

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AGROPECUARIA



TESIS

**INFLUENCIA DE NIVELES DE FIBRA DIETARIA SOBRE
LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LA CURVA DE
CRECIMIENTO EN CUYES MACHOS**

PRESENTADA POR:

Br. REGINA CECIBEL PEZUA SANCHEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROPECUARIO

ASESORES:

Ph.D. JUAN ELMER MOSCOSO MUÑOZ

Ing. LIZ BEATRIZ CHINO VELASQUEZ

**ANDAHUAYLAS – PERÚ
2026**



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor Dr. JUAN ELMER MOSCOSO MUÑOZ**
..... **LIZ BEATRIZ CHINO VELASQUEZ**..... quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: **INFLUENCIA DE NIVELES DE FIBRA DIETARIA**.....
SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LA CURVA DE CRECIMIENTO EN
CUYES MACHOS.....

Presentado por: **REGINA CECIBEL PEZUA SANCHEZ**..... DNI N° **77669530**.....;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de **INGENIERO AGROPECUARIO**.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por **02**..... veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6º del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en 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 sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación 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** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, **20** de **ENERO** de **2026**.....

Firma

Liz Beatriz Chino Velasquez
DNI 71732710

Post firma **DR. JUAN ELMER MOSCOSO MUÑOZ**

Nro. de DNI **23940692**

ORCID del Asesor **0000-0001-5884-9718**

ORCID 2do Asesor **0000-0002-6322-7371**

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid: 27.259:547638924**

REGINA PEZUA

Tesis Regina Cecibel Pezua Sanchez.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:547638924

124 páginas

Fecha de entrega

20 ene 2026, 11:12 a.m. GMT-5

26.595 palabras

Fecha de descarga

20 ene 2026, 12:15 p.m. GMT-5

140.193 caracteres

Nombre del archivo

Tesis Regina Cecibel Pezua Sanchez.docx

Tamaño del archivo

7.3 MB

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

5%	 Fuentes de Internet
1%	 Publicaciones
4%	 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios por colmar de bendiciones a mi familia; a mi madre, por su amor incondicional, su paciencia sin límites y por haberme proporcionado las herramientas necesarias para perseguir mis sueños. A mi hijo por ser mi fortaleza e inspiración para seguir día a día. Extiendo mi gratitud a mis docentes y mentores, quienes compartieron generosamente sus conocimientos, me inspiraron y me guiaron con compromiso a lo largo de este recorrido académico. A mis amigos, por ser un pilar en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada logro alcanzado. Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible la realización de este proyecto. Este logro no me pertenece únicamente, sino también a quienes confiaron en mí y caminaron a mi lado en esta travesía.

Regina Cecibel

AGRADECIMIENTO

En primer término, deseo manifestar mi profundo agradecimiento a mi madre, quien ha sido una constante fuente de inspiración y fortaleza. Su respaldo incondicional en cada etapa de mi vida, junto con el esfuerzo y sacrificio que ha demostrado, han sido el impulso fundamental que me permitió alcanzar este logro.

A mi hermana por ser mi principal fanática y siempre animarme a continuar con mis objetivos, gracias mi niña.

A mis profesores y tutores, por haber compartido generosamente sus conocimientos, por acompañarme con paciencia y entrega, y por motivarme a enfrentar cada desafío con determinación. En particular, extiendo mi gratitud a mis asesores de tesis, cuya orientación ha sido esencial y cuya confianza en mis capacidades fue decisiva para concretar este proyecto.

Al Laboratorio de Nutrición, Ciencia y Tecnología de Alimentos, por su valioso respaldo como co-patrocinador en el desarrollo de esta investigación.

Regina Cecibel

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xii
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN.....	2
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	4
1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación.....	4
1.2. Formulación del problema	6
1.2.1. Problema general	6
1.2.2. Problemas específicos	6
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	7
2.1. Objetivos	7
2.1.1. Objetivo general.....	7
2.1.2. Objetivos específicos	7
2.2. Justificación	7
III. HIPÓTESIS.....	9
3.1. Hipótesis general.....	9
3.2. Hipótesis específicas.....	9

IV. MARCO TEÓRICO.....	10
4.1. Antecedentes del estudio.....	10
4.1.1. Internacionales	10
4.1.2. Nacionales.....	14
4.1.3. Locales	20
4.2. Bases teóricas.....	22
4.2.1. Fisiología digestiva de cuyes	22
4.2.2. Alimentación y nutrición del cuy.....	25
4.2.3. Requerimientos nutricionales.....	25
4.2.4. Fibra en la dieta de cuyes	30
4.2.5. Implicancias de la fibra en la alimentación de cuyes.....	31
4.2.6. Fibra dietaria	32
4.2.7. Fracción dietaria.....	33
4.2.8. Fibra detergente neutra	35
4.2.9. Fibra detergente ácida	35
4.2.10. Parámetros productivos de los cuyes	36
4.2.11. Curva de crecimiento en cuyes	38
4.2.12. Modelamiento matemático de la curva de crecimiento	41
V. MATERIALES Y MÉTODOS	45
5.1. Lugar de ejecución del estudio	45
5.1.1. Coordenadas UTM.....	45
5.1.2. Ubicación Política.....	45
5.1.3. Ubicación Geográfica	45
5.1.4. Datos climáticos.....	46
5.2. Materiales.....	47

5.2.1. Material Biológico	47
5.2.2. Materiales y equipos de campo.....	47
5.2.3. Material de laboratorio.....	48
5.2.4. Material de escritorio	48
5.2.5. Equipos de laboratorio	48
5.3. Instalaciones.....	49
5.4. Métodos de estudio	49
5.4.1. Tipo de estudio.....	49
5.4.2. Selección de animales	49
5.5. Manejo de animales	49
5.5.1. Limpieza y desinfección	49
5.5.2. Adaptación de animales	50
5.5.3. Suministro de vitamina C.....	50
5.5.4. Tratamientos	50
5.5.5. Preparación de dietas experimentales	52
5.5.6. Análisis químico de las dietas.....	53
5.5.7. Beneficio de los animales	53
5.6. Variables en estudio.....	54
5.7. Variables evaluadas en las características productivas.....	54
5.7.1. Peso Vivo	54
5.7.2. Ganancia de peso	55
5.7.3. Consumo de alimento	55
5.7.4. Conversión alimenticia	55
5.7.5. Rendimiento de carcasa	55
5.7.6. Curva de crecimiento	56

5.8. Análisis estadístico.....	57
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58
6.1. Parámetros productivos.....	58
6.1.1. Peso vivo en cuyes machos.....	58
6.1.2. Ganancia de peso en cuyes machos	60
6.1.3. Consumo de alimento en cuyes machos	63
6.1.4. Conversión alimenticia en cuyes machos	65
6.1.5. Rendimiento de carcasa	67
6.2. Variación de la curva de crecimiento.....	69
VII. CONCLUSIONES	73
VIII. RECOMENDACIONES.....	74
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
X. ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requerimiento Nutricional del Cuy	26
Tabla 2 Cantidad de fibra en algunos alimentos comunes (g/kg MS)	35
Tabla 3 Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz parametrizado	43
Tabla 4 Datos climáticos del lugar de estudio	46
Tabla 5 Dietas Experimentales para el Estudio de Fibra en cuyes- Crecimiento	52
Tabla 6 Análisis de composición química de las dietas experimentales mediante NIR	53
Tabla 7 Peso vivo promedio de cuyes machos (g) alimentados con diferentes niveles de fibra durante las etapas de crecimiento y acabado	60
Tabla 8 Ganancia de peso promedio (g) de cuyes machos alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de fibra durante las etapas de crecimiento y acabado ..	63
Tabla 9 Consumo promedio de alimento (g) en cuyes machos alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de fibra durante las etapas de crecimiento y acabado ..	65
Tabla 10 Conversión alimenticia promedio (g) en cuyes machos alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de fibra durante las etapas de crecimiento y acabado ..	67
Tabla 11 Rendimiento de carcasa (%) y parámetros digestivos (g) en cuyes machos alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de fibra.	69
Tabla 12 Parámetros de la curva de regresión Gompertz del crecimiento corporal en cuyes machos alimentados con diferentes niveles de fibra.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva y tasa de crecimiento del peso vivo de cuyes machos	40
Figura 2 Ubicación del experimento.....	47
Figura 3 Distribución de las unidades experimentales	51
Figura 4 Curva de crecimiento del peso vivo (g) en función de la edad (días) de cuyes machos	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Análisis de varianza del peso vivo a los 15 días	89
Anexo 2 Análisis de varianza del peso vivo a los 45 días	89
Anexo 3 Análisis de varianza del peso vivo a los 60 días	90
Anexo 4 Análisis de varianza del peso vivo a los 105 días	90
Anexo 5 Análisis de varianza de la ganancia de peso de 15 a 45 días	91
Anexo 6 Análisis de varianza de la ganancia de peso de 45 a 60 días	92
Anexo 7 Análisis de varianza de la ganancia de peso de 60 a 105 días	92
Anexo 8 Análisis de varianza de la ganancia de peso acumulado de 15 a 105 días	93
Anexo 9 Análisis de varianza del consumo de alimento de 15 a 45 días	93
Anexo 10 Análisis de varianza del consumo de alimento de 45 a 60 días	94
Anexo 11 Análisis de varianza del consumo de alimento de 60 a 105 días	95
Anexo 12 Análisis de varianza del consumo de alimento acumulado de 15 a 105 días.....	95
Anexo 13 Análisis de varianza de la conversión alimenticia de 15 a 45 días	96
Anexo 14 Análisis de varianza de la conversión alimenticia de 45 a 60 días	97
Anexo 15 Análisis de varianza de la conversión alimenticia de 60 a 105 días	97
Anexo 16 Análisis de varianza de la conversión alimenticia acumulado de 15 a 105 días....	98
Anexo 17 Análisis de varianza de peso vivo	98
Anexo 18 Análisis de varianza de peso de carcasa (g)	99
Anexo 19 Análisis de varianza de rendimeinto de carcasa (%).....	100
Anexo 20 Análisis de varianza del peso de vísceras (g).....	100
Anexo 21 Análisis de varianza del tamaño del ciego (cm).....	101
Anexo 22 Análisis de varianza del volumen del ciego (ml)	101
Anexo 23 Análisis de varianza del peso del ciego (g).....	102
Anexo 24 Análisis de regresión de la curva de crecimiento	103

Anexo 25 Registro fotográfico.....	105
------------------------------------	-----

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Adquisición del material biológico de la Dirección Regional de Agricultura y Riego Cusco del centro de producción de (Huayllapampa) San Jerónimo	105
Fotografía 2. Instalaciones del galpón	105
Fotografía 3. Distribución de material biológico por tratamiento	106
Fotografía 4. Suministro de alimento.....	106
Fotografía 5. Pesaje de dietas experimentales	107
Fotografía 6. Traslado de cuyes para el pesaje	107
Fotografía 7. Pesaje de los cuyes	108
Fotografía 8. Registro del peso de los cuyes.....	108
Fotografía 9. Limpieza de comederos.....	109
Fotografía 10. Sacrificio de cuyes	109
Fotografía 11. Análisis de dietas experimentales	110

GLOSARIO DE TÉRMINOS

FC	: Fibra cruda
FDN	: Fibra detergente neutra
FDA	: Fibra detergente ácida
A	: Almidón
PV	: Peso vivo
ED	: Energía digestible
FDT	: Fibra dietética total
NIR	: Espectrometría de infrarrojo cercano

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la variación en los niveles de fibra dietaria sobre los parámetros productivos y la curva de crecimiento en cuyes machos; la investigación se desarrolló en la Sala de Bioenergética en Cuyes, unidad adscrita al Laboratorio de Nutrición, Ciencia y Tecnología de Alimentos de la UNSAAC, durante un periodo de 4 meses (setiembre – diciembre), empleándose 60 cuyes machos con un peso inicial de 420.7 ± 19.6 g, a los cuales se les suministraron 5 dietas experimentales con distintos niveles de fibra, evaluadas en tres etapas productivas (crecimiento, acabado 1 y acabado 2), registrándose el peso corporal cada 15 días; evidenciándose que los niveles de fibra influyeron significativamente en la ganancia de peso durante la etapa de acabado 2, siendo superior el tratamiento con 5 % de fibra, seguido por los tratamientos con 12.5 % y 15 % de fibra, mientras que el peso vivo, el consumo de alimento, la conversión alimenticia, el rendimiento de carcasa y los parámetros digestivos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos; el análisis de la curva de crecimiento mostró que el tratamiento con 12.5 % de fibra presentó el mayor peso a la madurez, y presentar el punto donde el crecimiento es máximo a los 37.8 días y el mayor peso en el punto de inflexión, lo que indica que el uso de niveles moderados de fibra favorece un crecimiento más prolongado y eficiente, mejorando la respuesta productiva de los cuyes sin comprometer otros parámetros.

Palabras clave: Fibra dietaria, Edad fisiológica del cuy, Curva de crecimiento, Parámetros productivos.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the effect of varying dietary fiber levels on productive parameters and the growth curve of male guinea pigs. The research was conducted in the Bioenergetics in Guinea Pigs Unit (SIBEc), part of the Laboratory of Nutrition, Food Science, and Technology at the National University of San Antonio Abad of Cusco, over a four-month period from September to December. Sixty male guinea pigs with an initial average weight of 420.7 ± 19.6 g were used, and five experimental diets with different fiber levels (5%, 7.5%, 10%, 12.5%, and 15%) were provided. These diets were evaluated across three productive stages (growth, finishing 1, and finishing 2), with body weight recorded every 15 days. The results showed that fiber levels significantly affected weight gain during the finishing 2 stage ($p < 0.05$), with the 5% fiber treatment achieving the highest gain (383.17 ± 1.8 g), followed by the 12.5% and 15% treatments (366.67 g and 319.08 g, respectively). In contrast, live weight, feed intake, feed conversion, carcass yield, and digestive parameters did not show statistically significant differences among treatments ($p > 0.05$). Additionally, the growth curve analysis indicated that the 12.5% fiber treatment reached the highest mature weight (1722.96 g), and present the point where growth is at its maximum at 37.8 days, and the highest inflection-point weight (633.8 g). This suggests that moderate fiber levels promote a longer and more efficient growth period, improving productive performance without compromising other evaluated parameters.

Keywords: Dietary fiber, Physiological age of the guinea pig, Growth curve, Productive parameters.

INTRODUCCIÓN

Los cuyes son herbívoros no rumiantes cuyo proceso digestivo combina una digestión enzimática inicial a nivel gástrico e intestinal con una fermentación bacteriana posterior en el ciego, órgano clave para el aprovechamiento de la fibra. En este sentido, la actividad microbiana cecal desempeña un papel fundamental en la digestión y utilización de los nutrientes. De acuerdo con la anatomía y fisiología del tracto gastrointestinal, los cuyes, al igual que los conejos, ratas y capibaras, se clasifican como animales de fermentación postgástrica o cecal, caracterizados por un ciego altamente desarrollado que permite la fermentación de los componentes estructurales de la dieta (Chauca, 1994).

Dado que la fibra cumple una función esencial en la alimentación de los cuyes, una fracción de esta puede contribuir a cubrir parte de los requerimientos energéticos, proceso que se completa mediante la acción de la flora microbiana del ciego y del colon. Durante la fermentación de la celulosa y la hemicelulosa, se producen ácidos grasos volátiles, los cuales son absorbidos a través de la mucosa del intestino grueso y utilizados como fuente de energía por el animal (Gómez y Vergara, 1993). En concordancia con esta fisiología digestiva, Vergara (2008) recomienda mantener un contenido de fibra cercano al 12 % en la dieta durante la etapa reproductiva, señalando además que el requerimiento óptimo de fibra depende del tipo de fibra, la edad del animal, el tamaño de partícula y el contenido nutricional global de la dieta.

Por el contrario, niveles bajos de fibra suelen estar asociados a una mayor inclusión de cereales y, en consecuencia, a altos contenidos de almidón empleados para incrementar el valor energético de la ración. Esta condición puede generar hipomotilidad intestinal, disminución del consumo de alimento y un mayor riesgo de trastornos gastrointestinales, debido tanto a la insuficiencia de fibra estructural como a la llegada de almidón no digerido al ciego, el cual acidifica

el medio y favorece el desarrollo de microorganismos patógenos, incrementando la mortalidad (Palacios, 2007).

A pesar de existir estudios que analizan el nivel de fibra dietaria en la alimentación del cuy, persisten vacíos de información respecto a su efecto integrado sobre los parámetros productivos y la curva de crecimiento, especialmente en cuyes machos mejorados; en este sentido, el problema radica en la falta de criterios técnicos claros que permitan definir niveles óptimos de fibra que maximicen el desempeño productivo y orienten decisiones de manejo en las etapas de crecimiento y acabado.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación

La crianza de cuyes es una actividad que viene siendo impulsada progresivamente, generando recursos económicos bajo condiciones de manejo que se adaptan a los sistemas de producción de los pobladores altoandinos; este impulso ha llevado a cambios en las prácticas tradicionales, incorporando el uso de pozas, jaulas y galpones; sin embargo, el manejo nutricional, particularmente el nivel de fibra en la dieta, no ha recibido la atención técnica suficiente, a pesar de su importancia fisiológica y productiva.

Diversos estudios señalan que los productores no regulan adecuadamente el contenido de fibra en la dieta, lo que puede generar desequilibrios tanto por déficit como por exceso, afectando el consumo, la digestibilidad, la ganancia de peso y la eficiencia productiva. En este contexto, se plantea la necesidad de evaluar el efecto de distintos niveles de fibra dietaria sobre el desarrollo de cuyes en las etapas de crecimiento y acabado, considerando un rango fisiológicamente adecuado.

El nivel mínimo de 5 % de fibra se establece porque, por debajo de ese umbral, el sistema digestivo del cuy, un herbívoro fermentador en el ciego, empieza a funcionar de manera inadecuada como la presencia de trastornos digestivos. Chauca (1997) señala que las dietas muy pobres en fibra disminuyen la motilidad intestinal, favorecen la acumulación anormal de contenido en el ciego y alteran la fermentación microbiana. Todo esto aumenta el riesgo de trastornos digestivos, por lo que reduce el consumo real de alimento. Por esa razón, valores cercanos o inferiores al 5 % se consideran fisiológicamente riesgosos, sobre todo en las primeras etapas de crecimiento.

Por otro lado, el nivel máximo de 15 % de fibra fue establecido considerando que valores superiores generan una reducción de la densidad energética real de la dieta, incremento del llenado gastrointestinal y menor eficiencia en la utilización de la energía, lo cual se traduce en disminución de la ganancia de peso y peor desempeño productivo. Estudios en cuyes indican que un exceso de fibra estructural, particularmente de baja digestibilidad, limita la deposición de tejido corporal durante las etapas de crecimiento y acabado (Gidenne et al., 2010). Por otro lado, Chauca (1997) advierte que niveles elevados de fibra en la dieta de cuyes pueden elevar el pH cecal y reducir la eficiencia de la fermentación bacteriana, afectando negativamente la conversión alimenticia.

Desde el punto de vista fisiológico, la fibra cumple un rol esencial al regular el tránsito digestivo, mantener la salud cecal y favorecer la fermentación microbiana, permitiendo la producción de ácidos grasos volátiles que contribuyen al aporte energético del animal. No obstante, este efecto es dependiente del nivel de inclusión: un déficit de fibra limita la función fermentativa, mientras que un exceso reduce la digestibilidad y la disponibilidad energética, especialmente crítica en la etapa de acabado, donde la demanda energética para la deposición muscular es elevada (NRC, 2012).

En consecuencia, el rango de 5 a 15 % de fibra fue definido como un intervalo fisiológicamente adecuado y productivamente pertinente, que permite evaluar tanto los efectos de dietas con bajo contenido estructural, cercanas al umbral mínimo funcional, como de dietas con mayor proporción de fibra, próximas al límite superior tolerable, sin comprometer el funcionamiento digestivo del cuy. Este rango ha sido ampliamente utilizado en investigaciones previas y resulta adecuado para analizar su impacto sobre el consumo, la ganancia de peso y la conversión alimenticia en cuyes en crecimiento y acabado.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de diferentes niveles de fibra dietaria sobre los parámetros productivos y la curva de crecimiento en cuyes machos?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo será el efecto de cinco niveles de inclusión de fibra dietaria (5 %, 7.5 %, 10 %, 12.5 %, 15 %) en los parámetros productivos de los cuyes machos?
- ¿Cómo influirá la variación de los niveles de fibra dietaria sobre la curva de crecimiento de los cuyes machos?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo general*

Determinar el efecto de la variación en los niveles de fibra dietaria (5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15 %) sobre los parámetros productivos y la curva de crecimiento en cuyes machos.

2.1.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar los parámetros productivos de cuyes machos, en función de los niveles de fibra dietaria planteados.
- Evaluar la variación de la curva de crecimiento de cuyes machos por efecto de los niveles de fibra dietaria planteados.

2.2. Justificación

El cuy (*Cavia porcellus*) representa un recurso relevante a nivel socioeconómico en la región del Cusco, al contribuir de manera decisiva tanto a la seguridad alimentaria como a la generación de ingresos, especialmente en zonas rurales. Para optimizar su desempeño productivo en términos de crecimiento, engorde y reproducción, resulta indispensable asegurar una provisión adecuada de nutrientes esenciales como proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas. Sin embargo, existe un componente igualmente relevante, aunque menos abordado en la literatura: la fibra dietaria, cuyo rol es fundamental para garantizar una digestión eficiente y una correcta absorción de dichos nutrientes.

La fibra contribuye significativamente al tránsito intestinal y ejerce una influencia directa sobre el consumo de alimento, la eficiencia en la conversión alimenticia y el incremento de peso, factores clave para optimizar la productividad en los sistemas de crianza de cuyes; dado que sus

requerimientos nutricionales varían en función de la edad y el estado fisiológico, resulta fundamental ajustar los niveles de fibra dietaria para favorecer su desarrollo integral (Paredes y Goicochea, 2021).

En consecuencia, los conocimientos obtenidos a partir de esta investigación pueden ser aplicados en programas de desarrollo rural y en futuras líneas de estudio orientadas a mejorar las prácticas de crianza de esta especie; estos aportes no solo favorecen a los pequeños productores, sino que también promueven la adopción de prácticas sostenibles y fortalecen la dinámica económica en contextos rurales.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Los niveles de fibra dietaria influyen significativamente sobre los parámetros productivos y la curva de crecimiento en cuyes machos.

3.2. Hipótesis específicas

- Los parámetros productivos de cuyes machos varían significativamente de acuerdo al nivel de fibra en la dieta.
- La curva de crecimiento en cuyes machos se ve influenciada por el nivel de fibra en la dieta.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes del estudio

4.1.1. Internacionales

Angamarca (2019) en Loja (Ecuador), investigó el impacto de altos niveles de fibra cruda en los parámetros productivos y digestivos de cuyes machos tipo 1A, empleando paja como fuente principal de fibra dietaria, para lo cual diseñó dos dietas isoenergéticas e isoproteicas, cada una con 16 % de proteína y 2800 Kcal/Kg de energía digestible, que diferían en su contenido de fibra: una contenía 11 % de fibra cruda (FC) y la otra 13 %, ambas administradas *ad libitum*; Se aplicó un modelo de medidas repetidas con tratamiento y sexo como efectos fijos y la unidad experimental como aleatoria. La mortalidad se evaluó como variable binomial. Los parámetros digestivos se analizaron mediante ANOVA y las diferencias entre medias se determinaron con Tukey y contrastes polinomiales; los hallazgos relacionados con los parámetros productivos evidenciaron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico en el peso vivo de los animales, comparando ambos tratamientos a la novena semana de edad, donde los cuyes obtuvieron 746 g con un nivel de 11 % FC y 996 g con 13 % FC; respecto a la ganancia media diaria, se observaron variaciones a la sexta semana de edad, registrándose una reducción de 2.99 g en el grupo alimentado con un 11 % de fibra cruda, pero se redujo a -0.12 g con 13 % FC; respecto al consumo medio diario fue superior principalmente en la décima semana con 13 % FC (41.7 g) y 11 % FC (42.5 g), el promedio de conversión media diaria fue más eficiente en la misma semana, siendo de 1.14 con 11 % FC y 2.67 con 13 % FC. Concluye que el 13 % de fibra aumentó el peso vivo, mientras que el 11 % mejoró la eficiencia alimenticia. En conjunto, más fibra favorece mayor peso, pero no un uso más eficiente del alimento.

Azanza (2019) en Loja (Ecuador), empleó alfalfa como fuente de fibra para analizar el efecto de niveles elevados de fibra cruda sobre los parámetros productivos y digestivos en cuyes machos tipo 1A. Para ello, se diseñaron dos dietas isoenergéticas e isoproteicas, ambas con una concentración de 16 % de proteína y 2800 Kcal/Kg de energía digestible, diferenciadas únicamente por el contenido de fibra cruda: una con 12 % y otra con 15 % (dietas ad libitum); El autor empleó un diseño factorial 2 x 2, combinando sexo y nivel de fibra cruda, y asignó los tratamientos de manera aleatoria; en cuanto a los parámetros productivos, se constató que los cuyes que recibieron una dieta con 15 % de fibra cruda alcanzaron un peso promedio de 701 g en la décima semana, mientras que aquellos alimentados con 12 % de fibra registraron un peso medio de 634 g, diferencia que resultó estadísticamente significativa ($p < 0.05$); en relación al consumo medio diario, los cuyes con la dieta de 15 % de fibra consumieron en promedio 29.65 g, superando a los de 12 % de fibra, que consumieron 27.67 g; por otra parte, se registró una ganancia media diaria de 15.27 g/día en los cuyes que consumieron dietas con 12 % de fibra cruda, mientras que aquellos alimentados con 15 % de fibra alcanzaron un promedio de 14.57 g/día; en términos de eficiencia alimenticia los cuyes con 12 % de fibra registraron una conversión de 2.18 g, mientras que los de 15 % alcanzaron 2.04; finalmente, en relación con los pesos absolutos y relativos del tracto digestivo, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados. Concluye que el 15 % de fibra aumentó el peso y el consumo, mientras que el 12 % mostró una ganancia diaria ligeramente mayor.

Ortega (2019) en Loja (Ecuador), analizó el efecto de niveles reducidos de fibra cruda sobre los parámetros productivos y digestivos en cuyes machos tipo 1A, empleando alfalfa como fuente de fibra. Para ello, se formularon dos dietas con igual contenido energético y proteico, manteniendo condiciones isoenergéticas e isoproteicas: una con 8.5 % de fibra cruda y otra con

9.1 %; utilizó un diseño completamente aleatorizado con un arreglo factorial 2×2, combinando sexo y ración, y asignó los tratamientos aleatoriamente dentro de cada categoría de sexo; como resultado encontró que los cuyes machos que recibieron una dieta con 9.1 % de fibra cruda alcanzaron un peso final de 665 g al término de la décima semana, mientras que la mayor ganancia media diaria se registró con el suministro de 8.5 % de fibra cruda, alcanzando 15.3 g/día; el consumo medio diario fue de 27.8 g para los machos con 8.5 % de fibra cruda y de 28.4 g para aquellos con 9.1 %; la eficiencia alimenticia registrada fue de 1.81 g para los cuyes alimentados con 8.5 % de fibra cruda y de 1.98 para los que consumieron la dieta con 9.1 %; en cuanto a los parámetros digestivos, no se detectaron diferencias estadísticamente relevantes en el peso absoluto del tracto digestivo total, el cual presentó un promedio constante de 131 g, no se evidenciaron diferencias en los pesos del estómago (26.5 g), intestino delgado (24.5 g), intestino grueso (30.6 g) y ciego (52.4 g). Concluyó que el 9.1 % de fibra permitió mayor peso final, mientras que el 8.5 % mejoró la ganancia diaria y la eficiencia; los parámetros digestivos no mostraron diferencias.

Riofrio (2019) también de Loja (Ecuador) evaluó el impacto de niveles reducidos de fibra cruda sobre los parámetros productivos y digestivos en cuyes machos, empleando paja como fuente de fibra. El diseño estadístico fue un arreglo factorial de 2 x 2, para lo cual se formularon dos dietas isoenergéticas e isoproteicas con 16 % de proteína y 2800 Kcal/Kg de energía digestible, diferenciadas por su contenido de fibra cruda: una con 10 % y otra con 12 %, ambas suministradas ad libitum; los resultados indicaron que, a la décima semana, los animales alimentados con 10 % de fibra alcanzaron un peso vivo de 760 g, mientras que aquellos con 12 % lograron 740 g, observándose diferencias estadísticamente significativas; el consumo medio diario fue de 36.5 g/animal/día con la dieta del 10 % FC y 36.2 g/animal/día con un nivel al 12 % FC; la ganancia media diaria fue de 2.67 g con el 10 % FC y tuvo una disminución de 5.83 g con la dieta al 12 %

FC a la sexta semana; la conversión media diaria, en la sexta semana presentó una disminución notable de 2.96 g con una dieta del 10 % FC y 6.08 g con 12 % FC; por último en la evaluación de los pesos relativos, se observó significancias considerables en el tracto digestivo total e intestino delgado en machos, siendo de 16.9 g y 2.99 g, respectivamente; no hubo diferencias en el intestino grueso, estómago y ciego. Concluyó que el 10 % de fibra mejoró peso y eficiencia, mientras que el 12 % mostró un desempeño menor; solo hubo diferencias digestivas parciales en machos.

Tallacagua (2019), realizó su estudio en Patacamaya (Bolivia), tuvo como finalidad evaluar el comportamiento productivo de cuyes durante la fase de crecimiento y su respuesta a distintos niveles de inclusión de broza de quinua; el estudio empleó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con múltiples tratamientos correspondientes a diferentes niveles de inclusión de broza de quinua en la dieta de los cuyes durante la etapa de crecimiento; encontró que a los 98 días de edad, los machos superaron a las hembras en peso promedio, alcanzando 1179.6 g frente a 904.6 g respectivamente; además, los machos mostraron una mayor ganancia media diaria de peso con 11.64 g/día, comparado con 8.35 g/día en las hembras; en relación con el consumo de alimento, los cuyes machos registraron una ingesta total de 2554.5 g, mientras que las hembras consumieron 2397.75 g; ambos grupos fueron alimentados con una dieta que incluía un 15 % de broza de quinua; en cuanto a la eficiencia de conversión alimenticia, los machos mostraron un mejor rendimiento con un índice de 4.65 g, frente a las hembras que alcanzaron una conversión de 5.71 g; de manera general, los animales que recibieron la dieta con 15 % de broza de quinua presentaron una conversión promedio de 4.79 g. Concluye que los machos mostraron mayor peso, ganancia diaria, consumo y mejor conversión alimenticia que las hembras bajo la dieta con 15 % de broza de quinua.

4.1.2. Nacionales

Paredes y Goicoichea (2021), en la Granja Experimental de Animales Menores de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (Perú), evaluaron los efectos de distintos niveles de fibra detergente neutro (FDN) y almidón (A) en la dieta de cuyes, mediante combinaciones proporcionales (40FDN/5A, 35FDN/10A, 30FDN/15A, 25FDN/20A, 20FDN/25A); el estudio se centró en analizar el impacto de estas formulaciones sobre el rendimiento productivo, el consumo alimenticio y el peso de los órganos digestivos; Se evaluaron los efectos de distintas dietas según su perfil de ácidos grasos mediante ANOVA, y las diferencias entre grupos se identificaron con la prueba de Duncan; los resultados indicaron que el mayor peso vivo final (984.1 g y 981.3 g) se alcanzó en los tratamientos 30FDN/15A y 25FDN/20A, respectivamente, con diferencias significativas respecto a los demás grupos ($p < 0.05$), asimismo, se observó la mayor ganancia media diaria en estos mismos tratamientos (10.83 g y 10.67 g/día), así como una mejor eficiencia alimenticia, expresada en una menor eficiencia de la conversión alimenticia de 4.87 y 4.97 g, correspondientemente; en contraste, el tratamiento 20FDN/25A registró una menor ingesta diaria de alimento (45.63 g MS/día) y menor peso final (862.8 g), así como una conversión alimenticia menos eficiente (6.57), lo que sugiere que un exceso de almidón en combinación con bajo contenido de fibra puede limitar el desarrollo óptimo del cuy; respecto al rendimiento de carcasa, aunque el grupo 40FDN/5A mostró el valor más bajo (64.20 %), este aumentó progresivamente a medida que se redujo el contenido de FDN, alcanzando un máximo de 74.10 % en el tratamiento 20FDN/25A. Concluyeron que los tratamientos 30FDN/15A y 25FDN/20A mostraron el mejor desempeño, mientras que 20FDN/25A obtuvo los resultados más bajos. El rendimiento de carcasa aumentó al disminuir la FDN.

Cayetano (2016), desarrolló un estudio en Huaral (Perú), en el cual se propuso analizar el comportamiento productivo de cuyes mediante la estimación de diversos parámetros zootécnicos. La metodología empleada consistió en la evaluación comparativa de cuatro líneas genéticas mejoradas durante la fase de engorde, los que se sometieron a dos sistemas de alimentación que incluyeron a la chala forrajera para elaborar raciones de alimentos mixtos con 8.59 % de fibra, integrales con 10.66 % y solo con chala con 7 % de fibra y que fueron aplicados en cuyes de diferentes genotipos que fueron: Genotipo Cieneguilla, Genotipo Perú, Genotipo Cuy G y Genotipo Inca cuy; planteó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 2 x 4, siendo de 8 tratamientos con 3 repeticiones; se obtuvo que el Genotipo Cieneguilla presentó un peso máximo final de 1126.8 g que superó al peso promedio de los otros genotipos que fue de 1105.3 g; además a la octava semana, el Genotipo Cieneguilla presentó una ganancia de peso de 783.9 g que fue superior a Inia que logró un peso de 681.8 g, Mantaro con 763.6 g e Inka Cuy que logró 769.1 g; respecto al consumo de materia seca, se registró que Cieneguilla alcanzó un valor de 1553.6 gramos, que fue menor a Inkacuy que logró un consumo de materia seca de 1686.6 g y a Mantaro con un valor de 1653.9 g; sin embargo, el consumo de Cieneguilla fue superior al del Genotipo Perú, que presentó un consumo de 1505.3 g; en relación con la eficiencia alimenticia, se verificó que el genotipo Cieneguilla presentó un coeficiente de conversión de 2.36 g, acompañado por una tasa de ganancia diaria de 1.64 g, mientras que el Genotipo Inkacuy logró un índice de conversión alimenticia de 2.64 g y un índice de ganancia diaria de 1.75 g; además los genotipos Inia y Mantaro registraron coeficientes de conversión alimenticia de 2.55 y 1.84 g, correspondientemente; asimismo, presentaron un índice de ganancia diaria de 2.46 y 1.84 g, respectivamente, se determinó que el genotipo influye significativamente en parámetros productivos como el peso vivo final, el peso de la carcasa, la ganancia total de peso y la conversión

alimenticia acumulada; concluye que el genotipo Cieneguilla-UNALM mostró un desempeño superior en comparación con los genotipos Mantaro, Inkacuy e INIA-Huaral; por otra parte, no se observaron significancias considerables en el consumo de alimento en base seca, ni por efecto aislado ni por la interacción entre los factores analizados.

Condori (2014) realizó su investigación en Lima (Perú), con el objetivo de evaluar tres niveles de fibra cruda (6 %, 8 % y 10 %) en el alimento balanceado para cuyes machos durante las etapas de inicio y crecimiento, y su efecto sobre el comportamiento productivo; se utilizaron dietas peletizadas y agua, ofrecidas ad libitum durante siete semanas; el forraje, específicamente rastrojo de brócoli, fue suministrado únicamente al tratamiento control correspondiente al 6 % de fibra cruda más forraje verde de forma restringida, equivalente al 10 % del peso vivo de los animales; para lo cual empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA); los resultados mostraron que los niveles de fibra no influenciaron en el peso vivo en la etapa de inicio (destete – 35 días) entre los grupos, aunque en términos numéricos, el peso final fue de 625 g en el tratamiento control (6 % FC + forraje verde), 1127 g en crecimiento y este mismo valor en el peso acumulado; respecto a la ganancia de peso total, no se observó variaciones significativas, pero el peso fue mayor en el nivel de 6% de fibra + forraje verde de 359 g en la dieta de destete, 502 g en crecimiento y 861 en la ganancia acumulada; en el consumo de alimento, se encontró que el consumo total de alimento en etapa de destete fue superior en el nivel de 10% de fibra cruda (10 %) de 799 g, en el crecimiento fue de 1840 g y el consumo acumulado fue de 1639 g; no se encontró diferencias significativas en este aspecto; referente a la conversión alimenticia, no hubo significancias considerables; no obstante, la conversión alimenticia en la dieta de inicio fue más eficiente en el nivel de 6% de fibra cruda y control con un valor de 2 g; en el crecimiento fue de 3.34 y 2.79 g en el acumulado en el tratamiento con 6 % de fibra cruda; por último, no existen diferencias considerables en el

rendimiento de carcasa, aunque el grupo control mostró una leve ventaja en comparación a los otros tratamientos, ya que obtuvo 690 g. Concluye que los niveles de fibra no generaron diferencias significativas en el desempeño ni en el rendimiento de carcasa.

Pinto (2020) desarrolló un estudio en la ciudad de Arequipa orientado a evaluar la capacidad descriptiva de los modelos matemáticos de von Bertalanffy y Logístico en el análisis del crecimiento de cuyes pertenecientes a las razas Andina y Perú; el estudio se llevó a cabo en la Granja Pecuaria Misticuy, ubicada en Arequipa, empleando un total de 100 cuyes distribuidos equitativamente entre las razas Perú y Andina, con 25 hembras y 25 machos en cada grupo; los ejemplares fueron sometidos a pesajes semanales durante un periodo de nueve semanas, hasta alcanzar la edad comercial de sacrificio, establecida en 63 días; las variables evaluadas incluyeron la ganancia de peso y la curva de crecimiento y ambos modelos (Von Bertalanffy y Logístico); los resultados demostraron que los modelos fueron efectivos en la predicción del crecimiento de los cuyes hasta las nueve semanas de edad; sin embargo, se observó una ligera subestimación en el peso de los machos de la raza Perú, con valores predichos de 816.62 g frente a los 816.64 g reales, cabe destacar que este estudio se centró únicamente en la fase comercial de nueve semanas, durante la cual se identificó una fase de aceleración en el crecimiento, pero no se extendió lo suficiente para observar la curva sigmoidal completa. En conclusión, se evidenció que la dinámica de crecimiento corporal en cuyes de la raza Perú, durante la fase de acabado, presentó mayor regularidad al ser modelada mediante las funciones de von Bertalanffy y Logística, tanto en individuos machos como hembras; ambos modelos ofrecieron estimaciones consistentes del peso final, con un nivel de precisión superior en hembras respecto a los machos. Concluye que los modelos predijeron bien el crecimiento hasta las nueve semanas, con ligera subestimación en machos.

Hidalgo (2023) realizó su estudio en Lima, tuvo como finalidad de analizar cómo el genotipo afecta la productividad usando la curva de crecimiento; este estudio se desarrolló en dos etapas; en la primera se evaluó la curva de crecimiento mediante el modelo de Gompertz, utilizando 40 cuyes machos, 20 de cada genotipo; distribuidos aleatoriamente en cinco pozas, con cuatro animales por genotipo en cada una; los ejemplares recibieron una dieta compuesta por rastrojo de brócoli y concentrado, y fueron pesados semanalmente hasta alcanzar las 32 semanas de edad. Los perfiles de ácidos grasos se analizaron mediante ANOVA en un diseño en bloques al azar, usando la edad como bloque, y las diferencias entre medias se evaluaron con la prueba de Duncan, para lo cual se emplearon 48 cuyes machos, siendo 24 por genotipo. En la segunda fase se aplicó la ecuación de Gompertz para analizar la curva de deposición de los componentes químicos; los resultados mostraron que el parámetro k , que representa la relación entre la tasa máxima de crecimiento y el tamaño adulto, fue significativamente mayor en el genotipo Cieneguilla en comparación con el Perú; asimismo, el punto de inflexión de la máxima ganancia de peso (t_i) se alcanzó a las 9.708 semanas en el genotipo Perú y a las 9.168 semanas en el Cieneguilla; no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el incremento máximo de peso semanal en dicho punto entre ambos genotipos. Concluye que el genotipo Cieneguilla mostró un crecimiento más rápido y un punto de inflexión más temprano.

Ramírez et al. (2023) desarrolló su estudio en las instalaciones del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en Ayacucho; su objetivo fue analizar cómo la edad influye en el consumo de materia seca, la ganancia de peso relativa, así como en el peso, rendimiento de la canal y masa muscular en cuyes. Para ello se emplearon 80 ejemplares, sacrificados a los 63, 77, 91 y 105 días de edad, correspondientes a los tratamientos del uno al cuatro; los tratamientos consistieron en dietas con 6

%, 8 % y 10 % de fibra cruda, además de un grupo control que recibió una dieta con 6 % de fibra cruda complementada con forraje verde; los cuyes fueron distribuidos en un diseño completamente al azar en dos fases: una primera, con 6 tratamientos y 4 repeticiones para la determinación del efecto de la edad sobre los parámetros productivos, y la segunda, con 4 tratamientos para la evaluación de proteína cruda, rendimiento de carcasa y rendimiento de masa muscular; el ensayo se inició con gazapos machos destetados a los 21 ± 3 días, con un peso promedio de 345 g; durante los 105 días de evaluación, la alimentación incluyó un suministro restringido de forraje verde, equivalente al 12 % del peso corporal, con un contenido de 27.4 % de fibra cruda y 16.2 % de proteína total; además, se complementó con alimento balanceado comercial, que contenía 12.2 % de fibra cruda, 17.2 % de proteína total y 2800 kcal de energía digestible; los hallazgos reflejaron que el consumo total incrementó de forma gradual acorde a la edad, siendo estadísticamente diferentes, siendo el mayor consumo total de materia seca en cuyes de 105 días de edad (6552 g); en cuanto a la ganancia de peso, se registró una variación significativa, siendo de 197 g a los 35 días de edad, 408 g a los 49 días, 568 g a los 63 días, 784 g a los 77 días, 961 g a los 91 días y 1020 g a los 105 días; respecto a la conversión alimenticia, hubo una reducción gradual en la eficiencia de utilización del alimento cuando la edad era mayor, es una particularidad de los cuyes, ya que fue más eficiente a los 35 días de edad (3.47), siendo menos eficiente a los 105 días (6.13) y por último, el rendimiento de masa muscular tiene una variación por efecto de la edad, siendo diferentes entre tratamientos, donde a los 105 días de alimentación, alcanzan un mayor peso de la canal de 727 g; pero el rendimiento de canal es mayor a los 77 días de edad de 54.1 %. Concluye que el crecimiento y el consumo aumentan con la edad, pero la eficiencia alimenticia disminuye; por lo que el mejor rendimiento de canal se alcanza alrededor de los 77 días.

4.1.3. Locales

Bustamante (2022) desarrolló su estudio en el Centro Agronómico de K'ayra (San Jerónimo-Cusco), con el propósito de analizar cómo distintos niveles de fibra dietaria inciden en el funcionamiento gastrointestinal, el rendimiento productivo y la composición de la canal en cuyes evaluados a los 30, 60 y 90 días de edad; el estudio contempló cuatro tratamientos con niveles de fibra cruda de 5 %, 7 %, 10 % y 12 %, utilizando un total de 60 cuyes machos con una edad inicial de 21 ± 3 días; empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en el cual la unidad experimental estuvo integrada por cuatro tratamientos distribuidos en tres bloques; los distintos niveles de fibra dietaria generaron diferencias estadísticas en el peso del hígado, siendo más elevado en el tratamiento con 5% de fibra cruda (24.52 ± 11.79 g; 3.24 % PV); asimismo, la incidencia de la fibra dietaria en el peso del ciego fue superior en este tratamiento, logrando 13.65 ± 3.66 g (0.88 % PV); en cuanto al espesor del ciego, se encontraron variaciones según el nivel de fibra, con un valor superior a los 90 días de 0.14 ± 0.01 mm y un espesor de 0.13 ± 0.02 mm en el tratamiento con 10% FC; durante el período de 31 a 60 días, se evidenciaron diferencias considerables en la ganancia de peso total, siendo mayor con un 5 % de fibra (375 g) y menor con un 12 % (226.63 g); también se detectaron diferencias en el peso final, donde los animales con mayor nivel de fibra mostraron un peso inferior en comparación con los otros tratamientos; el análisis de la ganancia de peso acumulada entre los 25 y 90 días de edad mostró variaciones significativas entre los tratamientos, observándose diferencias tanto en el incremento total como en el promedio diario de peso; una vez más, se constató que los niveles más elevados de fibra dietaria se asociaron con una menor ganancia ponderal; respecto al consumo promedio diario, se registraron diferencias estadísticas, con un mayor consumo para el nivel de 5 % de fibra cruda; la conversión alimenticia entre los 31 y 60 días mostró diferencias significativas, con

mejores resultados en el nivel de 5% (3.39 g) y 10% (3.38 g) de fibra cruda; de manera acumulada (25 – 90 días de edad), la mejor conversión alimenticia correspondió al nivel de 5% de fibra cruda con 4.20 g; finalmente, el efecto de la fibra cruda en el rendimiento de carcasa presentó diferencias a los 60 días de edad, destacándose el nivel de 7% de fibra cruda con un valor superior de 66.42 g. Concluye que los niveles moderados de fibra (5%) mejoraron el crecimiento, consumo y conversión alimenticia, mientras que los niveles altos redujeron la ganancia de peso.

Tapasco (2024) desarrollo su estudio en las instalaciones agropecuarias de "Granja cuy de oro", situada en la comunidad campesina de Lliplep, distrito de Calca (Cusco); el estudio tuvo como propósito evaluar el impacto de tres niveles de fibra cruda en dietas formuladas para las etapas de inicio y crecimiento, sobre los indicadores productivos de cuyes (*Cavia porcellus* L.), excluyendo el uso de forraje. Para ello se trabajó con un total de 60 cuyes machos, con una edad inicial de 21 ± 3 días, distribuidos en cuatro grupos experimentales: tratamiento con 6 % FC, tratamiento con 8 % FC, tratamiento con 10 % FC y tratamiento con 6 % FC + forraje verde (control); utilizó un diseño completamente al azar, de los cuales se distribuyeron en cuatro tratamientos en tres repeticiones; los resultados reflejaron variaciones significativas en el peso vivo y la ganancia de peso según la etapa evaluada; en la fase inicial, los pesos fueron similares entre los tratamientos, pero en la etapa de crecimiento, el tratamiento control mostró el mayor peso con 995.53 g; en cuanto a la ganancia de peso en inicio, se evidenciaron variaciones entre los niveles de fibra, siendo superior en el tratamiento control (302.93 g), seguido por el nivel de 6% FC (266.53 g) y el nivel con 8% de FC (270.06 g); durante los 57 días de evaluación, la ganancia total de peso también fue mayor en los mismos tratamientos: 700.67 g, 664.60 g y 632.20 g, respectivamente; no se encontraron diferencias estadísticas en la etapa de inicio, pero sí en la etapa de crecimiento, donde el nivel de 6% FC mezclado con forraje verde alcanzó el mayor peso con

1647.33 g; respecto al consumo total de alimento durante 56 días, se observó la misma tendencia, siendo el nivel con 6% FC más FV el que presentó el mayor consumo con 2505.33 g; se registraron variaciones significativas en la conversión alimenticia durante la etapa de inicio, con el nivel del 6% FC se obtuvo el mejor índice de 2.85; sin embargo, no se evidenciaron variaciones considerables en la fase de crecimiento ni en la conversión alimenticia total; finalmente, el rendimiento de carcasa fue mayor en el nivel al 6% FC más forraje verde con 665.80 g, aunque no se hallaron diferencias considerables entre los grupos. Concluye que los niveles de fibra influyeron en el crecimiento y consumo, destacando el 6% de fibra con forraje verde por lograr el mayor peso final, mejor consumo y mejor rendimiento de carcasa, mientras que niveles más altos redujeron la ganancia de peso.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Fisiología digestiva de cuyes

El estómago de los cuyes es eficiente en la degradación de carbohidratos simples, pero estos animales son fermentadores postgástricos, ya que la fermentación bacteriana ocurre principalmente en su ciego (Meza et al., 2014); por lo tanto, la dieta de los cuyes debe diferir de la de conejos o cerdos, teniendo en cuenta las variaciones anatómicas y fisiológicas entre estas especies, así como sus necesidades nutricionales y volúmenes de consumo; los alimentos balanceados específicos para cuyes deben satisfacer sus requerimientos, asegurando que los animales mantengan un consumo adecuado y un peso saludable, sin comprometer su bienestar (León et al., 2016).

El cuy es una especie herbívora monogástrica que presenta dos tipos de digestión: una enzimática, que ocurre en el estómago y el intestino delgado, y otra microbiana, que tiene lugar en el ciego (Medina, 2006); por esta razón, se clasifica como un fermentador postgástrico (Higayón,

2014). El cuy nace con el ciego completamente desarrollado, y en las horas o días siguientes, completa su rotación y comienza a aumentar de tamaño (Jara et al., 2018). En la boca del cuy, las piezas dentales están diseñadas para triturar y cortar la materia vegetal; este proceso de masticación reduce el tamaño de las partículas de alimento, lo que, al mezclarse con la saliva, facilita la acción de las enzimas digestivas sobre el contenido celular del bolo alimenticio; posteriormente, el bolo es transportado al estómago a través del esófago (Higayón, 2014).

Este sistema digestivo se distingue por presentar una configuración glandular simple, seguida por un intestino delgado que, en la etapa adulta, puede alcanzar hasta 125 centímetros de longitud; en esta sección, el alimento parcialmente procesado se retiene bajo la acción del ácido clorhídrico y de enzimas gástricas como la pepsina, la amilasa y la lipasa; posteriormente, el contenido pasa al duodeno, donde el proceso de digestión enzimática se intensifica gracias a las secreciones generadas por el propio intestino delgado, el páncreas y la bilis; durante esta etapa, los nutrientes previamente digeridos son absorbidos a través del epitelio intestinal, lo que facilita la incorporación de azúcares, aminoácidos, lípidos, vitaminas y minerales esenciales al organismo; en cuyes, el tiempo estimado de tránsito del alimento por el estómago y el intestino delgado es cercano a las dos horas, un tiempo inferior al observado en los conejos; como resultado, se estima que los cuyes digieren entre un 4 % y un 19 % menos de lípidos y proteínas en comparación con los conejos (Rigoni et al., 1993).

Después del intestino delgado se encuentra el ciego, un órgano clave que, junto con el colon proximal, es capaz de retener hasta el 65 % de la digesta y albergar microorganismos responsables de la fermentación; al llegar al ciego, el alimento inicia un proceso de desplazamiento a través del intestino grueso, caracterizado por la retención no selectiva de líquidos y partículas grandes; en los roedores caviomorfos, como el cuy, no ocurre una separación entre los fragmentos sólidos y

los líquidos de la materia digerida al alcanzar el ciego; esto contribuye a una mayor eficiencia en la digestión y aprovechamiento de la fibra en comparación con los conejos (Sakaguchi, 2003).

Aunque el alimento atraviesa procesos digestivos en el estómago y el intestino delgado, la estructura celular de los componentes vegetales permanece prácticamente intacta al llegar al ciego; este órgano contiene una microbiota diversa, cuyas enzimas cumplen un papel fundamental en la descomposición de la pared celular vegetal; este proceso enzimático, denominado digestión fermentativa, ocurre en aproximadamente 48 horas y resulta en la producción de ácidos grasos de cadena corta, proteína microbiana y vitaminas del complejo B. Sin embargo, en esta fase, solo los ácidos grasos volátiles, las vitaminas y el agua son absorbidos (Vallejos, 2014).

Para asegurar que la población microbiana fecal permanezca estable y que la digestión fermentativa sea efectiva, el cuy ha desarrollado un mecanismo de separación colónica; este mecanismo implica movimientos antiperistálticos en los surcos del colon proximal, que permiten que los microorganismos regresen del colon hacia el ciego, lo que resulta en una retención selectiva de estos microorganismos (Sakaguchi, 2003).

Las bacterias que han completado su ciclo de vida en el ciego generan bolos fecales blandos y ricos en proteínas, los cuales son expulsados rápidamente por medio del intestino grueso y consumidos directamente por el cuy desde el ano; este proceso, conocido como cecotrofía, permite que el pellet, enriquecido con nitrógeno, pase por una segunda digestión en el estómago y el intestino delgado, facilitando la liberación y absorción de aminoácidos esenciales; posteriormente, el material no digerido avanza al intestino grueso sin pasar por el ciego, donde se forma el material fecal que será excretado (Hirakawa, 2001).

4.2.2. Alimentación y nutrición del cuy

En toda explotación pecuaria, la alimentación es uno de los factores que mayor impacto tiene en la productividad animal; la alimentación no solo consiste en darles a los cuyes una cierta cantidad de alimento para complementar su capacidad digestiva, sino en darles suficiente cantidad y suficientes nutrientes para satisfacer sus necesidades; por tanto, la alimentación de los cuyes debe basarse en la selección y combinación de productos con determinados ingredientes que satisfagan sus necesidades (Chauca, 1997). En la cría técnica de cuyes, se recomienda proporcionar una dieta compuesta en un 90 % por forraje y un 10 % por alimento balanceado, ya que, al proporcionar pasto verde, se está administrando proteínas, minerales, vitamina C, agua y la fibra suficiente para su digestibilidad, y al administrar una dieta balanceada, complementamos los requerimientos que el pasto verde no puede proporcionar (Vargas y Yupa, 2011).

4.2.3. Requerimientos nutricionales

La nutrición juega un papel muy importante en cualquier explotación pecuaria y un suministro adecuado de nutrientes puede incrementar la producción; al igual que otros animales, los cuyes necesitan nutrientes que incluyen: agua, proteínas (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas; los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y ambiente de crianza (Romero, 2019); los cuales se detallan en la tabla 1.

Tabla 1*Requerimiento Nutricional del Cuy*

Nutrientes	Unidad	NRC (1995)	Udenar (1995)	Vergara (2008)
Energía digestible	Mcal/kg	3.0	2.8 3.0	2.9
Fibra	%	15	8.0 17.0	12
Proteína	%	18	18.0 22.0	19
Lisina	%	0.8	0.8	0.9
Metionina	%	0.6	0.6	0.4
Metionina cisteína	+	%	-	0.8
Arginina	%	1.2	0.1	1.2
Treonina	%	0.6	0.6	0.6
Triptófano	%	0.2	1.1	0.2
Calcio	%	0.8	1.4	1
Fosforo	%	0.4	0.8	0.8
Sodio	%	0.2	0.5	0.5
Vitamina C	mg/100g	20	20	20

a. Agua

Chauca (1997) indica que el agua constituye un componente esencial en la nutrición animal, siendo obtenida a partir de tres fuentes principales: el agua de bebida ofrecida sin restricción, la humedad presente en los alimentos y el agua metabólica, producida mediante la oxidación de compuestos orgánicos que contienen hidrógeno.

b. Proteína

La proteína es el componente principal de la mayoría de los tejidos, y la formación de cada proteína requiere su contribución, y la calidad de la proteína depende más de la cantidad ingerida; en los cuyes, la deficiencia de proteínas puede provocar bajo peso al nacer, retraso en el

crecimiento, baja producción de leche e infertilidad, además las proteínas son esenciales en la alimentación, por lo que los aminoácidos que se proporcionan en la dieta ayudan a que se forme masa muscular, de lo contrario la falta de nutrientes provoca bajos índices de producción (Vergara, 2008).

c. Aminoácidos esenciales (funciones)

- **Isoleucina:** Junto con la L-Leucina y la hormona del crecimiento, intervienen en la formación y reparación del tejido muscular (Navarrete, 2015).
- **Leucina:** Junto con la L-Isoleucina y la hormona del crecimiento (HGH) interviene en la formación y reparación del tejido muscular (Navarrete, 2015).
- **Lisina:** Es uno de los más importantes aminoácidos porque, en asociación con varios aminoácidos más, interviene en diversas funciones, incluyendo el crecimiento, reparación de tejidos, anticuerpos del sistema inmunológico y síntesis de hormonas (Navarrete, 2015).
- **Metionina:** Participa en la síntesis de proteínas y representa el factor limitante más importante en las proteínas de la dieta; el aminoácido limitante determina el porcentaje de alimento que va a utilizarse a nivel celular (Navarrete, 2015).
- **Fenilalanina:** Interviene en la producción del colágeno, fundamentalmente en la estructura de la piel y el tejido conectivo, y también en la formación de diversas neurohormonas (Navarrete, 2015).
- **Triptófano:** Interviene en el proceso de crecimiento y en la regulación hormonal, con un papel clave en el funcionamiento de las glándulas de secreción adrenal; también interviene en la síntesis de la serotonina, neurohormona involucrada en la relajación y el sueño (Navarrete, 2015).

- **Treonina:** Junto con la L-Metionina y el ácido Aspártico ayuda al hígado en sus funciones generales de desintoxicación (Navarrete, 2015).
- **Valina:** Estimula el crecimiento y reparación de los tejidos, el mantenimiento de diversos sistemas y el balance de nitrógeno (Navarrete, 2015).

d. Fibra

Los cuyes demandan un requerimiento de fibra que va desde el 8 al 16 %, por lo que es importante que se suministre en su dieta, ya que los cuyes tienen la capacidad de digerirla, ello también permite que se mejore la digestibilidad de otros nutrientes, ya que hace que los alimentos pasen de manera más lenta por el tracto digestivo (Caycedo, 1992). El exceso de dosis de forraje en la alimentación u otros productos que provienen de la agricultura provoca que se reduzca el consumo de alimento, ello por la baja digestibilidad y el tiempo que permanecen las partículas fibrosas en el ciego (Tarrillo et al., 2018).

e. Energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas se conocen por ser fuentes de energía para los animales, lo más abundantes son los carbohidratos fibrosos y no fibrosos que están contenidos en alimentos vegetales; por otro lado el consumo excesivo de energía usualmente no es sinónimo de la presencia de mayores problemas, con excepción de la acumulación excesiva de grasa que, en algunos casos, influye negativamente en el rendimiento reproductivo; por lo que sugiere que para los cuyes en etapa de crecimiento y engorde se suministre una dieta de 2.8 Mcal ED/kg de alimento, con la cual se pueden lograr conversiones alimenticias de 3 a 4 g y edad de mercado entre 2 y 3 meses de edad (Vergara, 2008).

f. Grasa

El cuy presenta un requerimiento de grasa bastante definido, que debe estar entre el 3 y 4 % en su dieta, por lo que esta cantidad es la adecuada si se busca asegurar una buena producción y un óptimo rendimiento reproductivo; además la falta de grasa en la dieta genera diferentes problemas como retrasos en el crecimiento, dermatitis ulcerosa en la piel, un crecimiento deficiente del pelaje y perdida de pelo (Ordóñez, 2016).

g. Minerales

Entre los minerales esenciales que deben estar presentes en la dieta se encuentran el calcio, fósforo, magnesio y potasio; una alimentación desequilibrada puede ocasionar un desarrollo lento, problemas articulares y una elevada tasa de mortalidad; además, es fundamental mantener una proporción de fósforo a calcio de 1 a 2 para garantizar un adecuado equilibrio nutricional; los minerales están involucrados en las funciones fisiológicas del cuerpo y forman parte de los líquidos corporales; los más importantes son: calcio, fósforo, potasio, magnesio, sodio y cloro; el calcio y el fósforo son el soporte para la base sólida de los huesos; la deficiencia puede provocar pérdida de apetito, huesos débiles, articulaciones descoordinadas, parálisis del tren posterior, aborto espontáneo y agalactia (Collado, 2016).

h. Vitamina C

En los cuyes, la vitamina C es un nutriente indispensable para la vida, ya que no la sintetiza ni la almacena en su organismo; sus necesidades son cubiertas con la ingestión de forraje verde; la deficiencia de la vitamina C ocasiona en los cuyes pérdida de apetito, crecimiento retardado, abortos, parálisis de miembros posteriores y muerte (Marchan, 2019).

4.2.4. Fibra en la dieta de cuyes

La fibra desempeña un papel esencial en la formulación de las raciones para cuyes, no solo por su capacidad de ser digerida por estos animales, sino también por su efecto positivo en la asimilación de otros nutrientes; esto se debe a que ralentiza el tránsito del alimento por el tracto digestivo; los niveles de fibra en la dieta de cuyes suelen oscilar entre el 6 % y el 18 %, siendo el NRC (1995) quien recomienda un mínimo de 10 %; el principal aporte de fibra proviene del consumo de forrajes, que constituyen una fuente habitual en su alimentación; cuando se ofrece una dieta mixta que combina forraje con alimento balanceado, el contenido de fibra en el balanceado pierde relevancia; en términos generales, se sugiere que las raciones balanceadas no superen el 18 % de fibra. Por su parte, Solórzano y Sarria (2014) indican que, durante la fase de engorde, el incremento del nivel de fibra en la dieta afecta principalmente la ganancia de peso, observándose mejores resultados con raciones balanceadas que contienen entre 10 %, 15 % y 20 % de fibra.

Vergara (2008), recomienda niveles adecuados de fibra de 6 % en el alimento de inicio (1 a 28 días); 8 % en el alimento de crecimiento (29 a 63 días); 10 % en el alimento de acabado (64 a 84 días) y 12 % en el alimento de reproductoras, teniendo al balanceado como única fuente de nutrientes (sistema integral).

En la alimentación de cuyes, el contenido de fibra en los concentrados suele tener una variación entre 5 y 18 %; sin embargo, cuando se trata de cuyes de laboratorio que solo reciben una dieta balanceada, esta debe incluir niveles más elevados de fibra; este componente clave no solo es importante porque los cuyes pueden digerirlo bien, sino porque ayuda a mejorar la absorción de otros nutrientes al retrasar el paso de los alimentos por el sistema digestivo; además, la fuente principal de fibra tiene origen en los forrajes, que son fundamentales en la dieta de estos animales y aunque la fibra en el alimento balanceado pierde relevancia si los cuyes tienen una dieta

mixta, es decir con forraje y concentrado, se recomienda que las raciones balanceadas para cuyes siempre deben contener al menos 18 % de fibra para que se pueda asegurar una buena digestión y nutrición, (Chauca, 1997).

4.2.5. Implicancias de la fibra en la alimentación de cuyes

Xiao et al. (2015) analizaron sobre cómo la fibra dietética no digerible impacta positivamente en la función intestinal y los efectos metabólicos en cuyes; así mismo, Bazay et al. (2014), estableció que la fibra se fermenta fácilmente en el ciego durante el engorde de cuyes; sin embargo, otros estudios como la de Puente et al. (2019) demostraron el crecimiento del cuy utilizando dietas compuestas por forraje y suplementaciones con subproductos de trigo.

Booth et al. (1949) identificaron que los cuyes alimentados exclusivamente con dietas sintéticas mostraban un ritmo de crecimiento significativamente reducido, alcanzando apenas 1.9 g por día. No obstante, al incorporar compuestos como pectina, paja de avena, agar, celofán o celulosa, se observó una mejora en dicho parámetro, se pudo observar mejoras, pero no de manera óptima; sin embargo, la goma arabiga fue la que dio mejores resultados ya que logró un incremento de peso de más de 5 g diarios; aun así, estudios como el de Heinecke y Elvehjem (1955) señalan que la celulosa es más efectiva que el celofán o la goma arabiga cuando se trata de estimular el crecimiento, esto si se añade en la dieta en proporciones de 150 g por kilo; por otro lado, se destaca que el ciego de los cuyes genera ácidos grasos de cadena corta en proporciones distintas a las que se producen en el rumen de otros herbívoros (Henning y Hird, 1970), y la digestión de la celulosa en esta parte del sistema digestivo ayuda a que se cubran las necesidades energéticas; además Hirsh (1973) demostró que, al mezclar la dieta con un 50 % de celulosa, los cuyes pueden mantener su consumo de alimento y su peso corporal, lo que respalda el uso de celulosa como una fuente de energía eficaz para estos animales.

Los cuyes se clasifican como animales herbívoros monogástricos, es decir que, aunque no rumian, su digestión funciona de manera idéntica a la de otros herbívoros en ciertas etapas; el proceso digestivo inicia con la acción de las enzimas, desde la boca hasta el íleon, donde se tienden a descomponer nutrientes como carbohidratos, proteínas y grasas para su absorción en el intestino delgado; sin embargo, a partir de la válvula ileocecal, en el ciego y en el intestino grueso, la digestión cambia a un sistema de fermentación anaeróbica que se parece a la que ocurre en el rumen de animales poligástricos; en esta fase, la fibra dietética que llega al intestino grueso es fermentada por bacterias especializadas que transforman la energía y producen ácidos grasos volátiles (AGV), como acetato, propionato y butirato (Santos et al., 2023).

4.2.6. *Fibra dietaria*

La fibra dietética exhibe numerosos efectos a lo largo del tracto digestivo: en la ingesta, la velocidad de tránsito, la eficiencia digestiva y la actividad microbiana (Bach, 2001). La fibra dietética (FD) es la fracción principal de la dieta del cuy, donde representa entre el 0,35 y el 0,55 de la dieta total. La importancia de la fibra se debe a su influencia en la velocidad de paso de la digestión y la funcionalidad de la mucosa, y su papel como sustrato para la microbiota. (Gidenne et al., 2020)

La fibra dietética total (FDT) comprende un conjunto amplio de carbohidratos clasificados como polisacáridos no amiláceos entre ellos pectinas, celulosa, hemicelulosa, β -glucanos y fructanos, además de oligosacáridos y almidones que resisten la digestión en el intestino delgado (Jarrett y Ashworth, 2018). De acuerdo con su solubilidad, la FDT se clasifica en fibra dietética soluble (FDS) e insoluble (FDI) (Zhang et al., 2013). Aunque no se degrada por completo, la fibra puede modificar las características del contenido gastrointestinal y, con ello, influir en la absorción de diversos nutrientes y compuestos. Es, además, el prebiótico más estudiado (Gamage et al., 2018)

y suele ser fermentada por la microbiota intestinal, generando energía y productos finales de la fermentación microbiana, como los ácidos grasos volátiles (AGV) (Janssen y Kersten, 2015).

4.2.7. *Fracción dietaria*

La fibra cruda es aquella sustancia orgánica no nitrogenada compuesta por celulosa en un 90%, hemicelulosa y lignina; estas no se disuelven tras hidrólisis sucesiva (García et al., 2008). Es importante recalcar que la fibra cruda suele emplearse para que se evalúe la calidad de los alimentos de origen vegetal (Möller, 2014).

La fibra detergente ácida (FDA), puede definirse como la fracción estructural de la dieta cuya ingesta puede variar ampliamente sin modificar de manera significativa la eficiencia digestiva de la fibra, siempre que se mantenga la capacidad fermentativa del animal. En fermentadores cecales como el cuy, la reducción de la ingesta de fibra se asocia con una disminución lineal de la producción de ácidos grasos volátiles en el ciego, acompañada de un incremento del pH y de las concentraciones de amoníaco, lo que refleja una menor actividad fermentativa. Asimismo, niveles elevados de FDA se relacionan con una reducción en la producción de biomasa, independientemente de cambios marcados en la digestibilidad o en la actividad fermentativa aparente, lo que evidencia que la fibra ejerce su efecto principalmente sobre la eficiencia metabólica y el aprovechamiento energético, más que sobre la digestión cuantitativa de la fracción fibrosa. (Gidenne et al., 2004)

La fibra en la dieta de los cuyes se divide principalmente en dos grupos que son: La Fibra Detergente Neutro (FDN) y la Fibra Detergente Ácida (FDA); la FDN incluye a la celulosa, hemicelulosa, y lignina que son los principales componentes de las paredes celulares de las plantas y, por otro lado, la FDA contiene solo celulosa y lignina, siendo esta una medida más específica de estas estructuras vegetales (McDonald et al., 2006). En consecuencia, resulta esencial mantener

un equilibrio adecuado en el contenido de fibra dentro de la dieta de los cuyes, esto debido a que, un déficit puede ralentizar el tránsito intestinal y causar acumulación excesiva de contenido en el ciego; por el contrario, un exceso de fibra puede elevar el pH cecal y reducir la eficiencia de fermentación bacteriana (García et al., 1999); además, diversas investigaciones han demostrado que la FDN presenta una alta digestibilidad y favorece una fermentación más eficiente en el ciego, en contraste con la FDA, cuya digestibilidad es considerablemente menor, contribuye principalmente al proceso digestivo a nivel gastrointestinal y además, se ha registrado que tanto el contenido de FDN en los forrajes como su grado de digestibilidad pueden incidir en la generación de metano entérico durante el proceso de fermentación; esta evidencia subraya la relevancia de seleccionar con criterio las fuentes de fibra en la dieta de los cuyes, no solo con el objetivo de optimizar la digestión y preservar la salud intestinal, sino también considerando su impacto potencial en la eficiencia alimentaria y en la emisión de gases (Rodríguez et al., 2009).

A excepción de algunas semillas oleaginosas como la soya, la energía proveniente de la mayoría de las plantas está disponible principalmente en forma de carbohidratos, mientras que solo una pequeña proporción se presenta como grasa; los carbohidratos se dividen en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, que incluyen almidón y otros carbohidratos complejos como la celulosa y la lignina, los cuales son resistentes a la hidrólisis por las enzimas digestivas producidas por el animal (Church et al., 2002). En la tabla 2 se aprecia el contenido de fibra en ciertos alimentos.

Tabla 2*Cantidad de fibra en algunos alimentos comunes (g/kg MS)*

Alimento	FDN	FDA	FB
Trigo	105	35	26
Cebada	210	89	53
Harina de forraje	723	389	210
Paja de trigo	752	465	417

Nota: FDN: Fibra detergente neutra, FDA: Fibra detergente ácida, FB: Fibra bruta; obtenido de McDonald et al., (2006).

4.2.8. Fibra detergente neutra

Está conformada por los elementos estructurales de la pared celular vegetal, entre los cuales se incluyen la hemicelulosa, la celulosa, la lignina, entre otros; además, es importante tener en cuenta que una FDN alta no va a implicar un alimento de tipo fibroso siempre, eso dependerá de la composición química y del grado de lignificación (Gallardo, 2007).

Para poder extraer la fibra detergente neutra, las muestras deben ser hervidas por una hora con una solución que contiene laurisulfato sódico, ya que este detergente ayuda a la extracción de lípidos, ácidos orgánicos y otros materiales hidrosolubles, como la pectina, compuestos nitrogenados no proteicos, proteína soluble, sílice y taninos; además, la FDN es digerida parcialmente por cualquier especie y en mayor grado por los rumiantes (Church et al., 2002).

4.2.9. Fibra detergente ácida

Se reconoce como una fracción de la pared celular constituida por celulosa asociada a lignina, así como por compuestos de reacción de Maillard, cutina, sílice y otros elementos estructurales; esta fracción es considerada un indicador indirecto del grado de digestibilidad del forraje (Gallardo, 2007).

Para realizar la técnica se debe hervir las muestras en una solución de bromuro cetiltrimetilamonio con ácido sulfúrico durante una hora y los componentes solubles en el

detergente ácido son: hemicelulosas, proteínas en la pared celular y el residuo incluye celulosa, lignina y nitrógeno, sílice y algunas pectinas esto se hace referencia como fibra detergente ácida (Church et al., 2002).

4.2.10. Parámetros productivos de los cuyes

a. Ganancia de peso de los cuyes

Se define como aquel incremento de masa que experimenta el cuy desde una etapa definida hasta su sacrificio; este incremento se conoce como la relación resultante entre el peso vivo acumulado durante el periodo considerado y el tiempo transcurrido, por lo que se expresa como una tasa de crecimiento en términos de peso adquirido por unidad de tiempo (Aime, 2022).

Así mismo, la ganancia de peso se define como una variable cuantitativa fundamental en la evaluación del crecimiento animal, definida como el incremento neto de masa corporal total que un cuy experimenta durante un intervalo temporal determinado y esta medida refleja la síntesis acumulada de tejidos corporales (proteína muscular, tejido adiposo, masa ósea y componentes viscerales) resultante del balance positivo entre anabolismo (biosíntesis) y catabolismo (degradación) durante el proceso de desarrollo y biológicamente, está ligada a la eficiencia de utilización metabólica de nutrientes, donde la energía y los sustratos proteicos del alimento se transforman en biomasa mediante procesos fisiológicos regulados por factores genéticos, endocrinos y ambientales (Collado, 2016).

Asimismo, los factores que se relacionan directamente con el ritmo de crecimiento son la selección genética y el entorno de crianza, de este último se destacan la nutrición y la alimentación de los animales, así como la salud adecuada, el manejo y las instalaciones (Sarria et al., 2019). Los incrementos de peso están en función de la calidad del alimento, los ingredientes que constituyen la ración, su calidad, textura, sabor, además de la calidad genética de los animales (Moreno, 1989).

b. Consumo de alimento

El cuy es un animal que muestra una habilidad muy desarrollada para el consumo de alimento seco, esta es superior incluso a la mostrada por los rumiantes y dependiendo del tipo de alimento que se le suministre, los cuyes consumen de 3.5 a 8 % de alimento seco de acuerdo con su peso vivo (Aliaga y Caycedo, 2009). Cuando la alimentación del cuy se desarrolla de manera mixta, la proteína es obtenida por el consumo de la ración balanceada y por el consumo de forraje, por lo que, si se usan forrajes, la respuesta en términos de crecimiento será mejor a la que se obtiene con gramíneas, en tanto si el forraje es de baja calidad, el animal requerirá consumir mayor cantidad de concentrado para satisfacer sus requerimientos nutricionales (Meza et al., 2014).

El cuy consume alimento en función de su tamaño, estado fisiológico, densidad energética de la ración y de la temperatura ambiental (Caycedo, 2000). El consumo de materia seca en promedio se encuentra en 49 g/cuy/día, aumentando el consumo de alimento balanceado si es que se restringe el consumo de forraje, aunque dicho aumento puede variar ya que está influenciado por el nivel energético de la dieta (Cerna, 1997).

c. Conversión alimenticia

Mac-Loughlin (2013) señala que este parámetro constituye un indicador fundamental para analizar el rendimiento físico al finalizar un ciclo de alimentación; refleja la cantidad de alimento necesaria para generar una unidad de producto animal, como carne o leche, y está condicionado por múltiples factores, tales como la calidad nutricional de la dieta, el esquema de suministro de la ración, la genética, el estado sanitario y el manejo zootécnico; cuando alguno de estos aspectos presenta deficiencias, se incrementa el requerimiento alimenticio por unidad de producto, lo que repercute negativamente en la eficiencia de conversión.

En cuyes, la experiencia indica que, al reemplazar la parte forrajera de la dieta por un concentrado, se mejora la eficiencia de conversión de alimento en ganancia de peso, esto se debe a que el valor calculado en términos absolutos disminuye y cuando los cuyes se alimentan únicamente con forraje, este índice se sitúa entre 7 y 8 (Aliaga y Caycedo, 2009). No obstante, dependiendo de la proporción de concentrado utilizada, este valor puede descender entre 4 y 5, siendo incluso menor en los animales en las primeras etapas de vida (Escobar y Espinoza, 2016).

d. Rendimiento de carcasa

El canal o carcasa se conoce como aquella estructura que está formada por aquel conjunto de estructuras anatómicas que permanecen después de que el animal ha sido insensibilizado, sacrificado, desollado y eviscerado, quedando sin la cabeza, las extremidades (manos y patas) y la cola (Robaina, 2016).

La variación de este porcentaje depende del sistema de alimentación utilizado durante el engorde y acabado, especialmente por el contenido del tracto digestivo, que se ve influenciado por el tiempo de ayuno; la calidad de la canal es el resultado de diversos factores, entre los que se incluyen la edad, la nutrición, la raza, así como los cambios bioquímicos y fisiológicos que ocurren después del sacrificio; otros aspectos como las condiciones de almacenamiento, el manejo previo al sacrificio, el transporte, el descanso y la disponibilidad de agua en los corrales, además del trato recibido y el método de sacrificio, incluida la insensibilización y el desangrado, también afectan la calidad de la canal; la mayoría de estos factores son controlables (Quintana y Díaz, 2005).

4.2.11. Curva de crecimiento en cuyes

En todas las especies animales, el inicio de la vida ocurre con la fecundación del óvulo, cuyo peso es mínimo; posteriormente, después del nacimiento, los animales crecen hasta alcanzar un peso correspondiente a su madurez, el cual varía según la especie y el genotipo del individuo,

el crecimiento posnatal puede representarse mediante una curva sigmoidal, donde inicialmente se observa un crecimiento lento, seguido de una fase de crecimiento rápido hasta llegar a la madurez, y finalmente el crecimiento se desacelera nuevamente (Gericke y Gille, 2005; Noguera et al., 2008).

En un sistema de producción de carne en una granja, el parámetro más valorado es la ganancia de peso vivo por unidad de tiempo y la cantidad de alimento consumido, lo cual se traduce en la tasa de crecimiento; una descripción precisa de la dinámica del crecimiento puede ser útil para explicar y predecir el comportamiento productivo de los animales (Casas et al., 2010).

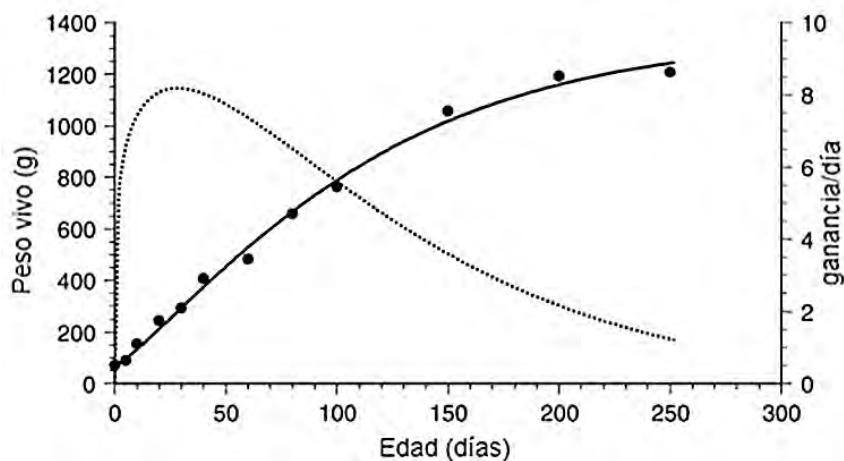
Además, el crecimiento de los animales se alinea con una curva que es sigmoidea; esta curva puede diferenciar dos etapas que son: una fase acelerada al principio de la vida, donde el crecimiento se da de manera rápida respecto a la unidad de tiempo y la parte de auto inhibición (Fowler, 1968). A partir de cierta edad, que corresponde después de la pubertad, la tasa de crecimiento se reduce, hasta que finalmente el animal alcanza la etapa de madurez (Fowler 1968). La tasa de crecimiento se refleja en el aumento de peso por unidad de tiempo, al registrar los pesos vivos en diferentes etapas, desde la concepción hasta la madurez, se puede graficar la "curva de crecimiento", esta etapa, caracterizada por la mayor intensidad del crecimiento, es de gran relevancia económica, ya que corresponde al periodo en el que los animales destinados a la producción de carne ofrecen el máximo beneficio (Gericke et al., 2005).

Al respecto, Gericke et al. (2005) observaron que la máxima tasa de crecimiento del cuy se alcanza a los 28 días de edad, con un incremento máximo de 8.17 g/día y la curva de crecimiento del peso corporal descrita sigue un patrón sigmoideo, caracterizado por una fase acelerada hasta el punto de inflexión, seguida de una desaceleración progresiva; además, el estudio realizado por el autor considera el crecimiento hasta los 250 días de edad, aunque algunos órganos (como el hígado

y las glándulas adrenales) continúan desarrollándose incluso después de este período; la curva y tasa de crecimiento del peso vivo determinada por Gericke et al. (2005), se muestra en la figura 1.

Figura 1

Curva y tasa de crecimiento del peso vivo de cuyes machos



Fuente: Gericke et al. (2005).

Factores como tamaño de camada y número de parto pueden influir en la tasa de crecimiento hasta cierta edad en los cuyes; de acuerdo con Burgos et al. (2010), los cuyes nacidos en camadas de cuatro o menos individuos presentan pesos al nacimiento y al destete son mayores hasta los 90 días de edad; sin embargo, después de ese período, los cuyes nacidos en camadas más grandes (más de cuatro crías) muestran pesos similares a aquellos de camadas menores o iguales a cuatro; en relación con el número de partos, los cuyes nacidos en el segundo y tercer parto alcanzaron los mayores pesos a los 90 y 120 días, mientras que los provenientes del cuarto parto presentaron los pesos más bajos en esas mismas edades; estas variaciones se deben al desgaste físico, fisiológico y metabólico que la hembra experimenta a lo largo de su fase reproductiva.

4.2.12. Modelamiento matemático de la curva de crecimiento

Una adecuada representación matemática del crecimiento de los animales puede servir para clarificar los patrones observados en su entorno natural, permitir la comparación de tasas de crecimiento y prever el rendimiento productivo de los animales en una empresa específica (Casas et al. 2010); en este contexto, un modelo de crecimiento bien calibrado ofrece la posibilidad de detallar aspectos clave como la precocidad, la ganancia de peso diaria, el peso adulto y el periodo que transcurre desde el nacimiento hasta alcanzar la madurez (Casas et al. 2010). Del mismo modo, elaborar un modelo de la curva de crecimiento de los animales es fundamental para mejorar las prácticas de manejo y alimentación, así como para potenciar la genética y la eficiencia productiva de los animales (Do y Miar, 2020). En este marco, se han utilizado distintos modelos matemáticos para describir el crecimiento animal, dado que dicho proceso no responde a una dinámica lineal; por ello, resulta pertinente recurrir a modelos empíricos no lineales que permitan analizar la interacción entre edad, velocidad de crecimiento y grado de madurez, con el propósito de orientar investigaciones y formular recomendaciones productivas; la estimación de parámetros con interpretación biológica dentro de funciones de crecimiento, vinculados a atributos productivos, representa una alternativa válida para los programas de selección, ya que puede contribuir a mejorar la precocidad, aumentar el peso corporal y optimizar la calidad de la carne (Noguera et al., 2008). No obstante, Do y Miar (2020) advierten que, al estructurar un programa de selección, es crucial considerar que tanto el peso máximo estimado como la tasa de crecimiento en etapa madura pueden variar según el modelo aplicado y el sexo del animal, dado que los machos tienden a desarrollarse más rápidamente y alcanzan su peso final en una etapa más tardía que las hembras.

Entre los distintos modelos matemáticos diseñados para describir la curva de crecimiento animal, destaca el modelo de Gompertz (1825), formalizado posteriormente por Winsor (1932);

este enfoque ha demostrado ser útil para interpretar tanto procesos biológicos como económicos vinculados al desarrollo corporal; el modelo plantea que la tasa de crecimiento postnatal se incrementa progresivamente hasta alcanzar un punto máximo, a partir del cual disminuye de manera asintótica; la curva generada adopta una forma sigmoidea, con un punto de inflexión que señala la edad correspondiente a la mayor velocidad de crecimiento, además de una asíntota que representa el peso máximo teórico; en las primeras etapas, se identifica una fase de latencia, caracterizada por una tasa de crecimiento casi nula, durante la cual se consolida el sistema inmunológico y se establecen los requerimientos de mantenimiento; la duración de esta fase está determinada por el parámetro delta, que indica la edad en la que la tangente al punto de inflexión corta el eje X (Devlierghere et al., 1994).

La formulación de Gompertz se fundamenta en modelos de crecimiento autorregulado, donde la tasa de incremento corporal disminuye exponencialmente tras alcanzar el punto de inflexión; en la tabla 3 se presentan las propiedades matemáticas asociadas a este modelo, el cual ha sido refinado por distintos autores con el objetivo de ajustar sus parámetros y mejorar la exactitud en la descripción del proceso de crecimiento. Winsor (1932), citado por Casas et al. (2010), contribuyó significativamente a su formalización:

$$Y = a^* \exp(-\exp(b - (c^*t)))$$

Donde:

Y: Es el peso del animal a un tiempo t

a>0: Es el peso adulto

c>0: Describe el índice de madurez o tasa específica de crecimiento

b>0: Controla diferencia entre el peso inicial y el peso final a un tiempo t

Punto de inflexión: es el punto en el tiempo donde Y=a/exp y este da un t=b/c

La curva de crecimiento descrita por el modelo de Gompertz exhibe una asimetría en torno al punto de inflexión, el cual se alcanza antes de que el animal supere el 50 % de su peso adulto; este modelo se caracteriza por una fase inicial de crecimiento acelerado y pronunciado, seguida por una desaceleración progresiva conforme se aproxima a la asíntota. Además, presenta un extenso intervalo de crecimiento lineal en las proximidades del punto de inflexión (Casas et al., 2010). Las propiedades matemáticas correspondientes al modelo parametrizado se detallan en la tabla 3:

Tabla 3

Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz parametrizado

Propiedades	
Ecuación	$Y=a^* \exp (-\exp (-k^* (t - t_i)))$
Número constante	3
Asintota	$Y = a$ (peso adulto)
Inflexión	$T=b/k$; $y=a/\exp$
Simetría	Asimétrico
Tasa de crecimiento	$dy/Tdt=k^*$ $y=\exp (b- (k^*t))=k^*y^*\ln (a/y)$
Tasa máxima de crecimiento	$(k^*a)/\exp$
Tasa relativa en función de t	$1/y$ $dy/dt=k^*\exp (b- (k^*t))$
Tasa relativa en función de t	$1/y$ $dy/dt=k(\ln a-\ln y)$

Fuente: Winsor (1932)

Por otra parte, los modelos de Bertalanffy, Gompertz y Logístico ofrecen predicciones bastante precisas sobre el peso de los animales a lo largo del tiempo; en contraste, el modelo de Brady tiende a subestimar el peso al nacimiento, sin tener en cuenta las diferencias de sexo entre los animales (Noguera et al. 2008). Además, la parametrización de los coeficientes del modelo de

Gompertz para el peso corporal y el peso de la canal proporciona información valiosa, ya que facilita la estimación de la ganancia diaria de cada variable evaluada; esto incluye la dinámica de las macromoléculas en la canal, en relación con su expresión a medida que avanza la edad (Casas et al. 2010).

Aplicando el modelo matemático de Gompertz en cuyes de ambos sexos, Noguera et al. (2008) reportaron estimaciones diferenciadas para los parámetros de crecimiento; el valor de A, correspondiente al peso en la madurez, fue de 1331.3 g en machos y 1232.4 g en hembras; para el parámetro B, asociado a la integración del modelo, se obtuvieron valores de 2.0368 en machos y 2.0152 en hembras; en cuanto al parámetro K, que representa la velocidad de aproximación a la madurez, se estimó en 0.028 g/día para machos y 0.0306 g/día para hembras; los resultados indican que, si bien los machos alcanzan un peso maduro superior, las hembras presentan una mayor tasa de crecimiento, logrando llegar a la madurez en menor tiempo; las tasas de crecimiento diarias estimadas por los modelos oscilaron entre 0.0079 y 0.0471 g/día en machos, y entre 0.0106 y 0.0486 g/día en hembras; estos hallazgos sugieren que un valor elevado del parámetro K está vinculado a una mayor rapidez en el desarrollo hacia el peso adulto, lo que implica que animales con valores altos de K alcanzan la madurez más tempranamente, incluso si parten de pesos iniciales similares a aquellos con valores más bajos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar de ejecución del estudio

La investigación se llevó a cabo en la Sala de Bioenergética en Cuyes (SIBEc), unidad adscrita al Laboratorio de Nutrición, Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Zootecnia, perteneciente a la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). Dichas instalaciones están localizadas en el Centro Agronómico K'ayra, ubicado en el distrito de San Jerónimo, en el departamento de Cusco.

5.1.1. *Coordenadas UTM*

Este : 188618.30 m
 Norte : 8499515.41 m
 Altura : 3215 m
 Zona : 19 L
 Datum : WGS84 (Camargo, 2022)

5.1.2. *Ubicación Política*

Región : Cusco
 Provincia : Cusco
 Distrito : San Jerónimo
 Sector : Centro Agronómico K'ayra (Camargo, 2022)

5.1.3. *Ubicación Geográfica*

Latitud : 13°33'24.29"
 Longitud : 71°52'30.61
 Altitud : 3214 m.s.n.m. (Camargo, 2022)

Zona : 19 L
 Datum : WGS84 (Camargo, 2022)

5.1.4. Datos climáticos

El clima en el Centro Agronómico K'ayra, según SENAMHI, se caracteriza por ser templado frío, con una temperatura más alta en octubre (21.7°C); la temperatura más baja se da en julio (-1.6°C) y llueve con mayor intensidad en enero (156.32 mm/mes) (SENAMHI, 2020); en la tabla 4 se presentan los datos climáticos del Centro Agronómico K'ayra.

Tabla 4

Datos climáticos del lugar de estudio

Mes	Temperatura (°C)			Humedad (mm/día)	Precipitación
	Máx.	Min.	Relativa (%)		
Setiembre	23.2	2.1	70.8	0.2	
Octubre	22.7	4.9	69.9	0.7	
Noviembre	24.7	6.7	71.2	0.8	
Diciembre	22.1	7.8	73.7	2.1	

Nota. Modificado de base de registro del SENAMHI (2024)

Figura 2*Ubicación del experimento*

Fuente: Google Earth (2024)

5.2. Materiales

5.2.1. Material Biológico

El estudio se desarrolló con una muestra conformada por 60 cuyes machos mejorados tipo 1, con una edad inicial de 15 días y un peso promedio de 420.7 ± 19.6 g.

5.2.2. Materiales y equipos de campo

- Balanza electrónica.
- Cámara fotográfica
- Fichas de registro

- Libreta de campo
- Comederos
- Bebederos
- Baldes de 20 litros
- Amonio cuaternario
- Formaldehido
- Vitamina C

5.2.3. Material de laboratorio

- Bandejas de plástico para muestras 335 cm de largo, 260 cm de ancho, 60 mm de espesor
- Espátula de laboratorio
- Bolsas con cierre hermético 17.8 cm de ancho y 20.5 cm de alto
- Mortero de porcelana.

5.2.4. Material de escritorio

- Hojas bond A-4
- Bolígrafos
- Laptop
- Impresora

5.2.5. Equipos de laboratorio

- Estufa de convención forzada modelo FEC 720 marca Binder
- Analizador elemental CHNS de modelo 2400 series II marca Perkin Elmer
- Balanza electrónica de precisión de 1 g Sartorius modelo Quintix

5.3. Instalaciones

Durante el estudio se utilizaron 20 unidades experimentales tipo poza, delimitadas con muros de malla, cada una con dimensiones de 1.4 metros de longitud, 1.0 metro de ancho y 0.4 metros de altura, divididas en dos secciones, y se optó por la cascarilla de arroz como cama para las pozas; cada poza contó con comederos y bebederos. Además, se instalaron dos calefactores de resistencia para regular la temperatura durante la noche, manteniéndola entre un máximo de 24°C y un mínimo de 13°C.

5.4. Métodos de estudio

5.4.1. *Tipo de estudio*

La investigación fue experimental, dado que se evaluó en cómo se manifiestan el peso corporal, la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia, el rendimiento de carcasa y la curva de crecimiento bajo condiciones controladas, permitiendo identificar patrones, tendencias y diferencias observables entre tratamientos.

5.4.2. *Selección de animales*

Se realizó la selección de cuyes machos jóvenes provenientes de la Dirección Regional de Agricultura y Riego Cusco del centro de producción de (Huayllapampa) San Jerónimo, descartándose previamente aquellos animales que presentaban defectos morfológicos, como polidactilia, malformaciones visibles o signos de enfermedades, con el fin de asegurar la homogeneidad y sanidad del lote experimental.

5.5. Manejo de animales

5.5.1. *Limpieza y desinfección*

Al comenzar el experimento, se realizó la limpieza y desinfección del galpón utilizando una solución compuesta por amonio cuaternario y formaldehído, en una concentración de 8

mililitros por cada 16 litros de agua, para desinfectar las pozas mediante aspersión; posteriormente, las pozas se sometieron a aireación durante siete días antes de introducir los cuyes como material biológico; este proceso asegura un ambiente controlado y adecuado para el desarrollo del estudio.

5.5.2. *Adaptación de animales*

Esta fase se extendió por siete días, durante los cuales se proporcionó una ración diaria de 100 g de alfalfa y 50 g de alimento balanceado, distribuidos en dos horarios (8 a.m. y 4 p.m.); posteriormente, se ofreció únicamente alimento balanceado de manera *ad libitum*, ajustando progresivamente la cantidad según el consumo de los animales.

5.5.3. *Suministro de vitamina C*

La vitamina C se administró en el agua siguiendo las recomendaciones del NRC (1995), dos veces al día (8:00 a. m. y 3:00 p. m.), a una concentración de 200 mg por litro de agua.

5.5.4. *Tratamientos*

Las dietas experimentales que constituyen los tratamientos fueron los siguientes:

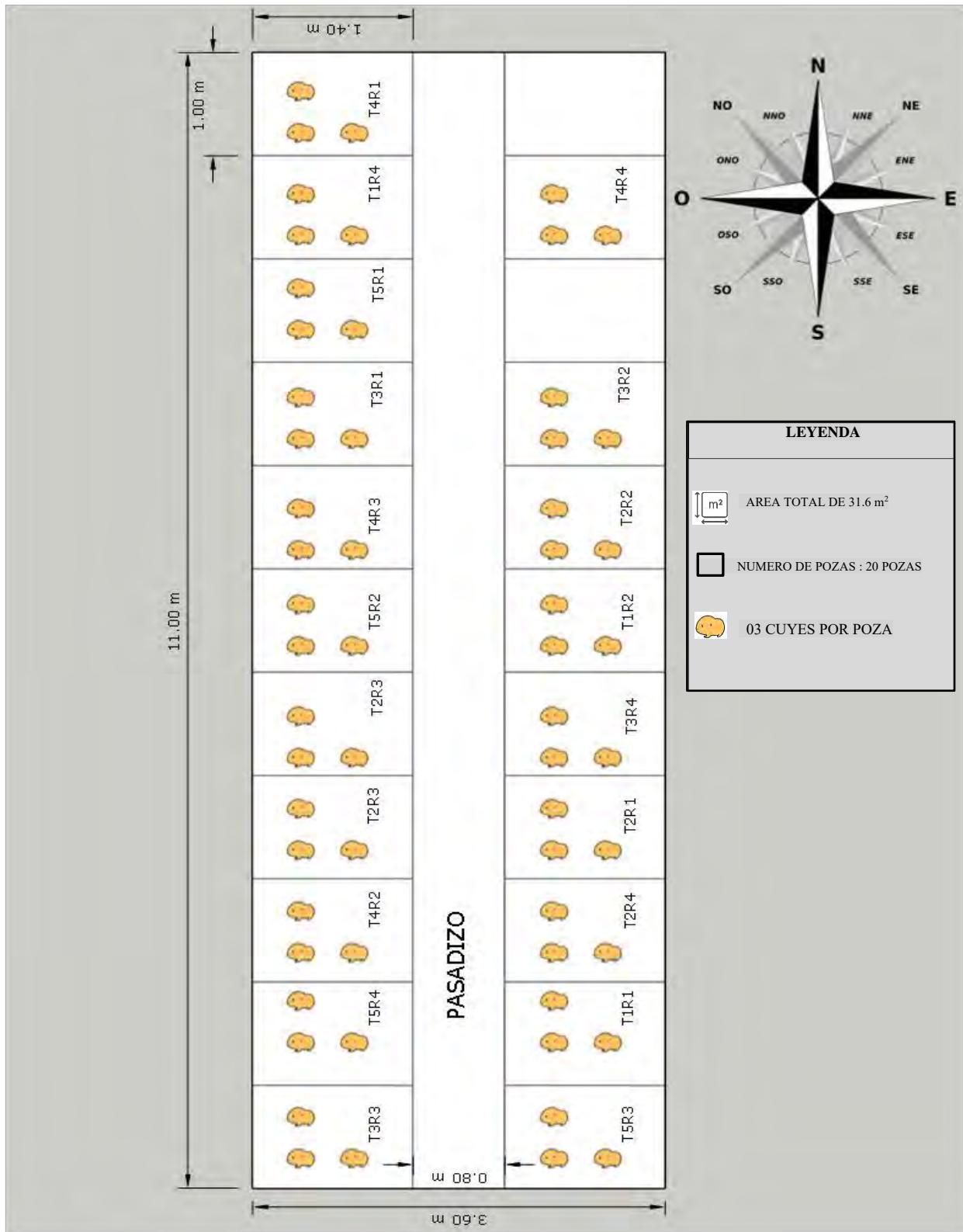
T1 = dieta balanceada con 5 % de fibra dietaria

T2 = dieta balanceada con 7.5 % de fibra dietaria

T3 = dieta balanceada con 10 % de fibra dietaria

T4 = dieta balanceada con 12.5 % de fibra dietaria

T5 = dieta balanceada con 15 % de fibra dietaria

Figura 3*Distribución de las unidades experimentales*

5.5.5. Preparación de dietas experimentales

Las dietas experimentales se formularon considerando cinco niveles de fibra: 5.0 %, 7.50 %, 10.0 %, 12.50 % y 15 %; en la tabla 5 se presentan las distintas dietas con estos niveles de fibra, utilizadas en el estudio.

Tabla 5

Dietas Experimentales para el Estudio de Fibra en cuyes- Crecimiento

Ingredientes	5.0 % FC	7.50 % FC	10.0 % FC	12.50 % FC	15 % FC
Maíz	34.46	34.10	10.00	0.00	0.00
Cebada	21.70	8.86	16.78	7.15	5.81
Alfalfa	3.00	10.00	10.62	13.98	15.41
Torta de soya	23.61	19.89	16.42	15.47	5.09
Afrecho de trigo	9.43	18.59	24.80	35.65	30.67
Aceite	2.50	2.00	2.00	2.00	2.00
Avena	2.19	4.01	14.36	18.42	23.14
Maíz coronta	0.00	0.00	2.50	5.00	15.00
Carbonato de Calcio	1.14	0.80	0.77	0.62	0.51
Fosfato dicálcico	1.30	1.13	1.12	1.08	1.28
Sal	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Dl-Metionina	0.07	0.04	0.06	0.06	0.20
Lisina	0.02	0.00	0.00	0.00	0.32
Bicarbonato de sodio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Premix	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Colina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Fuente: Programa Maximizador

5.5.6. Análisis químico de las dietas

La composición de las dietas para cuyes utilizadas en el estudio, se analizó mediante espectrometría de infrarrojo cercano (NIR) para determinar su composición química, considerando los diferentes tratamientos basados en el nivel de fibra; en la tabla 6 se muestra el detalle del análisis de la composición química de las dietas experimentales mediante NIR.

Tabla 6

Análisis de composición química de las dietas experimentales mediante NIR

Componente (%)	T1	T2	T3	T4	T5
ADL (Lignina Ácido Detergente)	1.0	2.4	3.9	4.9	5.8
Almidón	40.3	34.6	27.7	21.7	21.9
Calcio	1.4	1.5	1.4	1.2	1.0
Cenizas	4.5	4.8	4.8	4.9	4.3
FDA	6.7	9.8	14.0	17.1	20.2
FDN	15.2	19.4	25.9	30.3	35.0
Fibra	5.6	6.9	9.1	10.9	13.0
Fosforo	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Humedad	10.6	10.2	10.1	9.9	9.8
Grasa	6.2	6.1	6.3	6.5	6.1
Proteína	17.8	17.6	16.8	17.1	13.9

Nota: T1: 5 % FC; T2: 7.5 % FC; T3: 10 % FC; T4: 12.5 % FC; T5: 15 % FC

5.5.7. Beneficio de los animales

Con el objetivo de calcular el rendimiento de carcasa en términos porcentuales, se procedió al sacrificio de 15 cuyes machos, distribuidos en tres individuos por cada tratamiento experimental.

Previamente, los animales fueron sometidos a un periodo de ayuno de 24 horas; el procedimiento de sacrificio incluyó la desnucación, seguida de una incisión precisa en la región cervical sobre la vena yugular, permitiendo el sangrado durante un lapso de dos minutos; posteriormente, se sumergieron en agua a 85°C para el escaldado, facilitando el desollado y depilado; se realizó una incisión con cuchillo de acero inoxidable a lo largo del abdomen para extraer las vísceras, cuidando de remover la vesícula biliar sin dañarla. Asimismo, se realizó la incisión en las regiones bucal y anal. Posteriormente, la carcasa fue lavada con agua a presión para remover los residuos de sangre, y luego se secó utilizando paños esterilizados antes de proceder a su pesaje y evaluación del rendimiento. En este contexto, la carcasa incluye la estructura ósea y muscular, la piel, la cabeza, las extremidades, así como órganos internos como el corazón, los pulmones, el hígado y los riñones.

5.6. Variables en estudio

A. Variables independientes

- Niveles de inclusión de fibra dietaria (5 %, 7.5 %, 10 %, 12.5 % y 15 %)

B. Variables dependientes

- Parámetros productivos (ganancia en peso, conversión alimenticia, consumo de alimento y rendimiento de carcasa).
- Curva de crecimiento (tasa de crecimiento, peso a la madurez, edad para maximizar la tasa de crecimiento).

5.7. Variables evaluadas en las características productivas

5.7.1. Peso Vivo

El registro del peso se efectuó cada 15 días, al momento de recepcionar a los cuyes para dar inicio a la evaluación, luego se realizó el pesaje a los 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días, con el fin

de monitorear su crecimiento. Las mediciones se realizaron a las 8:00 a. m., previo al suministro del alimento, empleando un recipiente de cartón dispuesto sobre una balanza previamente calibrada, con el fin de reducir posibles errores en los registros.

5.7.2. *Ganancia de peso*

Fue registrada cada 15 días por unidad experimental (poza), calculándose mediante la diferencia entre el peso final y el peso inicial; de igual forma, la ganancia total se obtuvo restando el peso registrado al momento del destete del peso alcanzado al término de las doce semanas de evaluación.

5.7.3. *Consumo de alimento*

El registro del consumo de alimento se realizó de forma diaria para cada unidad experimental (poza), determinándose mediante la diferencia entre la cantidad ofrecida y el residuo no consumido observado a lo largo de los tres meses de evaluación.

5.7.4. *Conversión alimenticia*

La eficiencia en la conversión alimenticia se calculó dividiendo el consumo total de alimento entre la ganancia de peso vivo, lo que permite evaluar la capacidad del animal para transformar el alimento ingerido en masa corporal. Para ello, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo total de alimento en MS (g)}}{\text{Ganancia total de peso vivo (g)}}$$

5.7.5. *Rendimiento de carcasa*

La evaluación del rendimiento de carcasa, expresado en porcentaje, se realizó mediante el sacrificio de 15 cuyes machos, distribuidos en tres individuos por tratamiento; para este cálculo, se consideró el peso de la carcasa incluyendo la estructura ósea y muscular, la piel, las

extremidades y los órganos nobles (corazón, pulmones, hígado y riñones), el cual fue dividido entre el peso vivo registrado tras el periodo de ayuno, conforme a la siguiente fórmula:

$$Rendimiento\ de\ carcasa\ (\%) = \frac{Peso\ de\ carcasa}{Peso\ vivo\ con\ ayuno} * 100$$

5.7.6. Curva de crecimiento

Para determinar “la curva de crecimiento de los cuyes” machos se determinó “con los datos obtenidos de los pesos vivos” cada 15 días desde el destete hasta los 105 días “de edad” y para describir y analizar la dinámica de crecimiento de los animales se empleó la ecuación de crecimiento de Gompertz (1825), el cual es determinado en la siguiente ecuación:

$$Peso\ (t) = ae^{-be^{-ct}}$$

Entonces:

$$Ganancia\ de\ peso = B * peso \left(\ln \left(\frac{A}{peso} \right) \right)$$

Donde:

A = Peso a la madurez.

B = Tasa de crecimiento.

T = Edad óptimo para maximizar la tasa de crecimiento

Es así que, el modelo propuesto muestra el punto de máxima tasa de crecimiento que está definida por:

$$t_{max} = \frac{\ln(b)}{c}$$

Tmáx: Edad en que se alcanza la máxima tasa de crecimiento del animal

b: Parámetro de escala relacionado con el tamaño inicial del animal y su tasa de crecimiento inicial.

c: Tasa relativa de crecimiento o rapidez con que disminuye la tasa de crecimiento con el tiempo.

5.8. Análisis estadístico

La investigación se condujo bajo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), en el que se evaluaron cinco tratamientos dietarios definidos por el nivel de fibra cruda en la ración (5, 7.5, 10, 12.5 y 15 %); se establecieron cuatro repeticiones por tratamiento, constituyendo un total de 20 unidades experimentales (5 tratamientos \times 4 repeticiones). La unidad experimental fue la poza, debido a que el tratamiento (dieta) se aplicó a nivel de poza y los animales compartieron comedero, ambiente y manejo; por tanto, para evitar pseudoreplicación, el análisis estadístico consideró como observación independiente el promedio por poza. En cada poza se alojaron tres cuyes machos, siendo un total de 60 animales (20 pozas \times 3 cuyes). La asignación de tratamientos a las pozas se realizó de forma aleatoria, garantizando independencia entre unidades y controlando sesgos de asignación. Este esquema experimental fue aplicado de manera uniforme a todas las variables analizadas: peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. Para el procesamiento estadístico, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas; una vez confirmados, se procedió con un análisis de varianza (ANOVA) para identificar el efecto de los tratamientos. En los casos donde se detectaron diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, estableciendo un nivel de confianza del 95 %. El modelo aditivo lineal empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la observación en la unidad experimental

μ = Parámetro, efecto medio

t_i = parámetro, efecto del tratamiento (dietas con diferentes niveles de fibra)

ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Parámetros productivos

6.1.1. *Peso vivo en cuyes machos*

La Tabla 7 y el Anexo 4 correspondientes al análisis de varianza muestran el peso promedio de los cuyes machos alimentados con diferentes niveles de fibra dietaria en la etapa de crecimiento y acabado; se observa que, a lo largo del desarrollo (desde los 15 hasta los 105 días), no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

Los pesos registrados al inicio de la evaluación oscilaron entre 415.50 y 440.25 g, mientras que, durante la etapa de crecimiento, los pesos variaron entre 734.42 y 785.13 g, en la etapa de acabado 1 los pesos fluctuaron entre 807.50 y 880.04 g, finalmente en la etapa de acabado 2, se observaron pesos entre 1141.08 y 1229.50 g

Los hallazgos obtenidos en el presente estudio coinciden a lo reportado por Condori (2014), quien encontró que distintos niveles de fibra (6 %, 8 % y 10 %) no influyeron significativamente en el peso vivo durante la etapa de inicio y crecimiento. Por su parte, Ramírez et al. (2023) reportaron el peso corporal en los cuyes a los 49 días de 753 g, 568 g a los 63 días y 1020 g a los 105 días de edad; tales pesos resultan similares a lo obtenido en la presente investigación en la etapa de crecimiento y acabado 2. Por otro lado, el estudio de Tapasco (2024) observó diferencias significativas en el peso vivo durante la etapa de crecimiento al suministrar una dieta con 6 % FC mezclada con forraje verde, alcanzando un peso promedio de 995.53 g, siendo superior a lo observado en la investigación.

De otro lado, Ortega (2019) observó que dietas con niveles bajos de fibra (9.1 %) permitieron alcanzar un mayor peso vivo de 665 g en cuyes de 64 días de edad; de manera similar, Azanza (2019) reportó diferencias estadísticas significativas en el peso vivo final de los cuyes al

incrementar el nivel de fibra en la dieta hasta 15 % FC, obteniendo un peso de 701 g; así también, Riofrio (2019) reportó un peso de 760 g a los 64 días de edad al suministrar 10% FC, mientras que Angamarca (2019), reportó que los animales alimentados con 13 % FC fibra alcanzaron un peso final de 996 g; asimismo, Bustamante (2022), también reportó diferencias significativas en el peso final a favor del tratamiento con menor nivel de fibra (5 %) que alcanzó 826.48 g a los 60 días de edad; estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

De manera general, los hallazgos alcanzados sugieren que los distintos niveles de fibra no influyeron significativamente en el peso corporal de los cuyes, lo que podría atribuirse a que, durante el desarrollo, el sistema digestivo del cuy, particularmente el ciego y el colon, permite una eficiente fermentación de la fibra, lo que compensa las diferencias en su proporción dietética. Además, en la edad de crecimiento, el requerimiento energético y proteico es prioritario para el desarrollo del animal, y la fibra actúa más como un regulador del tránsito intestinal, sin influir directamente en el incremento de peso. En las etapas de acabado, si bien el nivel de fibra podría modificar la digestibilidad total, los tratamientos evaluados no alcanzaron un umbral de exceso o deficiencia que afecte negativamente la ganancia de peso, debido a que los niveles empleados no alteraron de forma significativa la disponibilidad de nutrientes, manteniendo un desarrollo homogéneo entre los grupos (Caycedo, 1992).

Tabla 7

Peso vivo promedio de cuyes machos (g) alimentados con diferentes niveles de fibra durante las etapas de crecimiento y acabado

Edad	T1	T2	T3	T4	T5	Valor p
	5 % FC	7.5 % FC	10 % FC	12.5 % FC	15 % FC	
Inicio de evaluación (15 días)	440.25	427.50	430.75	419.25	415.50	0.32
Crecimiento (15 a 45 días)	736.58	734.42	738.20	744.33	785.13	0.68
Acabado 1 (46 a 60 días)	807.50	825.92	861.33	862.83	880.04	0.65
Acabado 2 (61 a 105 días)	1190.67	1141.08	1162.71	1229.50	1199.13	0.64

6.1.2. Ganancia de peso en cuyes machos

La Tabla 8 y Anexo 7 muestran los resultados del análisis de varianza de la ganancia de peso promedio de cuyes machos alimentados con distintos niveles de fibra dietaria durante las etapas de crecimiento y acabado; en la etapa de crecimiento (15 a 45 días) y acabado 1 (45 a 60 días) no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p>0.05$), lo que indica que los niveles de fibra evaluados no influyeron de manera diferenciada sobre la ganancia de peso en estas fases iniciales; en la etapa de acabado 2 (60 a 105 días) se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$).

La ganancia de peso osciló entre 301.38 y 383.17 g, destacando el tratamiento con 5 % de fibra, que alcanzó la mayor ganancia (383.17 g) y difirió significativamente del tratamiento con 10 % de fibra, el cual presentó la menor ganancia (301.38 g). Los tratamientos con 7.5 %, 12.5 % y 15 % de fibra registraron valores intermedios de 315.17, 366.67 y 319.08 g, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos.

Esta diferencia se explica porque el incremento del nivel de fibra reduce la densidad energética real de la dieta, aun cuando las formulaciones sean isoenergéticas en términos calculados. En cuyes, animales herbívoros fermentadores cecales, una mayor proporción de fibra estructural incrementa el volumen del contenido gastrointestinal, prolonga el tiempo de retención y limita el consumo voluntario, especialmente en la etapa de acabado, donde el crecimiento depende de una alta disponibilidad de energía metabolizable para la deposición de tejido muscular. Así, dietas con menor contenido de fibra (5 %) permiten un mayor consumo efectivo de energía, traduciéndose en una mayor ganancia de peso (Gidenne et al., 2004).

La ganancia de peso registrado en la etapa de crecimiento osciló entre 296.33 y 369.63 g, mientras que en la etapa de acabado 1 la ganancia varió entre 70.92 a 123.13 g, y en la etapa de acabado 2, el tratamiento con 5% de fibra obtuvo una mayor ganancia de 383.17 g, seguido del tratamiento con 12.5% de fibra (366.67 g), el de 15% (319.08 g) y el de 7.5% (315.17 g); en contraste, el tratamiento con 10% de fibra mostró la menor ganancia de peso (301.38 g).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Bustamante (2022), quien evaluó dietas con 5 % y 7 % de fibra y encontró que el nivel más bajo permitió una mayor ganancia de peso en cuyes en fase avanzada, registrando aproximadamente 375 g a los 60 días de edad, valor cercano al observado en el presente estudio con 5 % de fibra (383.17 g) en el periodo de acabado 2.

De forma similar, Paredes y Goicochea (2021) reportaron ganancias diarias máximas de 10.83 g/día en cuyes alimentados con dietas que contenían 30 % de FDN y 15 % de almidón, indicando que proporciones intermedias de fibra estructural pueden limitar la eficiencia del crecimiento, lo que coincide con las menores ganancias observadas en los tratamientos con 7.5 y 10 % de fibra (315.17 y 301.38 g, respectivamente).

Asimismo, Ramírez et al. (2023) encontraron diferencias estadísticas en la ganancia acumulada de peso, registrando 197 g a los 35 días y hasta 1 020 g a los 105 días, cuando se emplearon dietas con niveles de fibra entre 6 y 10 %, resultados que guardan relación con las ganancias intermedias observadas en el presente estudio para los tratamientos con 7.5 y 10 % de fibra durante la fase de acabado.

En contraste, Azanza (2019) reportó una mayor ganancia total de peso con niveles altos de fibra, alcanzando 701 g con 15 % de fibra cruda frente a 634 g con 12 %, diferencia atribuida a la fuente de fibra utilizada (alfalfa) y a una posible adaptación digestiva de los animales; esta discrepancia evidencia que el efecto de la fibra depende no solo de su nivel, sino también de su calidad, fermentabilidad y condiciones de manejo.

Por su parte, Angamarca (2019) evaluó dietas con 11 % y 13 % de fibra cruda, registrando una reducción de la ganancia media diaria de hasta -2.99 g a la sexta semana de edad con el mayor nivel de fibra, resultado que respalda lo observado en el presente estudio, donde el incremento del contenido de fibra se asoció a una menor eficiencia de ganancia de peso en la etapa de acabado.

Desde el punto de vista fisiológico, estas diferencias pueden explicarse porque en la etapa final del engorde, dietas con menor contenido de fibra presentan una mayor densidad energética real y digestibilidad, favoreciendo la deposición de tejido muscular. En contraste, niveles elevados de fibra incrementan el volumen del contenido gastrointestinal, reducen la disponibilidad energética efectiva y pueden limitar el consumo neto de nutrientes, lo cual resulta crítico en la fase de acabado, caracterizada por una alta demanda energética para la deposición de tejido muscular (Tarrillo et al., 2018).

Tabla 8

Ganancia de peso promedio (g) de cuyes machos alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de fibra durante las etapas de crecimiento y acabado

Edad	T1	T2	T3	T4	T5	Valor P
	Fibra 5 %	Fibra 7.5 %	Fibra 10 %	Fibra 12.5 %	Fibra 15 %	
Crecimiento (15 a 45 días)	296.33	306.92	307.46	325.08	369.63	0.38
Acabado 1 (45 a 60 días)	70.92	91.50	123.13	118.50	94.92	0.15
Acabado 2 (60 a 105 días)	383.17 c	315.17 ab	301.38 a	366.67 bc	319.08 ab	0.002
Total (15 a 105 días)	750.42	713.58	731.96	810.25	783.63	0.51

6.1.3. Consumo de alimento en cuyes machos

La Tabla 9 y el Anexo 12 correspondientes al análisis de varianza muestran el consumo promedio de alimento de cuyes machos alimentados con diferentes niveles de fibra dietaria en la etapa de crecimiento y acabado; se observa que, a lo largo del desarrollo (desde los 15 hasta los 105 días), no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p>0.05$).

El consumo registrado en la etapa de crecimiento osciló entre 1352.92 y 1475.83 g, mientras que durante la etapa de acabado 1 varió entre 852.08 y 864.50 g; finalmente, en la etapa de acabado 2, se observó un consumo entre 2628.50 y 3032.17 g.

La ausencia de diferencias estadísticas en el consumo no implica que la fibra no tenga efecto, sino que, dentro del rango de niveles evaluados (5 a 15 %), los cuyes regularon su ingestión de alimento de manera similar, manteniendo un consumo relativamente estable entre tratamientos; este comportamiento es característico de los cuyes como fermentadores cecales, los cuales presentan una alta capacidad de adaptación del consumo frente a variaciones moderadas en la composición de la dieta, especialmente cuando las raciones son formuladas de manera balanceada. (Gidenne et al., 2020)

Este comportamiento difiere parcialmente de lo reportado por Azanza (2019), quien encontró diferencias estadísticas en el consumo en la décima semana de edad, registrando un valor de 27.67 g/día con una dieta que contenía 12 % de fibra cruda, lo que podría atribuirse a diferencias en la fuente de fibra y en la formulación de la dieta. No obstante, los resultados del presente estudio son consistentes con lo reportado por Angamarca (2019), quien registró consumos medios diarios de 42.5 g/día con 11 % de fibra y 41.7 g/día con 13 % de fibra, valores cercanos al rango observado en este experimento, evidenciando una respuesta adaptativa similar.

Asimismo, Ortega (2019) reportó consumos diarios de 27.8 g/día y 28.4 g/día con niveles de 8.5 % y 9.1 % de fibra, respectivamente, valores inferiores a los observados en el presente estudio, lo cual podría estar influenciado por diferencias en el nivel de inclusión, la fuente fibrosa y el sistema de alimentación. De forma concordante, Riofrío (2019) no encontró diferencias significativas en el consumo al evaluar dietas con 10 % y 12 % de fibra, registrando consumos de 36.5 g/día y 36.2 g/día, lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio.

Por su parte, Ramírez et al. (2023) reportaron un consumo acumulado de 497 g a los 35 días y 4 490 g a los 105 días en cuyes alimentados con dietas que contenían 12.2 % de fibra cruda, lo que refuerza la idea de que dietas con mayor proporción de fibra pueden inducir incrementos en el consumo, como un mecanismo fisiológico de compensación frente a una menor densidad energética, aunque este incremento no siempre es estadísticamente detectable.

En general, los resultados sugieren que, dentro del rango de fibra evaluado, los cuyes machos fueron capaces de ajustar su ingesta de alimento sin generar diferencias estadísticas entre tratamientos, lo cual no invalida el efecto de la fibra, sino que indica que su influencia se manifiesta principalmente sobre la digestibilidad, la densidad energética real y la eficiencia productiva, más que sobre el volumen total de alimento consumido (Solórzano y Sarria, 2014).

Tabla 9

Consumo promedio de alimento (g) en cuyes machos alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de fibra durante las etapas de crecimiento y acabado

Edad	T1	T2	T3	T4	T5	p-valor
	Fibra 5 %	Fibra 7.5 %	Fibra 10 %	Fibra 12.5 %	Fibra 15 %	
Crecimiento (15 a 45 días)	1352.92	1371.17	1369.33	1475.83	1475.50	0.36
Acabado 1 (45 a 60 días)	864.50	853.83	852.08	902.92	855.17	0.91
Acabado 2 (60 a 105 días)	2628.50	2800.58	2649.33	3032.17	2924.50	0.33
Total (15 a 105 días)	4845.92	5025.58	4870.75	5410.92	5255.17	0.36

6.1.4. Conversión alimenticia en cuyes machos

La Tabla 10 y el Anexo 16 correspondientes al análisis de varianza muestran la conversión promedio de cuyes machos alimentados con diferentes niveles de fibra dietaria en la etapa de crecimiento y acabado; se observa que, a lo largo del desarrollo (desde los 15 hasta los 105 días), no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p>0.05$).

Los cuyes, como herbívoros fermentadores cecales, poseen una alta capacidad de autorregulación digestiva e ingestiva que les permite compensar variaciones moderadas en la dieta. En este contexto, la fibra puede modificar la digestibilidad y la densidad energética; sin embargo, cuando estos cambios son leves, su impacto sobre la conversión puede no ser detectable estadísticamente, principalmente cuando las dietas están balanceadas y el consumo no es limitante (NRC, 2012).

La conversión alimenticia registrada en la etapa de crecimiento osciló entre 4.17 y 4.70 g, mientras que en la etapa de acabado 1 fluctuó entre 7.47 y 12.43 g; finalmente, en la etapa de acabado 2, se observó una eficiencia alimenticia entre 6.85 y 9.33 g.

Estos resultados difieren de lo reportado por Tallacagua (2019), quien obtuvo una conversión de 4.79 al incluir 15 % de broza de quinua, mientras que Condori (2014) señaló una mejor eficiencia (3.34) en cuyes alimentados con dietas que contenían 6 % de fibra en la etapa de crecimiento. Sin embargo, los hallazgos del presente estudio coinciden con Tapasco (2024), quien solo encontró diferencias significativas en la etapa de inicio, reportando una conversión de 2.85 con 6 % de fibra cruda, sin diferencias en las etapas posteriores ni en la conversión total.

De igual manera, Paredes y Goicochea (2021) reportaron mejores índices de conversión en dietas con proporciones moderadas de fibra detergente neutra y almidón (4.87 y 4.97), mientras que dietas con exceso de almidón mostraron conversiones menos eficientes (6.57). En contraste, Ramírez et al. (2023) observaron diferencias estadísticas al incluir 12.2 % de fibra, con conversiones más eficientes a los 35 días (3.47) y 49 días (3.94), lo que evidencia que el efecto de la fibra sobre la conversión depende de la edad, la etapa fisiológica y la formulación de la dieta.

No obstante, los resultados del presente estudio concuerdan con Condori (2014), quien tampoco encontró diferencias significativas en la conversión alimenticia con dietas que contenían 6 %, 8 % y 10 % de fibra, aunque se evidenció una mejor eficiencia en niveles bajos durante la etapa inicial. Asimismo, Cayetano (2016) reportó valores acumulados de conversión entre 2.36 y 2.64, inferiores a los observados en este estudio, diferencia atribuible a factores genéticos y al tipo de dieta utilizada.

De manera general, estos resultados sugieren que niveles elevados de fibra podrían afectar negativamente la eficiencia alimenticia en las etapas finales del desarrollo, posiblemente debido a una menor digestibilidad de la dieta y una mayor tasa de llenado intestinal que limita la absorción eficiente de nutrientes. Asimismo, el hecho de que en el acabado 1 no se evidenciaran diferencias significativas sugiere que niveles intermedios de fibra, como el 10 %, podrían ser adecuados para

mantener un equilibrio entre digestibilidad y funcionalidad intestinal sin comprometer la eficiencia de conversión (Mac-Loughlin, 2013; Udenar, 1995).

Tabla 10

Conversión alimenticia promedio (g) en cuyes machos alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de fibra durante las etapas de crecimiento y acabado

Edad	T1	T2	T3	T4	T5	p-valor
	Fibra 5 %	Fibra 7.5 %	Fibra 10 %	Fibra 12.5 %	Fibra 15 %	
Crecimiento (15 a 45 días)	4.70	4.49	4.54	4.59	4.17	0.93
Acabado 1 (45 a 60 días)	12.43	9.57	7.47	8.10	9.94	0.11
Acabado 2 (60 a 105 días)	6.85	8.88	8.79	8.29	9.33	0.059
Total (15 a 105 días)	6.48	7.05	6.74	6.69	6.93	0.939

6.1.5. Rendimiento de carcasa

La Tabla 11 y el Anexo 17 correspondientes al análisis de varianza muestran los resultados del análisis de rendimiento de carcaza y vísceras, diferenciando el peso y volumen del ciego. Estos resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el peso de la carcasa, rendimiento de la carcasa, peso de las vísceras, tamaño de ciego, volumen de ciego y peso del ciego ($p>0.05$) entre los niveles de fibra empleados. Sin embargo, el peso vivo previo al sacrificio fue más alto en el tratamiento con 12.5 % de FC (1235.33 g), seguido por los tratamientos con 5 % FC (1211.33 g), 15 % FC (1183.67 g) y 7.5 % FC (1148.33 g). En contraste, el tratamiento con 10 % FC presentó el valor más bajo (1133.67 g).

Aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas, se evidencian variaciones numéricas en los parámetros evaluados: el tratamiento con 5% FC presentó el mayor peso de carcasa (863.28 g) y el mayor rendimiento de carcasa (71.24%). Por otro lado, el peso de vísceras fue más elevado en el tratamiento con 12.5% FC (226.81 g). En cuanto al ciego, el mayor

tamaño se observó en el tratamiento con 7.5% FC (25.00 cm), mientras que el mayor volumen correspondió al tratamiento con 10% FC (156.67 ml), y el mayor peso se registró en el tratamiento con 12.5% FC (22.03 g).

Este hallazgo coincide con lo reportado por Condori (2014), quien tampoco encontró diferencias significativas en el rendimiento de carcasa al comparar dietas con distintos niveles de fibra; asimismo, Tapasco (2024) observó que tampoco se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de carcasa entre los tratamientos evaluados y de igual forma, los resultados de Paredes y Goicoichea (2021) muestran que, a pesar de las mejoras en el peso final y ganancia media diaria, no se informaron cambios importantes en el peso de vísceras.

Los hallazgos difieren con Cayetano (2016), quien menciona que el genotipo afectó el peso vivo y peso de carcasa en los cuyes en etapa de engorde; siendo de 81.93 % en cuyes alimentados con raciones mixtas con 8.59 % FC; estos datos permiten inferir que el aumento en el peso vivo observado en este estudio podría estar asociado a una mayor retención de tejido magro o reservas corporales sin alterar el peso de vísceras, reafirmando que el uso de fibra entre 5 % y 15 % no modifica significativamente el desarrollo de las vísceras ni el rendimiento neto en canal.

De manera general, estos resultados sugieren que, dentro del rango de niveles de fibra evaluado, la fibra dietaria no afecta de manera significativa la eficiencia de conversión del peso vivo en peso de carcasa, ni provoca alteraciones considerables en las estructuras del tracto digestivo, como el ciego. Esta estabilidad podría atribuirse a la capacidad del cuy para adaptarse a diferentes proporciones de fibra gracias a una fermentación eficiente en el ciego; además, el rendimiento de carcasa en cuyes parece estar más influenciado por la composición nutricional de la dieta, especialmente en términos de proteína y energía digestible, que guarda relación inversa con el contenido de fibra bruta (Escobar et al., 2023).

Tabla 11

Rendimiento de carcasa (%) y parámetros digestivos (g) en cuyes machos alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de fibra.

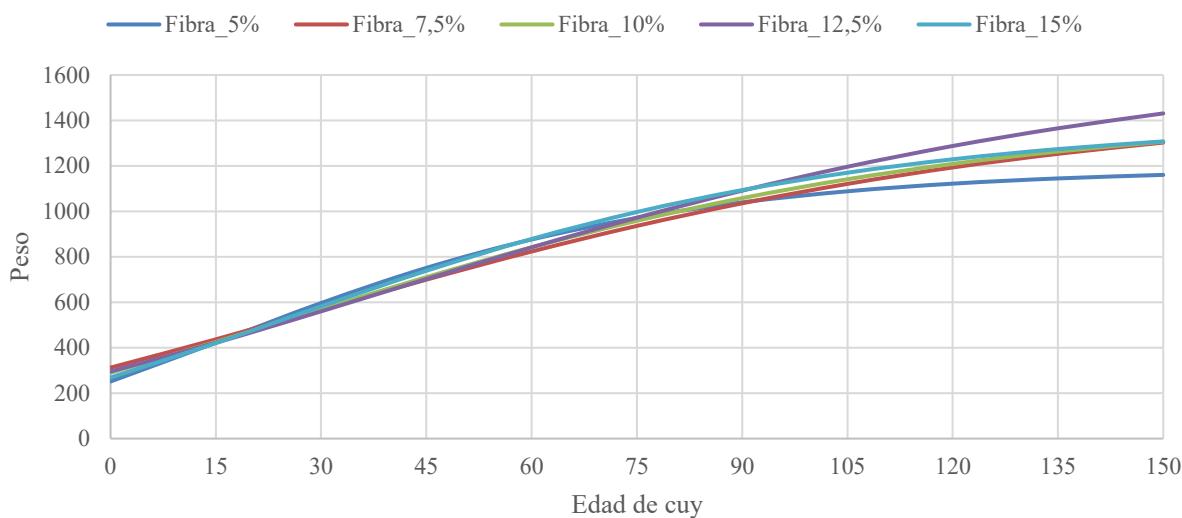
	T1	T2	T3	T4	T5	
Peso acumulado	Fibra 5 %	Fibra 7.5 %	Fibra 10 %	Fibra 12.5 %	Fibra 15 %	p-valor
Peso vivo final (g)	1211.33 ab	1148.33 ab	1133.67 a	1235.33 b	1183.67 ab	0.04
Peso carcasa fresco (g)	863.28	783.91	795.58	837.29	841.20	0.36
Rendimiento de carcasa (%)	71.24	68.20	70.18	67.76	71.02	0.47
Peso vísceras (g)	207.39	211.87	186.62	226.81	178.74	0.10
Tamaño ciego (cm)	23.17	25.00	19.83	22.00	22.67	0.38
Volumen ciego (ml)	109.67	125.00	156.67	150.00	140.00	0.13
Peso ciego (g)	20.63	19.19	16.00	22.03	18.32	0.45

6.2. Variación de la curva de crecimiento

La figura 4, correspondiente a la curva de crecimiento de los cuyes machos modelada mediante la ecuación de Gompertz muestra un patrón sigmoide característico, donde el crecimiento es acelerado en las primeras etapas y se estabiliza progresivamente conforme los animales se acercan a la madurez; donde los tratamientos con diferentes niveles de fibra (5 %, 7.5 %, 10 %, 12.5 % y 15 %) presentan curvas similares, sin diferencias marcadas en la fase de crecimiento, lo que sugiere que la variación en el contenido de fibra no tuvo un impacto significativo en la tasa de crecimiento de los cuyes hasta los noventa días, apreciándose que a partir de esta edad, el modelo muestra un efecto diferenciado en el peso, siendo el nivel del 5 % que tiende a tener menor peso y con el nivel del 12.5 % el peso es superior a todos los demás tratamientos.

Figura 4

Curva de crecimiento del peso vivo (g) en función de la edad (días) de cuyes machos



La tabla 12 y el Anexo 24 correspondientes a los parámetros de la curva de regresión Gompertz muestran diferencias en el peso a la madurez (A), la tasa de crecimiento (B) y la edad para maximizar la tasa de crecimiento (C) de los cuyes machos alimentados con distintas concentraciones de fibra ($p<0.05$).

Se observa que el grupo con 12.5 % de fibra (T4) presenta el mayor peso a la madurez (1722.97 g), seguido por el tratamiento con 7.5 % y 10 % FC, obteniendo valores de 1501.67 g y 1455.93, respectivamente, mientras que los tratamientos con 5 % y 15 % de fibra muestran valores menores de 1192.29 y 1403.75 g, respectivamente.

El parámetro B, que representa la tasa de crecimiento, muestra valores relativamente similares entre tratamientos, con ligeras variaciones que pueden estar relacionadas con diferencias en la eficiencia digestiva y metabólica y, por otro lado, el parámetro C, que indica la edad para maximizar la tasa relativa de crecimiento, presenta un valor más alto en el tratamiento con 5% FC, lo que sugiere que los cuyes en este tratamiento alcanza la madurez más rápidamente, aunque

con un menor peso final, lo que estaría asociado a la edad de los cuyes (fisiología digestiva) y su relación con el contenido nutricional de la dieta (nivel de fibra).

El punto de inflexión, que representa el momento en que el crecimiento es máximo, varía entre tratamientos, destacando que los cuyes con 12.5 % de fibra (T4) alcanzan su edad para maximizar su peso a los 37.8 días, lo que coincide con un mayor peso de 633.8 g, esto indica que una dieta con mayor fibra puede prolongar la fase de crecimiento activo, favoreciendo una mayor ganancia de peso en edades superiores.; en contraste, los tratamientos con 5 % y 15 % de fibra presentan puntos de inflexión más tempranos (16.4 y 23.9 días, respectivamente), lo que sugiere un crecimiento inicial más acelerado, pero un menor peso final.

En general, los resultados indican que el tratamiento con 12.5 % de fibra permitió a los cuyes alcanzar el mayor peso a la madurez, debido a que el crecimiento se extendió durante un periodo más largo, evidenciado por un punto de inflexión más tardío (37.8 días) y un mayor peso en ese momento (633.8 g). No obstante, este crecimiento más prolongado no se reflejó en una mayor ganancia diaria, ya que el incremento del contenido de fibra redujo la densidad energética efectiva de la dieta y desplazó el crecimiento máximo hacia edades posteriores, atenuando la intensidad del aumento diario de peso. Desde una perspectiva productiva, el punto de inflexión permite definir la edad óptima de beneficio, al representar el momento en que el animal alcanza su máxima velocidad de crecimiento; a partir de ese punto, la eficiencia disminuye progresivamente debido al incremento de los requerimientos de mantenimiento. Por ello, realizar el beneficio en edades cercanas o ligeramente posteriores al punto de inflexión permite aprovechar de manera más eficiente el potencial de crecimiento del cuy y optimizar la rentabilidad del sistema productivo.

De manera similar, Pinto (2020) encontró que la curva no posee una forma sigmoidal, dado que en la fase inicial de crecimiento es acelerada y los animales con mayor peso al nacimiento tienden a alcanzar mayores pesos finales al momento de la saca.

Los resultados no concuerdan con Hidalgo (2023), quien indica que el peso de adulto es significativamente mayor de 2601.8 g a las 32 semanas de edad, además la función de la relación entre la tasa máxima de crecimiento y el tamaño del animal en la etapa adulta es superior en la raza, donde la edad en el punto de inflexión fue de 9.708 semanas.

De manera general, esto sugiere que 12.5% de fibra cruda favorece un mayor crecimiento, posiblemente debido a un equilibrio entre la digestibilidad del alimento y una función cecal óptima en los cuyes, quienes dependen de la fermentación cecal para obtener energía de la fibra (Vergara, 2008).

Tabla 12

Parámetros de la curva de regresión Gompertz del crecimiento corporal en cuyes machos alimentados con diferentes niveles de fibra

	T1 Fibra 5 %	T2 Fibra 7.5 %	T3 Fibra 10 %	T4 Fibra 12.5 %	T5 Fibra 15 %
A peso máximo estimado a la madurez (g)	1192.29	1501.67	1455.93	1722.97	1403.75
B taza de crecimiento (g/día)	1.56	1.57	1.61	1.76	1.65
C edad para maximizar la taza relativa de crecimiento %	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00
R-cuadrado	96.86 %	99.83 %	99.80 %	99.87 %	99.97 %
punto de inflexión punto donde el crecimiento es máximo (días)	16.40	28.20	26.60	37.80	23.90
peso del punto de inflexión	438.60	552.40	535.60	633.80	516.40

VII. CONCLUSIONES

1. La inclusión de diferentes niveles de fibra dietaria (5 %, 7.5 %, 10 %, 12.5 %, 15 %) influyeron en la ganancia de peso de los cuyes en etapa de acabado 2, donde el tratamiento con 5 % de fibra obtuvo un incremento de 383.17 g, seguido del tratamiento con niveles de 12.5 % y 15 % que tuvieron una ganancia de peso de 366.67 g y 319.08 g, respectivamente; pero con un nivel del 10% se obtuvo una menor ganancia de 301.38 g. No obstante, no se observó influencia en el peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y parámetros digestivos en las etapas evaluadas de cuyes machos.
2. Los niveles de fibra dietaria influyeron significativamente en la curva de crecimiento de los cuyes, destacando el tratamiento con 12.5 % de fibra por alcanzar el mayor peso a la madurez (1722.96 g) y presentar el punto donde el crecimiento es máximo a los 37.8 días; además, este tratamiento registró el mayor peso en el punto de inflexión de la curva (633.8 g), lo que sugiere que un nivel moderado de fibra prolonga la fase de crecimiento y contribuye a un mayor peso final.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda formular dietas con un 12.5 % de fibra, ya que este nivel permitió alcanzar un mayor peso final tanto a los 90 días como a una edad fisiológica de 37.8 días, sin afectar el consumo de alimento. Además, este nivel de fibra favorece una mejor conversión alimenticia, lo que garantiza un uso eficiente de los nutrientes y contribuye a la obtención de un mayor peso a la madurez.
2. Se recomienda realizar estudios en cuyes hembras para evaluar si la respuesta a diferentes niveles de fibra dietaria sigue el mismo patrón observado en machos, considerando posibles diferencias en metabolismo, crecimiento y eficiencia alimenticia, lo que permitirá formular dietas específicas y optimizar sus parámetros productivos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aime, E. (2022). *Comparación de cuatro raciones en los parámetros productivos de cuyes (cavia porcellus), en la etapa de crecimiento y engorde, Tacna, 2021*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de <https://repositorio.unjbg.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3eaa835d-03b1-4c37-9704-cfb1ba657c2f/content>

Aliaga, L., & Caycedo, R. M. (2009). *Producción de Cuyes*. Lima: Fondo Editorial Universidad Católica Sede Sapientiae.

Angamarca, C. (2019). *Efectos de niveles altos de fibra cruda, sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos tipo 1^a (Cavia porcellus), utilizando como fuente de fibra la paja*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://agris.fao.org/search/en/providers/124878/records/67124a727f591113e2a57b03>

Azanza, D., & Abad, R. (2019). *Efectos de niveles altos de fibra cruda, sobre parámetros productivos y digestivos en Cobayos tipo 1A (Cavia porcellus), utilizando como fuente de fibra La Alfalfa (Medicago sativa)*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://agris.fao.org/search/en/providers/124878/records/67124a727f591113e2a57b25>

Bach, K. (2001). The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 90(1-2), 3-20. doi:[https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00193-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00193-6)

Bazay, G., Carcelén, F., Ara, M., Jiménez, R., González, 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/pdf/rivep/v25n2/a07v25n2.pdf>

Booth, N., Elvehjem, C., & Hart, E. (1949). The importance of bulk in the nutrition of the guinea pig. *The Journal of Nutrition*, 37(2), 263-274. doi:<https://doi.org/10.1093/jn/37.2.263>

Burgos, W., Solarte, C., & Cerrón, M. (2010). Efecto del tamaño de camada y número de parto en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus* Rodentia:cavidae). *Revista Lasallista de investigación*, 7(2), 47-55. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492010000200006&script=sci_abstract&tlang=es

Bustamante, F. (2022). *Influencia del nivel de fibra dietaria sobre el desarrollo gastrointestinal en cuyes*. Cusco: Tesis para optar el título 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_T_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Camargo, D. (2022). *Evaluación de riesgo de desastres del río Huanacaure del Centro Experimental Agronómico Kayra-Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, distrito de San Jerónimo, provincia y departamento de Cusco*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//15387_informe-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-del-rio-huanacaure-del-centro-experimental-agronomico-kayra-universidad-nacional-san-antonio-abad-del-cu.pdf

Casas, A., Rodríguez, D., & Afanador, G. (2010). Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz y su aplicación al crecimiento de los cerdos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(3), 349-358. Obtenido de <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/View/455/561>

Caycedo, A. (1992). *Seminario sobre Producción de Cuyes*. Colombia : Universidad de Nariño.

Caycedo, A. (2000). *Experiencias investigativas en la Producción de Cuyes*. Colombia: Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño.

Cayetano, J. (2016). *Evaluación de dos sistemas de alimentación en el engorde de cuatro genotipos de cuyes (cavia porcellus) en IESTP "Huando" - Huaral*. Huaral: Tesis para optar el nivel académico de Técnico, Instituto Superior Tecnológico Huando. Obtenido de <https://iestpcanta.edu.pe/wp-content/uploads/2022/11/Evaluacion-de-Dos-Sistemas-de-Alimentacion-en-el-Engorde-de-Cuatro-Genotipos-de-Cuyes-Cavia-Porcellus-en-IESTP-Huando-Huaral.pdf>

Cerna, A. (1997). *Evaluación de cuatro niveles de residuo de cervecería seco en el crecimiento y engorde de cuyes*. Lima: Tesis UNALM.

Chauca. (1997). *Producción de cuyes*. Roma: FAO.

Chauca, D. (1994). *Fisiología digestiva de los cuyes*. Lima : INIA Serie Didáctica 94.

Church, D., Pind, W., & Pond, K. (2002). *Fundamentos de la nutrición y alimentación* . México: Utet Wiley.

Collado, K. (2016). *Ganancia de peso en cuyes machos (cavia porcellus), post destete de la raza Perú, con tres tipos de alimento - balanceado - mixta - testigo (alfalfa) en Abancay*. Universidad Tecnológica de los Andes. Obtenido de repositorio.utea.edu.pe: <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/34/Tesis-%20Ganancias%20de%20peso%20en%20cuyes%20machos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

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 el título de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de repositorio.lamolina.edu.pe:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2371/L02-C655-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Devlierghere, F., Verstegen, A., Kemp, B., & Der, L. V. (1994). The effect the body weight and energy intake on the composition of deposited tissue in pigs. *Anim Prod.*, 58, 263–270. Obtenido de <https://www.cambridge.org/core/journals/animal-science/article/abs/the-effect-of-body-weight-and-energy-intake-on-the-composition-of-deposited-tissue-in-pigs/DB9AE313D4B3DBEDDCF9E90CAA2DB596>

Do, N., & Miar, Y. (2020). Evaluation of Growth Curve Models for Body Weight in American Mink. *Animals*, 10(1), 22. doi:<https://doi.org/10.3390%2Fani10010022>

Escobar, F., & Espinoza, T. (2016). *Sustitución de pasta de algodón por harina de sangre en alimentación de cuyes*. Ayacucho: Programa de Investigación en Pastos y Ganadería. UNSCH.

Escobar, F., Ruiz, J., & Hinojosa, R. (2023). Efecto de la edad sobre el peso y rendimiento de la canal y masa muscular en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(1), 39-51. Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v10n1/2311-2581-jsaas-10-01-39.pdf>

Fowler, R. (1968). *Body development and some problems of its evaluation*. London: Lodge, GA. and Lamming.

Gallardo, M. (2007). *El valor de los alimentos*. Obtenido de INIA: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutricion/nutricion_valordealimentos.htm#:~:text=Extracto%20et%C3%A9reo%20\(%EE\),,t%C3%B3xicos%20para%20las%20bacterias%20ruminales](http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutricion/nutricion_valordealimentos.htm#:~:text=Extracto%20et%C3%A9reo%20(%EE),,t%C3%B3xicos%20para%20las%20bacterias%20ruminales)

Gamage, H., Chong, R., Rosewarne, C., Ball, M., Packer, N., Tetu, S., Paulsen, I. (2018). Fiber Supplements Derived From Sugarcane Stem, Wheat Dextrin and Psyllium Husk Have Different In Vitro Effects on the Human Gut Microbiota. *Front. Microbiol.*, 9(1618), 1-16. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01618>

Garcia, J., Carabaño, R., & de Blas, C. (1999). Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *Journal of Animal Science*, 77(4), 898-905. doi:<https://doi.org/10.2527/1999.774898x>

García, O., Infante, R., & Rivera, C. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales venezolanos de nutrición*, 21(1), 25-30. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S0798-07522008000100005&lng=es&tlang=es

Gerike, A., Gille, U., Trautvetter, T., & Salomon, F. (2005). Postnatal growth in male Dunkin–Hartley guinea pigs (*Cavia cutleri f. porcellus*). *Journal of Experimental Animal Science*, 43(2), 87-99. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jeas.2004.11.001>

Gidenne, T., Carabaño, R., Abad-Guamán, R., García, J., & Blas, C. D. (2020). Fibre digestion. *CAB International*, 1(1), 69-88. doi:10.1079/9781789241273.0069

Gidenne, T., Jehl, N., Lapanouse, A., & Segura, M. (2004). Inter-relationship of microbial activity, digestion and gut health in the rabbit: effect of substituting fibre by starch in diets having a high proportion of rapidly fermentable polysaccharides. *British Journal of Nutrition*, 92, 95–104. doi:10.1079/BJN20041173

Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new method of determining the value of live contingencies. *Trans. R. Philos. Soc.*, 115, 513 – 585. doi:<https://doi.org/10.1098/rspl.1815.0271>

Google Earth. (16 de Diciembre de 2024). *Granja K'ayra (UNSAAC)*. Obtenido de [https://earth.google.com/web/search/Granja+Kayra+\(UNSAAC\),+Cusco/@-13.55833722,-71.87592324,3216.47482732a,950.18617475d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCUSiUT41GCVAEShT_1CzJCvAGcfNn7JO9lHAIR3-UmAg-VHAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_____wEQAA](https://earth.google.com/web/search/Granja+Kayra+(UNSAAC),+Cusco/@-13.55833722,-71.87592324,3216.47482732a,950.18617475d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCUSiUT41GCVAEShT_1CzJCvAGcfNn7JO9lHAIR3-UmAg-VHAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_____wEQAA)

Heinecke, R., & Elvehjem, A. (1955). Effect of high levels of fat, lactose, and type of bulk in guinea pig diets. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 90(1), 70-72. doi:<https://doi.org/10.3181/00379727-90-21940>

Henning, J., & Hird, R. (1970). Concentrations and metabolism of volatile fatty acids in the fermentative organs of two species of kangaroo and guinea pig. *British Journal of Nutrition*, 24(1), 145-155. doi:<https://doi.org/10.1079/BJN19700017>

Hidalgo, V. (2023). *Dinamica del crecimiento, composición química y de ácidos grasos de la carcasa de dos genotipos de cuyes (Cavia porcellus)*. Tesis para optar el título de Doctoris Philosophiae en Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d581abf2-9580-413d-b6f6-ab997fda6534/content>

Higayón, S. (2014). *Estudio Morfométrico del Estómago del cobayo (Cavia porcellus) Lactante*. Lima: Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/3713>

Hirakawa, H. (2001). Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. *Mammal Rev*, 32(2), 150-152. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2001.00079>

Hirsh, E. (1973). Some determinants of intake and pattern of feeding in the guinea pig. *Physiology & Behavior*, 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)

Jara, M., Valencia, R., Chauca, L., & Torres, L. (2018). Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (*Cavia porcellus*) raza Perú. *Salud tecnol. vet.*(2), 100-114. doi:<https://doi.org/10.20453/stv.v6i2.3464>

Janssen, A., & Kersten, S. (2015). The role of the gut microbiota in metabolic health. *FASEB J.*, 29, 3111–3123. doi:<https://doi.org/10.1096/fj.14-269514>

Jarrett, S., & Ashworth, C. (2018). The role of dietary fibre in pig production, with a particular emphasis on reproduction. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9(59), 1-11. doi:<https://doi.org/10.1186/s40104-018-0270-0>

León, Z., Silva, E., Wilson, A., & Callacna, M. (2016). Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. *Scientia Agropecuaria*, 7, 259-263. doi:<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.14>

Mac-Loughlin, J. (2013). *Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico.* Obtenido de Congreso Conservación de Forrajes y Nutrición. Argentina: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/105-Conversion_desicion_engorde.pdf

Marchan, K. (2019). *Efecto del uso de los manano - oligosacáridos en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en la fase de crecimiento - engorde sobre el comportamiento productivo y rentabilidad económica.* Trujillo: Universidad privada Antenor Orrego. Obtenido de repositorio.upao.edu.pe.

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

Medina, L. (2006). *Alimentación de cuyes (cavia porcellus) con maíz duro (Zea mayz), maní forrajero (Arachis pintoi) y balanceado en valle hermoso santo Domingo de los Colorados*. Ecuador: Informe Técnico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela Politécnica del Ejercito (ESPE).

Meza, A., Cabrera, V., Morán, J., Meza, F., Cabrera, V., Meza, J., Ortiz, J. (2014). Mejora de engorde de cuyes (Cavia porcellus) a base de gramíneas y forrajerías arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia (Arica)*, 32(3), 75-80. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000300010>

Möller, J. (diciembre de 2014). *Comparación de los métodos para la determinación de fibra en pienso y en los alimentos*. Obtenido de FOSS: file:///C:/Users/usuario%2001/Downloads/Fibre%20methods%20compared_ES.pdf

Moreno, A. (1989). *Producción de Cuyes*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. Departamento de Producción Animal.

Navarrete, A. G. (2015). *Evaluación de 3 niveles de orégano en la alimentación de cuyes (cavia porcellus) en la fase de crecimiento y engorde en la cuyera nacional "cuycuna" CIA LTDA en la provincia de Cotopaxi, Barrio Tandalivi, Canton Lacatunga*. Lacatunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de [Repositorio.utc.edu.ec: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2856/1/T-UTC-00380.pdf](http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2856/1/T-UTC-00380.pdf)

Noguera, R., Pereira, L., & Solarte, E. (2008). Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en cuyes (Cavia porcellus) desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio. *Livestock Research for Rural Development*, 20(5), 1-8. Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd20/5/nogu20079.htm>

NRC. (2012). *Nutrient requirements of swine*. The National Academies Press.

NRC (1995). *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*. doi: <https://doi.org/10.17226/4758>

Ordóñez, E. (2016). *Evaluación del crecimiento y mortalidad en cobayos suplementados con pulpa de naranja*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12731/1/UPS-CT006601.pdf>

Ortega, L., & Aguirre, L. (2019). *Efecto de niveles bajos de fibra cruda sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos tipo 1^a (Cavia Porcellus), utilizando como fuente de fibra la alfalfa (Medicago sativa)*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://agsris.fao.org/search/en/providers/124878/records/67124a727f591113e2a57b0d>

Palacios, G. (2007). *Guía práctica de alimentación*. Obtenido de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/132-Guia_Practica_de_Alimentacion.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>

Pinto, P. (2020). *Comparación de dos modelos matemáticos en la evaluación del crecimiento de cuyes Cavia porcellus de las razas Andina y Perú en la irrigación San Camilo Arequipa. 2019-2020*. Arequipa: Tesis para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/18e56cff-497d-4a49-822b-e705af4337b9/content>

Puente, J., Carcelén, F., Ara, M., Bezada, S., Huamán, A., Santillán, G., Asencios, J. G. (2019).

Efecto de la suplementación con niveles crecientes de probióticos sobre la histomorfometría del intestino delgado del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 624-633.
doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16086>

Quintana, F., & Díaz, Z. (2005). *La canal bovina II. Rendimiento, calidad y comercialización*.

Instituto de Ciencia Animal (ICA). Artículos Técnicos. Asociación Cubana de Producción Animal.

Ramírez, F., Ruiz, J., Hinojosa, R., De la Cruz, R., & Ruiz, D. (2023). Efecto de la edad sobre el peso y rendimiento de la canal y masa muscular en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(1), 39-51. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100100039>

Rigoni, M., Castrovilli, C., & Cicogna, M. (1993). *he digestive utilization of nutrients and energy in the guinea pig and rabbit*. Italia: X Congress Bologna. Stazione sperimentale di Zootecnica. Assoc: Scientifica di produzione Animales (ASPA). Uiversita di Milano.

Riofrio, J., & Abad, R. (2019). *Efecto de niveles bajos de fibra cruda sobre parámetros productivos y digestivos en Cobayos tipo 1A (*Cavia Porcellus*), utilizando como fuente de fibra La Paja*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la

Agricultura:

<https://agris.fao.org/search/en/providers/124878/records/67124a727f591113e2a57b1c>

Robaina, R. (23 de Febrero de 2016). *Algunas definiciones prácticas*. . Obtenido de Instituto

Nacional de carnes:

http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_deficiniciones_practicas%20.pdf

Rodríguez, N., Abecia, L., Rodríguez, R., Balcells, J., & Fondevila, M. (2009). Digestibilidad de dietas con distintas relaciones de fibra muy digestible/poco digestible en conejos de cebo. *XXXIX Jornadas de Estudio. XIII Jornadas sobre producción animal, 1*, 274-276. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3188104>

Romero, D. (2019). *Efecto de la inclusión de fitasa bacteriana en la alimentación de cuyes machos mejorados sobre los parámetros productivos*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de repositorio.unsaac.edu.pe: http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4735/253T20190670_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sakaguchi, E. (2003). Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Animal Science Journal*, 74(5), 327-337. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1344-3941.2003.00124>.

Santos, R., Segura, J., Gutiérrez, E., & Aguilar, C. (2023). Si el conejo, *Oryctolagus cuniculus*, es monogástrico ¿Por qué es importante que consuma fibra? Si el conejo, *Oryctolagus cuniculus*, es monogástrico ¿Por qué es importante que consuma fibra? *Bioagrociencias*, 16(1), 91-98. doi:<http://doi.org/10.56369/BAC.4960>

Sarria, A., Cantaro, L., & Cayetano, L. (2019). Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 21(3). doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1437

SENAMHI. (20 de Marzo de 2020). *Pronóstico del tiempo para Cusco*. Obtenido de Ministerio del Ambiente : <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico->

detalle&dp=08&localidad=0019#:~:text=Cielo %20despejado %20variando %20a %20cielo %20nublado %20con %20lluvia %20por %20la %20tarde.

SENAMHI. (2024). Datos Hidrometeorológicos en Cusco. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cusco&p=estaciones>

Solorzano, J., & Sarria, J. (2014). *Crianza, producción y comercialización de cuyes*. Lima: Ed. Macro.

Tallacagua, R. (2019). *Evaluación del comportamiento productivo de cuyes (Cavia aparea porcellus) en la etapa de crecimiento a diferentes niveles de broza de quinua en la Estación Experimental de Patacamaya*. Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23743/TM-2731.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tapasco, J. (2024). *Evaluación de tres niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (Cavia porcellus L.) con exclusión de forraje*. 2024: Tesis para optar el título de Ingeniero Agropecuario, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8838/253T20240338_T_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tarrillo, B., Mirez, K., & Bernal, W. (2018). Uso de alimento peletizado en crecimiento – engorde de cuyes mejorados (Cavia porcellus) en Chota. *Revista Ciencia No@ndina*, 1(2), 94 – 103. doi:<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v1n2p94>

Vallejos, D. (2014). Efecto de la suplementación con butirato de sodio en la dieta de cuyes (Cavia porcellus) de engorde sobre el desarrollo de las vellosidades intestinales y criptas de Lieberkühn. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(3). doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i3.11186>

Vargas, S., & Yupa, E. (2011). *Determinación de la ganancia de peso en cuyes (Cavia porcellus)*. Ecuador: Tesis para optar el título de Médico Veterinario, Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fc7b8cca-cab9-4d39-9f1b-60286efbd4f0/content>

Vergara, V. (2008). *Avances en nutrición y alimentación de cuyes*. Lima: Reunión Científica de la Asociación-APPA. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/nutricion-y-alimentacion-cuyes-ing-vergara/68250967>

Winsor, C. (1932). The Gompertz Curve as a Growth Curve. *Proc Natl Acad Sci USA.*, 18(1), 1–8. doi:<https://doi.org/10.1073%2Fpnas.18.1.1>

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](https://doi.org/10.3390/nu7105397)

Zhang, W., Li, D., Liu, L., Zang, J., Duan, Q., Yang, W., & Zhang, L. (2013). The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. *J Anim Sci Biotechnol.*, 4(1), 1-17. doi:<https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-17>

X. ANEXOS

Anexo 1

Análisis de varianza del peso vivo a los 15 días

Peso a 15 días

Variable	N	R ²	CV
P 15d	20	0.26	4.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1528.53	4	382.13	1.29	0.3194
TRATAMIENTOS	1528.53	4	382.13	1.29	0.3194
Error	4457.32	15	297.15		
Total	5985.85	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=37.63941

Error: 297.1545 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T5	415.48	4	8.62 A
T4	419.25	4	8.62 A
T2	427.50	4	8.62 A
T3	430.75	4	8.62 A
<u>T1</u>	<u>440.25</u>	4	<u>8.62 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2

Análisis de varianza del peso vivo a los 45 días

Peso a 45 días

Variable	N	R ²	CV
P 45d	20	0.13	7.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7209.72	4	1802.43	0.58	0.6804
TRATAMIENTOS	7209.72	4	1802.43	0.58	0.6804
Error	46456.00	15	3097.07		
Total	53665.71	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=121.51417

Error: 3097.0663 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2	734.45	4	27.83 A
T1	736.60	4	27.83 A
T3	738.23	4	27.83 A
T4	744.33	4	27.83 A
<u>T5</u>	<u>785.15</u>	4	27.83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3

Análisis de varianza del peso vivo a los 60 días

Peso a 60 días

Variable	N	R ²	CV
P 60d	20	0.14	8.87

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14204.75	4	3551.19	0.63	0.6493
TRATAMIENTOS	14204.75	4	3551.19	0.63	0.6493
Error	84684.49	15	5645.63		
Total	98889.23	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=164.06199

Error: 5645.6323 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	807.50	4	37.57 A
T2	825.90	4	37.57 A
T3	861.33	4	37.57 A
T4	862.85	4	37.57 A
<u>T5</u>	<u>880.03</u>	4	37.57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4

Análisis de varianza del peso vivo a los 105 días

Peso a 105 días

Variable	N	R ²	R ²	CV
P 105d	20	0.15	0.00	7.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18551.98	4	4637.99	0.64	0.6401
TRATAMIENTOS	18551.98	4	4637.99	0.64	0.6401
Error	108184.70	15	7212.31		
Total	126736.68	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=185.43383

Error: 7212.3135 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2	1141.10	4	42.46 A
T3	1162.70	4	42.46 A
T1	1190.68	4	42.46 A
T5	1199.13	4	42.46 A
<u>T4</u>	<u>1229.53</u>	4	<u>42.46 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Anexo 5***Análisis de varianza de la ganancia de peso de 15 a 45 días***Ganancia de peso de 15 a 25 días**

Variable	N	R ²	CV
Gan15 a 45	20	0.23	17.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13484.21	4	3371.05	1.13	0.3790
TRATAMIENTOS	13484.21	4	3371.05	1.13	0.3790
Error	44695.08	15	2979.67		
Total	58179.29	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=119.18892

Error: 2979.6718 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	296.34	4	27.29 A
T2	306.92	4	27.29 A
T3	307.46	4	27.29 A
T4	325.09	4	27.29 A
<u>T5</u>	<u>369.63</u>	4	<u>27.29 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6

Análisis de varianza de la ganancia de peso de 45 a 60 días

Ganancia de peso de 45 a 60 días

Variable	N	R ²	CV
gan 45 a 60	20	0.34	30.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7282.60	4	1820.65	1.97	0.1504
TRATAMIENTOS	7282.60	4	1820.65	1.97	0.1504
Error	13837.57	15	922.50		
Total	21120.17	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=66.31869

Error: 922.5045 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	70.92	4	15.19 A
T2	91.50	4	15.19 A
T5	94.92	4	15.19 A
T4	118.50	4	15.19 A
<u>T3</u>	<u>123.12</u>	4	<u>15.19 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7

Análisis de varianza de la ganancia de peso de 60 a 105 días

Ganancia de peso de 60 a 105 días

Variable	N	R ²	CV
gan 60 a 105	20	0.65	7.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20312.65	4	5078.16	7.07	0.0021
TRATAMIENTOS	20312.65	4	5078.16	7.07	0.0021
Error	10767.89	15	717.86		
Total	31080.54	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=58.50209

Error: 717.8595 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T3	301.38	4	13.40 A
T2	315.17	4	13.40 A B
T5	319.08	4	13.40 A B
T4	366.67	4	13.40 B C
T1	383.17	4	13.40 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8

Análisis de varianza de la ganancia de peso acumulado de 15 a 105 días

Ganancia de peso acumulado de 15 a 105 días

Variable	N	R ²	CV
gan 15 a 105	20	0.19	11.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24380.90	4	6095.22	0.87	0.5067
TRATAMIENTOS	24380.90	4	6095.22	0.87	0.5067
Error	105575.12	15	7038.34		
Total	129956.02	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=183.18370

Error: 7038.3413 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2	713.59	4	41.95 A
T3	731.96	4	41.95 A
T1	750.42	4	41.95 A
T5	783.63	4	41.95 A
T4	810.25	4	41.95 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 9

Análisis de varianza del consumo de alimento de 15 a 45 días

Consumo de alimento de 15 a 45 días

Variable	N	R ²	CV
cons 15 a 45	20	0.24	8.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	60158.93	4	15039.73	1.18	0.3596
TRATAMIENTOS	60158.93	4	15039.73	1.18	0.3596
Error	191373.92	15	12758.26		
<u>Total</u>	<u>251532.85</u>	<u>19</u>			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=246.63086

Error: 12758.2612 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	1352.92	4	56.48 A
T3	1369.33	4	56.48 A
T2	1371.17	4	56.48 A
T5	1475.50	4	56.48 A
<u>T4</u>	<u>1475.84</u>	<u>4</u>	<u>56.48 A</u>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Anexo 10***Análisis de varianza del consumo de alimento de 45 a 60 días***Consumo de alimento de 45 a 60 días**

Variable	N	R ²	CV
cons45 a 60	20	0.06	9.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7295.12	4	1823.78	0.25	0.9054
TRATAMIENTOS	7295.12	4	1823.78	0.25	0.9054
Error	109589.74	15	7305.98		
<u>Total</u>	<u>116884.86</u>	<u>19</u>			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=186.63410

Error: 7305.9827 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T3	852.09	4	42.74 A
T2	853.83	4	42.74 A
T5	855.17	4	42.74 A
T1	864.50	4	42.74 A
<u>T4</u>	<u>902.92</u>	<u>4</u>	<u>42.74 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 11

Análisis de varianza del consumo de alimento de 60 a 105 días

Consumo de alimento de 60 a 105 días

Variable	N	R ²	CV
cons 60 a 105	20	0.25	11.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	485066.37	4	121266.59	1.26	0.3303
TRATAMIENTOS	485066.37	4	121266.59	1.26	0.3303
Error	1448819.28	15	96587.95		
Total	1933885.65	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=678.59890

Error: 96587.9518 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	2628.50	4	155.39 A
T3	2649.34	4	155.39 A
T2	2800.59	4	155.39 A
T5	2924.50	4	155.39 A
<u>T4</u>	<u>3032.17</u>	4	<u>155.39 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 12

Análisis de varianza del consumo de alimento acumulado de 15 a 105 días

Consumo de alimento acumulado de 15 a 105 días

Variable	N	R ²	CV
cons total	20	0.24	8.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	966876.19	4	241719.05	1.19	0.3556
TRATAMIENTOS	966876.19	4	241719.05	1.19	0.3556
Error	3049499.63	15	203299.98		
Total	4016375.83	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=984.51046

Error: 203299.9756 gl: 15

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T1	4845.92	4	225.44 A
T3	4870.75	4	225.44 A
T2	5025.58	4	225.44 A
T5	5255.17	4	225.44 A
<u>T4</u>	<u>5410.92</u>	<u>4</u>	<u>225.44 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 13

Análisis de varianza de la conversión alimenticia de 15 a 45 días

Conversión alimenticia de 15 a 45

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>CV</u>
conv 15 a 45	20	0.05	18.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0.62	4	0.15	0.22	0.9250
TRATAMIENTOS	0.62	4	0.15	0.22	0.9250
Error	10.68	15	0.71		
<u>Total</u>	<u>11.30</u>	<u>19</u>			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.84259

Error: 0.7121 gl: 15

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T5	4.18	4	0.42 A
T2	4.49	4	0.42 A
T3	4.54	4	0.42 A
T4	4.59	4	0.42 A
<u>T1</u>	<u>4.70</u>	<u>4</u>	<u>0.42 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 14

Análisis de varianza de la conversión alimenticia de 45 a 60 días

Conversión alimenticia de 45 a 60 días

Variable	N	R ²	CV
conv 45 a 60	20	0.38	26.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	59.27	4	14.82	2.30	0.1066
TRATAMIENTOS	59.27	4	14.82	2.30	0.1066
Error	96.66	15	6.44		
Total	155.93	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.54277

Error: 6.4439 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T3	7.47	4	1.27 A
T4	8.10	4	1.27 A
T2	9.58	4	1.27 A
T5	9.94	4	1.27 A
<u>T1</u>	<u>12.42</u>	4	<u>1.27 A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 15

Análisis de varianza de la conversión alimenticia de 60 a 105 días

Conversión alimenticia de 60 a 105 días

Variable	N	R ²	CV
conv 60 a 105	20	0.44	13.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14.73	4	3.68	2.90	0.0582
TRATAMIENTOS	14.73	4	3.68	2.90	0.0582
Error	19.05	15	1.27		
Total	33.78	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.46099

Error: 1.2703 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	6.85	4	0.56 A
T4	8.30	4	0.56 A B
T3	8.79	4	0.56 A B
T2	8.89	4	0.56 A B
<u>T5</u>	<u>9.34</u>	4	<u>0.56 B</u>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Anexo 16***Análisis de varianza de la conversión alimenticia acumulado de 15 a 105 días***Conversión alimenticia acumulada de 15 a 105 días**

Variable	N	R ²	CV
conv total	20	0.05	14.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.76	4	0.19	0.19	0.9394
TRATAMIENTOS	0.76	4	0.19	0.19	0.9394
Error	14.95	15	1.00		
<u>Total</u>	<u>15.71</u>	<u>19</u>			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.17963

Error: 0.9965 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	6.48	4	0.50 A
T4	6.69	4	0.50 A
T3	6.74	4	0.50 A
T5	6.93	4	0.50 A
<u>T2</u>	<u>7.05</u>	4	<u>0.50 A</u>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Anexo 17***Análisis de varianza de peso vivo***Peso vivo antes del sacrificio**

Variable	N	R ²	CV
PESO VIVO	15	0.60	3.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21528.40	4	5382.10	3.78	0.0401
t	21528.40	4	5382.10	3.78	0.0401
Error	14237.33	10	1423.73		
Total	35765.73	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=101.39287*Error: 1423.7333 gl: 10*

t	Medias	n	E.E.
T3	1133.67	3	21.78 A
T2	1148.33	3	21.78 A B
T5	1183.67	3	21.78 A B
T1	1211.33	3	21.78 A B
T4	1235.33	3	21.78 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Anexo 18***Análisis de varianza de peso de carcasa (g)***Peso de carcasa**

Variable	N	R ²	CV
PESO CARCASA	15	0.33	6.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13288.56	4	3322.14	1.22	0.3627
t	13288.56	4	3322.14	1.22	0.3627
Error	27279.96	10	2728.00		
Total	40568.52	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=140.35083*Error: 2727.9962 gl: 10*

t	Medias	n	E.E.
T2	783.91	3	30.16 A
T3	795.58	3	30.16 A
T4	837.29	3	30.16 A
T5	841.20	3	30.16 A
T1	863.28	3	30.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 19

Análisis de varianza de rendimiento de carcasa (%)

Rendimiento de carcasa

Variable	N	R ²	CV
RENDIMIENTO	15	0.28	4.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31.06	4	7.76	0.97	0.4654
t	31.06	4	7.76	0.97	0.4654
Error	80.05	10	8.00		
Total	111.11	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.60261

Error: 8.0046 gl: 10

t	Medias	n	E.E.
T4	67.76	3	1.63 A
T2	68.20	3	1.63 A
T3	70.17	3	1.63 A
T5	71.02	3	1.63 A
<u>T1</u>	<u>71.24</u>	3	1.63 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 20

Análisis de varianza del peso de vísceras (g)

Peso de vísceras

Variable	N	R ²	CV
Peso vísceras (g)	15	0.50	10.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4557.12	4	1139.28	2.55	0.1049
tra	4557.12	4	1139.28	2.55	0.1049
Error	4469.63	10	446.96		
Total	9026.74	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=56.81052

Error: 446.9628 gl: 10

tra	Medias	n	E.E.
T5	178.74	3	12.21 A
T3	186.62	3	12.21 A
T1	207.39	3	12.21 A
T2	211.87	3	12.21 A
T4	226.81	3	12.21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 21

Análisis de varianza del tamaño del ciego (cm)

Tamaño del ciego

Variable	N	R ²	CV
Tama ciego (ml)	15	0.32	13.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42.23	4	10.56	1.16	0.3842
tra	42.23	4	10.56	1.16	0.3842
Error	91.00	10	9.10		
Total	133.23	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=8.10613

Error: 9.1000 gl: 10

tra	Medias	n	E.E.
T3	19.83	3	1.74 A
T4	22.00	3	1.74 A
T5	22.67	3	1.74 A
T1	23.17	3	1.74 A
T2	25.00	3	1.74 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 22

Análisis de varianza del volumen del ciego (ml)

Volumen del ciego

Variable	N	R ²	CV
Volumen ciego	15	0.48	15.84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4359.60	4	1089.90	2.34	0.1256
tra	4359.60	4	1089.90	2.34	0.1256
Error	4657.33	10	465.73		
Total	9016.93	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=57.99116

Error: 465.7333 gl: 10

tra	Medias	n	E.E.
T1	109.67	3	12.46 A
T2	125.00	3	12.46 A
T5	140.00	3	12.46 A
T4	150.00	3	12.46 A
T3	156.67	3	12.46 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Anexo 23***Análisis de varianza del peso del ciego (g)***Peso del ciego**

Variable	N	R ²	CV
Peso ciego (g)	15	0.28	20.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63.07	4	15.77	0.99	0.4544
tra	63.07	4	15.77	0.99	0.4544
Error	158.65	10	15.87		
Total	221.72	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.70328

Error: 15.8653 gl: 10

tra	Medias	n	E.E.
T3	16.00	3	2.30 A
T5	18.32	3	2.30 A
T2	19.19	3	2.30 A
T1	20.63	3	2.30 A
T4	22.03	3	2.30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 24

Análisis de regresión de la curva de crecimiento

Análisis de regresión no lineal

Modelo Fibra_5 % $\text{alfa} * \exp(-\text{beta} * \exp(-\text{gamma} * \text{Dias}))$

Variable	N	CMError	Sigma	AIC	BIC	Iteración
Fibra_5 %	7	4786,19	69,18	83,26	83,05	2

Parámetros	Cota inf.	Cota sup.	Val.Ini.	Estimación	E.E.	T	p-valor
ALFA	-1E30	1E30	1190,70	1192,29	161,67	7,37	0,0018
BETA	-1E30	1E30	6,76	1,56	0,30	5,26	0,0063
GAMMA	-1E30	1E30	0,06	0,03	0,01	2,50	0,0669

Matriz de correlación de las estimaciones

	ALFA	BETA	GAMMA
ALFA	1,00	-0,43	-0,93
BETA	-0,43	1,00	0,69
GAMMA	-0,93	0,69	1,00

Modelo Fibra_7,5 % $\text{alfa} * \exp(-\text{beta} * \exp(-\text{gamma} * \text{Dias}))$

Variable	N	CMError	Sigma	AIC	BIC	Iteración
Fibra_7,5 %	7	490,61	22,15	67,32	67,10	6

Parámetros	Cota inf.	Cota sup.	Val.Ini.	Estimación	E.E.	T	p-valor
ALFA	-1E30	1E30	1141,10	1501,67	163,11	9,21	0,0008
BETA	-1E30	1E30	6,51	1,57	0,07	22,54	<0,0001
GAMMA	-1E30	1E30	0,06	0,02	3,0E-03	5,35	0,0059

Matriz de correlación de las estimaciones

	ALFA	BETA	GAMMA
ALFA	1,00	0,55	-0,98
BETA	0,55	1,00	-0,38
GAMMA	-0,98	-0,38	1,00

Modelo Fibra_10 % $\text{alfa} * \exp(-\text{beta} * \exp(-\text{gamma} * \text{Dias}))$

Variable	N	CMError	Sigma	AIC	BIC	Iteración
Fibra_10 %	7	218,29	14,77	61,65	61,43	4

Parámetros	Cota inf.	Cota sup.	Val.Ini.	Estimación	E.E.	T	p-valor
ALFA	-1E30	1E30	1162,70	1455,94	80,25	18,14	0,0001
BETA	-1E30	1E30	6,78	1,61	0,04	37,71	<0,0001
GAMMA	-1E30	1E30	0,06	0,02	1,9E-03	9,49	0,0007

Matriz de correlación de las estimaciones

	ALFA	BETA	GAMMA
ALFA	1,00	0,14	-0,97
BETA	0,14	1,00	0,08
GAMMA	-0,97	0,08	1,00

*Modelo Fibra_12,5 % alfa*exp(-beta*exp(-gamma*Dias))*

Variable	N	CMError	Sigma	AIC	BIC	Iteración
Fibra_12,5 %	7	437,46	20,92	66,51	66,30	4

Parámetros	Cota inf.	Cota sup.	Val.Ini.	Estimación	E.E.	T	p-valor
ALFA	-1E30	1E30	1229,50	1722,96	185,34	9,30	0,0007
BETA	-1E30	1E30	7,43	1,76	0,07	26,09	<0,0001
GAMMA	-1E30	1E30	0,06	0,02	2,5E-03	6,22	0,0034

Matriz de correlación de las estimaciones

	ALFA	BETA	GAMMA
ALFA	1,00	0,61	-0,98
BETA	0,61	1,00	-0,45
GAMMA	-0,98	-0,45	1,00

*Modelo Fibra_15 % alfa*exp(-beta*exp(-gamma*Dias))*

Variable	N	CMError	Sigma	AIC	BIC	Iteración
Fibra_15 %	7	969,05	31,13	72,08	71,87	4

Parámetros	Cota inf.	Cota sup.	Val.Ini.	Estimación	E.E.	T	p-valor
ALFA	-1E30	1E30	1199,10	1403,75	123,80	11,34	0,0003
BETA	-1E30	1E30	6,71	1,65	0,10	16,48	0,0001
GAMMA	-1E30	1E30	0,06	0,02	4,0E-03	5,24	0,0063

Matriz de correlación de las estimaciones

	ALFA	BETA	GAMMA
ALFA	1,00	-0,20	-0,96
BETA	-0,20	1,00	0,44
GAMMA	-0,96	0,44	1,00

Anexo 25*Registro fotográfico*

Fotografía 1. Adquisición del material biológico de la Dirección Regional de Agricultura y

Riego Cusco del centro de producción de (Huayllapampa) San Jerónimo



Fotografía 2. Instalaciones del galpón



Fotografía 3. Distribución de material biológico por tratamiento



Fotografía 4. Suministro de alimento



Fotografía 5. Pesaje de dietas experimentales



Fotografía 6. Traslado de cuyes para el pesaje



Fotografía 7. Pesaje de los cuyes



Fotografía 8. Registro del peso de los cuyes



Fotografía 9. Limpieza de comederos



Fotografía 10. Sacrificio de cuyes



Fotografía 11. Análisis de dietas experimentales

