<0,0001
EDAD DE CUYES	188,41	2	94,21	7,38	0,0032
NIVEL DE FIBRA	905,12	1	905,12	70,91	<0,0001
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	109,56	2	54,78	4,29	0,0255
Error	306,34	24	12,76		
Total	1509,43	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,99004

Error: 12,7640 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.	
CRECIMIENTO	76,31	10	1,13	A
DESTETADO	76,49	10	1,13	A
ADULTO	81,72	10	1,13	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,69247

Error: 12,7640 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
fibra cruda 15%	72,68	15	0,92	A
fibra cruda 7.5%	83,67	15	0,92	B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,98640

Error: 12,7640 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.	
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	68,94	5	1,60	A
DESTETADO	fibra cruda 15%	70,25	5	1,60	A
ADULTO	fibra cruda 15%	78,85	5	1,60	B
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	82,74	5	1,60	B
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	83,68	5	1,60	B
ADULTO	fibra cruda 7.5%	84,58	5	1,60	B

## Anexo 18

### Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad FDN (%)

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD FDN (%)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
COEFICIENTE DE DIGESTIBILI..	30	0,38	0,25	24,37

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1481,08	5	296,22	2,98	0,0314
EDAD DE CUYES	465,35	2	232,67	2,34	0,1181
NIVEL DE FIBRA	21,50	1	21,50	0,22	0,6462
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	994,23	2	497,12	4,99	0,0154
Error	2388,56	24	99,52		
Total	3869,65	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,14156

Error: 99,5234 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.	
DESTETADO	37,57	10	3,15	A
CRECIMIENTO	38,76	10	3,15	A
ADULTO	46,46	10	3,15	A

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,51831

Error: 99,5234 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 15%	40,08	15	2,58 A
fibra cruda 7.5%	41,78	15	2,58 A

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,50844

Error: 99,5234 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
DESTETADO	fibra cruda 15%	32,36	5	4,46 A
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	34,14	5	4,46 A
ADULTO	fibra cruda 7.5%	39,17	5	4,46 A B
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	42,78	5	4,46 A B
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	43,37	5	4,46 A B
ADULTO	fibra cruda 15%	53,74	5	4,46 B

## Anexo 19

### Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad PC (%)

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD PC (%)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
COEFICIENTE DE DIGESTIBILI..	30	0,29	0,14	4,17

Cuadro de (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	111,54	5	22,31	1,96	0,1218
EDAD DE CUYES	3,70	2	1,85	0,16	0,8510
NIVEL DE FIBRA	91,36	1	91,36	8,02	0,0092
EDAD DE CUYES*NIVEL DE FIB..	16,47	2	8,24	0,72	0,4957
Error	273,50	24	11,40		
Total	385,03	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,77012

Error: 11,3957 gl: 24

EDAD DE CUYES	Medias	n	E.E.
CRECIMIENTO	80,63	10	1,07 A
DESTETADO	80,68	10	1,07 A
ADULTO	81,40	10	1,07 A

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,54407

Error: 11,3957 gl: 24

NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
fibra cruda 7.5%	79,16	15	0,87 A
fibra cruda 15%	82,65	15	0,87 B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,60133

Error: 11,3957 gl: 24

EDAD DE CUYES	NIVEL DE FIBRA	Medias	n	E.E.
ADULTO	fibra cruda 7.5%	78,75	5	1,51 A
DESTETADO	fibra cruda 7.5%	78,94	5	1,51 A
CRECIMIENTO	fibra cruda 7.5%	79,80	5	1,51 A
CRECIMIENTO	fibra cruda 15%	81,47	5	1,51 A
DESTETADO	fibra cruda 15%	82,43	5	1,51 A
ADULTO	fibra cruda 15%	84,05	5	1,51 A

## Anexo 20

Instalaciones del galpón



## Anexo 21

Comederos y bebederos utilizados



## Anexo 22

Colección de heces



## Anexo 23

Suministro de alimento



## Anexo 24

Secado de muestras



## Anexo 25

Molido de muestras



## Anexo 26

Determinación de materia seca



## Anexo 27

### Preparación de pellets



## Anexo 28

### Determinación de materia orgánica

