

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**INFLUENCIA DEL NIVEL DE FIBRA DIETARIA EN LA
DIGESTIBILIDAD DE CUYES MACHOS EN DIFERENTES EDADES**

PRESENTADO POR:

Br. RUT ESTEPHANI CORRALES QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA

ASESORES:

Ph.D. JUAN ELMER MOSCOSO MUÑOZ

MSc. LIZ BEATRIZ CHINO VELÁSQUEZ

MSc. JOSÉ VICTOR RUIZ CCANCCE

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Influencia del nivel de fibra dietaria en la digestibilidad de cuyes machos en diferentes edades

presentado por: Zut Estephani Corrales Quipe con DNI Nro.: 76132664 presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Zootecnista

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de nueve 9%.

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

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

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

Cusco, 07 de Octubre de 2024

Firma

Post firma Juan Elmer Moscoso Muñoz

Nro. de DNI 7394 06 92

ORCID del Asesor 0000 - 0001 - 5884 - 9718 / 23940692

ORCID 2º Asesor 0000 - 0002 - 6322 - 7371 / 71732710

ORCID 3º Asesor 0000 - 0002 - 2804 - 6233 / 10150044

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259 : 389759039

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS CORREGIDA RUT CORRALES.docx

AUTOR

RUT ESTHEPANI CORRALES QUISPE

RECUENTO DE PALABRAS

28029 Words

RECUENTO DE CARACTERES

147492 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

100 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.6MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 7, 2024 8:32 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 7, 2024 8:37 PM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

- El presente trabajo de investigación va dedicado a Dios, quién fue mi refugio y brindó fuerzas para poder lograr esta meta, así como otras en mi vida.
- A mis padres: Albina Quispe Ccolqqe y Daniel Corrales Orconi, quienes son mi mayor inspiración para poder lograr y conseguir mis sueños, agradecerles por el amor que me brindaron, por su dedicación y todo el sacrificio que realizaron durante toda mi vida.
- A mis hermanos: Flora, Walter, Cesar, Percy, Miguel y Eliana, y sus respectivas familias; esposos (as) y sobrinos, por estar presentes, alentándome y apoyándome en toda esta etapa.

Rut Estephani Corrales Quispe

AGRADECIMIENTOS

- Mis sinceros agradecimientos a mis asesores de tesis: Ph.D. Juan Elmer. Moscoso Muñoz, M.Sc. Liz Beatriz Chino Velásquez, M.Sc. José Ruiz Ccance, quienes, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo y conclusión de este trabajo de investigación.
- Mis agradecimientos a todos los docentes de la escuela profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por haberme enseñado y compartido sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional.
- Mis agradecimientos al laboratorio de nutrición, donde se realizó todos los procesos y análisis de la investigación realizada.
- A mis amigas, quienes con su amistad desinteresada fueron apoyándome y acompañándome en toda mi etapa estudiantil y por haber compartido conmigo sus experiencias.

Rut Estephani Corrales Quispe

ÍNDICE

| | |
|---|-------------|
| CARÁTULA..... | i |
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iii |
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | viii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| RESUMEN..... | xi |
| ABSTRACT..... | xii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 2 |
| OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| 1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 2 |
| 1.1.1. Objetivo General..... | 2 |
| 1.1.2. Objetivos Específicos..... | 2 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| CAPÍTULO II..... | 7 |
| MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL..... | 7 |
| 2.1. Antecedentes..... | 7 |
| 2.2. Bases Teóricas..... | 7 |
| 2.2.1. Fisiología del cuy..... | 7 |
| 2.2.2. Requerimientos Nutricionales..... | 9 |
| 2.2.2.1. Proteína..... | 12 |
| 2.2.2.2. Energía..... | 13 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.2.3. Vitaminas..... | 14 |
| 2.2.2.3.1. Vitamina C o ácido escorbúrico..... | 15 |
| 2.2.2.4. Grasas..... | 16 |
| 2.2.2.5. Agua..... | 17 |
| 2.3. Marco conceptual..... | 18 |
| 2.3.1. Fibra..... | 18 |
| 2.3.1.1. FDN, Fibra Detergente Neutro..... | 19 |
| 2.3.2. Digestibilidad..... | 20 |
| 2.3.2.1. Digestibilidad aparente..... | 21 |
| 2.3.2.2. Digestibilidad verdadera..... | 21 |
| CAPÍTULO III..... | 22 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 22 |
| 3.1. Ubicación espacial y temporal de la investigación..... | 22 |
| 3.1.1. Lugar de experimento..... | 22 |
| 3.2. Materiales y equipos..... | 22 |
| 3.2.1. Material biológico..... | 22 |
| 3.2.2. Material para etapa de adaptación y experimental..... | 22 |
| 3.2.3. Equipos y material de laboratorio..... | 23 |
| 3.2.4. Insumos..... | 23 |
| 3.3. Metodología del experimento..... | 24 |
| 3.3.1. Instalaciones..... | 24 |
| 3.3.2. Preparación de la dieta | 24 |
| 3.3.3. Suministro de alimento | 25 |
| 3.3.4. Distribución de tratamiento..... | 25 |
| 3.3.5. Etapa pre experimental..... | 27 |
| 3.3.5.1. Medidas de sanidad y bioseguridad..... | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.6. Etapa experimental..... | 27 |
| 3.3.6.1. Periodo de adaptación..... | 28 |
| 3.3.6.2. Periodo experimental..... | 28 |
| 3.3.7. Evaluación de parámetros productivos..... | 29 |
| 3.3.7.1. Consumo de alimento..... | 29 |
| 3.3.7.2. Ganancia de peso..... | 29 |
| 3.3.8. Determinación en el laboratorio..... | 29 |
| 3.3.8.1. Secado de muestras y molienda..... | 29 |
| 3.3.8.2. Materia seca..... | 30 |
| 3.3.8.3. Materia orgánica..... | 31 |
| 3.3.8.4. Energía bruta..... | 31 |
| 3.3.8.5. Proteína bruta..... | 32 |
| 3.3.8.6. Fibra Detergente Neutro..... | 33 |
| 3.3.9. Análisis estadístico y diseño experimental..... | 34 |
| CAPÍTULO IV..... | 35 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 35 |
| 4.1. Evaluación de alimento..... | 35 |
| 4.1.1. Consumo de materia seca..... | 35 |
| 4.1.2. Consumo de materia orgánica..... | 37 |
| 4.1.3. Consumo de proteína cruda..... | 39 |
| 4.1.4. Consumo de fibra cruda..... | 39 |
| 4.1.5. Consumo FDN del alimento..... | 40 |
| 4.1.6. Consumo de energía, kcal/Kg de MS..... | 40 |
| 4.2. Digestibilidad..... | 41 |
| 4.2.1. Digestibilidad de la materia seca..... | 41 |
| 4.2.2. Digestibilidad de la materia orgánica..... | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.3. Digestibilidad de la proteína cruda..... | 44 |
| 4.2.4. Digestibilidad de la FDN..... | 45 |
| 4.2.5. Digestibilidad de la energía..... | 45 |
| 4.3. Fracción digerida..... | 50 |
| 4.3.1. Materia seca de la fracción digerida..... | 50 |
| 4.3.2. Materia orgánica de la fracción digerida..... | 51 |
| 4.3.3. Proteína cruda de la fracción digerida..... | 52 |
| 4.3.4. FDN de la fracción digerida..... | 52 |
| 4.4. Excreción de heces..... | 53 |
| 4.4.1. Materia seca de heces..... | 53 |
| 4.4.2. Materia orgánica de heces..... | 54 |
| 4.4.3. Proteína cruda de heces..... | 54 |
| 4.4.4. FDN de heces..... | 54 |
| 4.4.5. Ceniza en las heces..... | 55 |
| 4.5. Energía..... | 59 |
| 4.5.1. Consumo de energía..... | 59 |
| 4.5.2. Energía en las heces..... | 59 |
| 4.5.3. Fracción digerida de la energía..... | 59 |
| 4.5.5. Energía digestible..... | 59 |
| CAPÍTULO V..... | 59 |
| CONCLUSIONES..... | 59 |
| CAPÍTULO VI..... | 60 |
| RECOMENDACIONES..... | 60 |
| CAPÍTULO VII..... | 61 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 61 |
| ANEXOS..... | 68 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Capacidad fermentativa del tracto digestivo del cuy en comparación a otras especies..... | 8 |
| Tabla 2: Requerimientos nutricionales del cuy..... | 10 |
| Tabla 3: Estándares nutricionales para cuyes mejorados en una crianza intensiva..... | 11 |
| Tabla 4: Requerimientos nutricionales en etapa de gestación y lactancia del cuy | 11 |
| Tabla 5: Requerimientos nutricionales de cobayos por etapas..... | 12 |
| Tabla 6: Resumen de estudios sobre el nivel de fibra e influencia de diferentes parámetros productivos..... | 20 |
| Tabla 7. Insumos a ser empleados en la preparación de las dietas experimentales..... | 24 |
| Tabla 8. Composición química o nutricional teórica y análisis de laboratorio de diferentes niveles de fibra en dos fases de experimentación..... | 25 |
| Tabla 9. Distribución de los tratamientos..... | 26 |
| Tabla 10: Promedio de peso inicial y final de las tres edades de cuyes..... | 29 |
| Tabla 11: Cuadro de resultados sobre consumo de alimento y digestibilidad..... | 42 |
| Tabla 12: Cuadro de resultados de excreción y fracción digerida..... | 49 |
| Tabla 13: Cuadro de resultados de energía..... | 58 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1: Análisis de varianza del consumo de MS, g/d..... | 68 |
| Anexo 2: Resumen del modelo del consumo de MS, g/d..... | 68 |
| Anexo 3: Comparación de promedios para el consumo de MS, g/d según edad..... | 68 |
| Anexo 4: Comparación de promedios para el consumo de MS, g/d según nivel de fibra..... | 68 |
| Anexo 5: Análisis de varianza del consumo de MO, g/d..... | 68 |
| Anexo 6: Resumen del modelo del consumo de MO, g/d..... | 68 |
| Anexo 7: Comparación de promedios para el consumo de MO, g/d según edad..... | 69 |
| Anexo 8: Comparación de promedios para el consumo de MO, g/d según nivel de fibra..... | 69 |
| Anexo 9: Análisis de varianza del consumo de PC, g/d..... | 69 |
| Anexo 10: Resumen del modelo del consumo de PC, g/d..... | 69 |
| Anexo 11: Comparación de promedios para el consumo de PC, g/d nivel de fibra*edad..... | 68 |
| Anexo 12: Análisis de varianza del consumo de FC, g/d..... | 69 |
| Anexo 13: Resumen del modelo del consumo de FC, g/d..... | 69 |
| Anexo 14: Comparación de promedios para el consumo de FC, g/d según edad..... | 69 |
| Anexo 15: Comparación de promedios para el consumo de FC, g/d según nivel de fibra..... | 69 |
| Anexo 16: Análisis de varianza del consumo de consumo de FDN, g/d..... | 69 |
| Anexo 17: Resumen del modelo del consumo de consumo de FDN, g/d..... | 69 |
| Anexo 18: Comparación de promedios consumo de FDN, g/d según edad* nivel fibra..... | 70 |
| Anexo 19: Análisis de varianza del consumo de energía, kcal/d..... | 70 |
| Anexo 20: Resumen del modelo del consumo de energía, kcal/d..... | 70 |
| Anexo 21: Comparación de promedios del consumo de energía, kcal/d según la edad..... | 70 |
| Anexo 22: Comparación de promedios consumo de energía, kcal/d según el nivel de fibra.... | 70 |
| Anexo 23: Análisis de varianza de la digestibilidad de la MS, %..... | 71 |
| Anexo 24: Resumen del modelo de la digestibilidad de la MS, %..... | 71 |
| Anexo 25: Comparación de promedios de la digestibilidad de la MS, % según la edad y el nivel de fibra..... | 71 |
| Anexo 26: Análisis de varianza de la digestibilidad de la MO, %..... | 71 |
| Anexo 27: Resumen del modelo de la digestibilidad de la MO, %..... | 71 |
| Anexo 28: Comparación de promedios de la digestibilidad de la MO, % según la edad y el nivel de fibra..... | 72 |

| | |
|---|----|
| Anexo 29: Análisis de varianza de la digestibilidad de la PC, %..... | 72 |
| Anexo 30: Resumen del modelo de la digestibilidad de la PC, %..... | 72 |
| Anexo 31: Comparación de promedios de la digestibilidad de la PC, % según la edad..... | 72 |
| Anexo 32: Comparación de promedios de digestibilidad de la PC,%según el nivel de fibra...72 | |
| Anexo 33: Análisis de varianza de la digestibilidad de la FDN, % | 73 |
| Anexo 34: Resumen del modelo de la digestibilidad de la FDN, %..... | 73 |
| Anexo 35: Comparación de promedios de la digestibilidad de la FDN, % según la edad y el nivel de fibra..... | 73 |
| Anexo 36: Análisis de varianza de la digestibilidad de la energía, %..... | 73 |
| Anexo 37: Resumen del modelo de la digestibilidad de la energía, %..... | 73 |
| Anexo 38: Comparación de promedios de la fracción digerida de la energía, g según la edad y el nivel de fibra..... | 74 |
| Anexo 39: Análisis de varianza de la fracción digerida de MS, g/d..... | 74 |
| Anexo 40: Resumen del modelo del consumo de fracción digerida MS, g/d..... | 74 |
| Anexo 41: Comparación de promedios de la fracción digerida de MS, g/d según edad..... | 74 |
| Anexo 42: Comparación de promedios de fracción digerida MS, g/d según nivel de fibra.... | 74 |
| Anexo 43: Análisis de varianza de la fracción digerida de MO, g/d..... | 75 |
| Anexo 44: Resumen del modelo de la fracción digerida MO, g/d..... | 75 |
| Anexo 45: Comparación de promedios de la fracción digerida de MO, g/d según edad..... | 75 |
| Anexo 46: Comparación de promedios de fracción digerida MO, g/d según nivel de fibra..... | 75 |
| Anexo 47: Análisis de varianza de la fracción digerida de PC, g/d..... | 75 |
| Anexo 48: Resumen del modelo de la fracción digerida PC, g/d..... | 75 |
| Anexo 49: Comparación de promedios para la fracción digerida de la PC, g/d según edad* nivel fibra..... | 76 |
| Anexo 50: Análisis de varianza de la fracción digerida de la FDN, g/d..... | 76 |
| Anexo 51: Resumen del modelo de la fracción digerida de la FDN, g/d..... | 76 |
| Anexo 52: Comparación de promedios para fracción digerida de FDN, g/d según edad..... | 76 |
| Anexo 53: Comparación de promedios para la fracción digerida de la FDN, g/d según nivel de fibra..... | 76 |
| Anexo 54: Análisis de varianza de producción de heces MS, g/d..... | 77 |
| Anexo 55: Resumen del modelo de la producción de heces MS, g/d..... | 77 |
| Anexo 56: Comparación de promedios de la producción de heces MS, g/d, según la edad.... | 77 |

| | |
|--|----|
| Anexo 57: Comparación de promedios de la producción de heces MS, g/d, según el nivel de fibra..... | 77 |
| Anexo 58: Análisis de varianza de producción de heces MO g/d..... | 77 |
| Anexo 59: Resumen del modelo de la producción de heces MO, g/d..... | 77 |
| Anexo 60: Comparación de promedios de la producción de heces MO, g/d, según la edad.... | 78 |
| Anexo 61: Comparación de promedios de la producción de heces MO, g/d, según el nivel de fibra..... | 78 |
| Anexo 62: Análisis de varianza de producción de heces PC g/d. | 78 |
| Anexo 63: Resumen del modelo de la producción de heces PC, g/d..... | 78 |
| Anexo 64: Comparación de promedios de la producción de heces PC, g/d, según la edad.... | 78 |
| Anexo 65: Comparación de promedios de la producción de heces PC, g/d, según el nivel de fibra..... | 78 |
| Anexo 66: Análisis de varianza de producción de heces FDN g/d..... | 79 |
| Anexo 67: Resumen del modelo de la producción de heces FDN, g/d..... | 79 |
| Anexo 68: Comparación de promedios de la producción de heces FDN, g/d, según la edad...79 | |
| Anexo 69: Comparación de promedios de la producción de heces FDN, g/d, según el nivel de fibra..... | 79 |
| Anexo 70: Análisis de varianza de la ceniza en las heces, %..... | 79 |
| Anexo 71: Resumen del modelo de la ceniza en las heces, %..... | 79 |
| Anexo 72: Comparación de promedios de la de la ceniza en las heces, % según la edad..... | 80 |
| Anexo 73: Comparación de promedios de la de la ceniza en las heces, % según el nivel de fibra..... | 80 |
| Anexo 74: Análisis de varianza de la energía en las heces, Kcal/d..... | 80 |
| Anexo 75: Resumen del modelo de la energía en las heces, Kcal/d..... | 80 |
| Anexo 76: Comparación de promedios de la energía en las heces, Kcal/d según la edad..... | 80 |
| Anexo 77: Comparación de promedios de la energía en las heces, Kcal/d según el nivel de fibra..... | 80 |
| Anexo 78: Análisis de varianza de la fracción digerida de la energía, g..... | 81 |
| Anexo 79: Resumen del modelo de la fracción digerida de la energía, g..... | 81 |
| Anexo 80: Comparación de promedios de fracción digerida de energía, g según la edad..... | 81 |
| Anexo 81: Comparación de promedios fracción digerida de energía, g según nivel de fibra.. | 81 |
| Anexo 82: Análisis de varianza de la energía bruta en las heces, kcal/kg..... | 81 |

| | |
|--|----|
| Anexo 83: Resumen del modelo de la energía bruta en las heces, kcal/kg..... | 81 |
| Anexo 84: Comparación de promedios de energía bruta en heces, kcal/kg según edad..... | 82 |
| Anexo 85: Comparación de promedios de la energía bruta en las heces, kcal/kg según el nivel de fibra..... | 82 |
| Anexo 86: Análisis de varianza de la energía digestible, kcal/Kg..... | 82 |
| Anexo 87: Resumen del modelo de la energía digestible, kcal/Kg..... | 82 |
| Anexo 88: Comparación de promedios de la energía digestible, kcal/Kg según la edad y el nivel de fibra..... | 82 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Instalación del galpón..... | 24 |
| Figura 2: Periodo experimental..... | 28 |
| Figura 3: Secado y molienda de muestras..... | 30 |
| Figura 4: Determinación de materia seca..... | 30 |
| Figura 5: Determinación de materia orgánica..... | 31 |
| Figura 6: Determinación de energía bruta..... | 32 |
| Figura 7: Determinación de proteína cruda..... | 32 |
| Figura 8: Consumo de nutrientes en relación con la edad de cuyes..... | 40 |
| Figura 9: Consumo de nutrientes en relación con el nivel de fibra..... | 40 |
| Figura 10: Fracción digerida de nutrientes en relación con la edad de cuyes..... | 41 |
| Figura 11: Fracción digerida de nutrientes en relación con el nivel de fibra..... | 41 |
| Figura 12: Excreción de nutrientes en relación con la edad de cuyes..... | 47 |
| Figura 13: Excreción de nutrientes en relación con el nivel de fibra..... | 47 |
| Figura 14: Digestibilidad de nutrientes en relación con la edad de cuyes..... | 48 |
| Figura 15: Digestibilidad de nutrientes en relación con el nivel de fibra..... | 48 |
| Figura 16: Valoración energética en relación con la edad de cuyes..... | 61 |
| Figura 17: Valoración energética en relación con el nivel de fibra..... | 61 |

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de dos niveles de fibra dietaria (7.50% y 15%) en tres edades de cuyes en la digestibilidad y consumo de alimento, se utilizaron 30 cuyes machos mejorados tipo I de tres diferentes edades (destetados, crecimiento y adultos) con peso promedio de 453.60 ± 72.00 g (destetados), 629.70 ± 54.50 g (crecimiento) y 911.10 ± 33.40 g (adultos); distribuidos en 30 jaulas metabólicas de $0.50 \text{ cm} \times 0.25 \text{ cm} \times 0.40 \text{ cm}$, de malla galvanizada con sus respectivos comederos y bebederos; se determinó la digestibilidad aparente de la materia seca, materia orgánica y energía, por el método de colección total in vivo, bajo un diseño completo al azar, la comparación de promedios se realizó con la prueba de Tukey 5%, para el análisis de las variables respuesta se utilizó el programa estadístico Infostat y Minitab. El consumo de nutrientes (materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra cruda y Fibra Detergente Neutra) en los animales destetados (21 días) fue: 31.32, 29.21, 5.61, 3.62 y 8.17 g MS/d, en animales en crecimiento (45 días) fue: 41.73, 38.93, 7.51, 4.72 y 11.04 g MS/d y adultos (75 días) fue: 56.54, 42.70, 8.49, 7.11 y 16.18 g MS/d, según el nivel de fibra con 7.50 % fue: 40.71, 37.30, 7.44, 2.80 y 6.47 g MS/d y con la dieta de 15% de fibra fue: 45.68, 42.27, 8.49, 7.11 y 16.18 g MS/d. La digestibilidad aparente de nutrientes (materia seca, materia orgánica, proteína cruda y FDN) en cuyes destetados (21 días) fue: 74.88, 75.32, 77.25 y 39.06%, respectivamente, para animales en crecimiento (45 días) fue: 75.71, 76.58, 79.70 y 44.95%, respectivamente, para animales adultos (75 días) fue: 73.52, 75.83, 82.62 y 39.34%, respectivamente; según el nivel de fibra, la dieta con 7.50% fue: 80.72, 81.11, 80.96 y 41.38%, respectivamente y para con el 15% fue: 68.69, 70.71, 78.75 y 40.86%, respectivamente. Los valores de energía digestible según la edad para cuyes destetados (21 días) es de 3295.42 Kcal/kg, en crecimiento (45 días) es de 3363.85 Kcal/kg y en adultos (75 días) es de 3214.37 kcal/kg; según el nivel de fibra con 7.50% es de 3555.56 Kcal/kg y con 15% de fibra es de 3026.87 Kcal/kg. La edad y nivel de fibra afectaron el consumo, pero la digestibilidad de nutrientes solo se vio influenciada por el nivel de fibra dietaria siendo esta mayor, mas no así por la edad de los animales, lo que determinó que la energía digestible fuera mayor con el menor nivel de fibra.

Palabras claves: Digestibilidad aparente, materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra cruda.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of two levels of dietary fiber (7.50% and 15%) in three ages of guinea pigs on the digestibility and consumption of food. 30 improved type I male guinea pigs of three different ages were used (desiccated, growth and adults) with average weight of 453.60 ± 72.00 g (weaned), 629.70 ± 54.50 g (growth) and 911.10 ± 33.40 g (adults); distributed in 30 metabolic cages of $0.50 \text{ cm} \times 0.25 \text{ cm} \times 0.40 \text{ cm}$, made of galvanized mesh with their respective feeders and drinkers; The apparent digestibility of dry matter, organic matter and energy was determined by the total in vivo collection method, under a complete randomized design, the comparison of averages was carried out with the 5% Tukey test, for the analysis of the response variables, the Infostat and Minitab statistical programs were used. Nutrient consumption (dry matter, organic matter, crude protein, crude fiber and Neutral Detergent Fiber) in weaned animals (21 days) was: 31.32, 29.21, 5.61, 3.62 and 8.17 g MS/d, in growing animals (45 days) was: 41.73, 38.93, 7.51, 4.72 and 11.04 g DM/d and adults (75 days) was: 56.54, 42.70, 8.49, 7.11 and 16.18 g DM/d, depending on the fiber level with 7.50% it was: 40.71, 37.30, 7.44, 2.80 and 6.47 g DM/d and with the 15% fiber diet it was: 45.68, 42.27, 8.49, 7.11 and 16.18 g DM/d. The apparent digestibility of nutrients (dry matter, organic matter, crude protein and NDF) in weaned guinea pigs (21 days) was: 74.88, 75.32, 77.25 and 39.06%, respectively, for growing animals (45 days) was: 75.71, 76.58, 79.70 and 44.95%, respectively, for adult animals (75 days) was: 73.52, 75.83, 82.62 and 39.34%, respectively; According to the fiber level, the diet with 7.50% was: 80.72, 81.11, 80.96 and 41.38%, respectively, and for the 15% diet it was: 68.69, 70.71, 78.75 and 40.86%, respectively. The digestible energy values according to age for weaned guinea pigs (21 days) is 3295.42 Kcal/kg, for growing animals (45 days) it is 3363.85 Kcal/kg, and for adult animals (75 days) it is 3214.37 kcal/kg, according to the fiber level for the diet with 7.50% fiber is 3555.56 Kcal/kg and for the diet with 15% fiber, it is 3026.87 Kcal/kg. Age and fiber level affected consumption, but nutrient digestibility was only influenced by the level of dietary fiber, which was higher, but not by the age of the animals, which determined that digestible energy was higher with age. lower level of fiber.

Keywords: Apparent digestibility, dry matter, organic matter, crude protein, crude fiber.

INTRODUCCIÓN

El cuy constituye un producto alimenticio nativo circunscrito a zonas del área andina, encontrándose la mayor parte de su población y producción en Perú, Ecuador y en menor medida en Bolivia y Colombia (Chauca, 2013). Esta especie posee un elevado valor nutritivo y por la naturaleza de su ciclo reproductivo y productivo, constituye una alternativa para mejorar la nutrición de la población en el país, principalmente en las zonas con menores recursos del país, donde su crianza se encuentra arraigada.

Desde hace un tiempo atrás muchas instituciones de investigación vienen desarrollando estudios que han permitido avances en genética, sistemas de producción, manejo del ambiente, nutrición y alimentación, entre otros. Todos estos avances, favorecen el impulso de la crianza del cuy a nivel comercial, así como mejorar el sistema o método de alimentación y manejo en general.

Esta especie herbívora, por sus características fisiológicas digestivas, tiene la capacidad de utilizar alimentos con elevados niveles de fibra, sin embargo, es conocido que existe un límite de incorporación de la misma, más que todo en animales jóvenes cuyo sistema digestivo aún no ha completado su desarrollo, la misma que no ha sido adecuadamente establecido para esta especie animal. Considerando que la alimentación de cuyes se basa sobre todo en el uso de forrajes, existe la necesidad de conocer el comportamiento digestivo del cuy en función a la variación del nivel de la fibra dietaria con el fin de aprovechar alimentos fibrosos.

El valor nutritivo de un alimento depende esencialmente de la disponibilidad de la energía y nutrientes, pero la calidad nutricional de las raciones puede ser afectada por la forma de preparación, factores que muchas veces no tienen ninguna relación con la composición original. La respuesta animal a un determinado alimento depende de la interacción compleja entre composición de la ración, su método de preparación y consecuentemente su valor nutritivo.

Esta investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de dos diferentes porcentajes de fibra (bajo 7.50 % y alto 15 %) en la dieta de cuyes en tres diferentes edades: destetados de 21 días, crecimiento de 45 días y adultos de 75 días, que permita establecer recomendaciones sobre su utilización.

CAPÍTULO I

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de dos niveles de fibra dietaria (bajo 7.50% y alto 15%) sobre el consumo, utilización de nutrientes y energía en la alimentación de cuyes machos destetados (21 días de edad), en crecimiento (45 días de edad) y adultos (75 días de edad).

1.1.2. Objetivos Específicos

Evaluar el consumo de materia seca, materia orgánica, fibra cruda, fibra detergente neutra, proteína y energía.

Determinar la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, fibra cruda, fibra detergente neutra, proteína y energía por efecto de los dos niveles de fibra dietaria.

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En toda actividad pecuaria se puede mejorar el nivel nutricional, mejorar la producción y establecer la formulación de alimentos balanceados, para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales, en este caso, del cuy, buscando obtener resultados óptimos dentro de los parámetros productivos y una buena calidad de carne para el consumo humano, convirtiéndose en una producción rentable para el productor. En este contexto la adecuada utilización de los nutrientes (digestibilidad) es fundamental, por lo que el conocimiento de los factores que afectan el aprovechamiento de los nutrientes es necesario, siendo el principal factor la presencia de fibra, por lo que, es importante determinar el nivel de fibra favorable en cada etapa del cuy, ya que, ello contribuye a maximizar su potencial genético, y así, impulsar la crianza de esta especie, convirtiéndola en una actividad con alternativas técnicas y económicas.

La mayor parte de las recomendaciones sobre los niveles de fibra dietaria para cuyes, muestran rangos amplios que pueden llegar inclusive a niveles del 18%, sin embargo no se establece diferencias entre los estados fisiológicos (edades) de los animales, puesto que es sabido que la variación en los niveles de fibra tiene efecto sobre el aprovechamiento de los nutrientes y más aún en animales jóvenes que a la larga se verá reflejado en el rendimiento y calidad de la carcasa, afectando con ello la rentabilidad en su crianza, sobre todo a nivel comercial.

En base a lo expuesto, se plantea la presente investigación para fortalecer la información que se tiene sobre el efecto de los niveles de fibra dietaria en el comportamiento productivo de cuyes machos de diferentes edades.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES

Vilcanqui (2018) utilizando ratas de raza Holtzman y evaluando las propiedades funcionales, así como los efectos fisiológicos brindando fibra soluble (goma de tara) e insoluble (hojas de agave) en su alimentación concluyó que ambas fuentes de fibra dietaria no causan efectos fisiológicos en la absorción aparente de calcio (Ca) y fósforo (P).

Condori (2014) evaluando niveles bajos de fibra 6, 8 y 10% en dietas de inicio y crecimiento sobre el comportamiento productivo medido por los parámetros de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, mortalidad y retribución económica del alimento de cuyes reportan que no hubo efecto para los parámetros de ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia en etapa de inicio y crecimiento, así mismo las tres dietas tuvieron retribución económica.

Estrella (2022) evaluando diferentes niveles de fibra cruda 8, 11, 14 y 17% en la digestibilidad de cuyes (*Cavia porcellus*), se concluye al relacionar la composición bromatológica de las dietas con la digestibilidad los diferentes tratamientos fueron aprovechados de manera óptima, como también que los diferentes niveles de fibra no vieron afectada la digestibilidad, a pesar de tener valores que difieren estadísticamente, estos porcentajes no se consideran negativos dentro de la digestibilidad de los nutrientes.

Hidalgo y Valerio (2020), al evaluar la digestibilidad y energía digestible y metabolizable del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes, concluyen que la digestibilidad del germen de maíz, hominy feed y subproducto de trigo fue de 79.0, 81.20 y 65.3%, respectivamente, la energía digestible fue de 4189, 4372 y 2801 Kcal/kg de materia seca, respectivamente y de energía metabolizable fue de 3910, 4351 y 2705 Kcal/kg de materia seca, respectivamente.

Maldonado y Mejía (2013) evaluando de dos niveles de fibra y dos niveles de proteína en la dieta sobre los parámetros zootécnicos en los cuyes en donde para la etapa de finalización en las variables: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, el tratamiento 2 (T2), se constituyó como el mejor comparado con los demás tratamientos.

Puelles (2019) evaluando la digestibilidad en cuyes con el uso de complejo multienzimático en rastrojos agrícolas de yacón, kiwicha y maíz, suplementados con alimento balanceado y el uso o no del complejo enzimático fibrolítico, concluyó que al adicionar el complejo enzimático en los alimentos balanceados se puede lograr obtener respuestas positivas frente a la digestibilidad, así como en el consumo de alimento.

Riofrio (2019) evaluando el efecto de niveles bajos de fibra cruda sobre parámetros productivos y digestivos en cobayos y utilizando como fuente de fibra la paja, concluyó que los cobayos tienen mejores respuestas a niveles bajos de fibra, donde obtuvo mejores respuestas de ganancia de peso y menor mortalidad, así mismo, no hubo relación de los parámetros digestivos.

Aucahuaqui (2022) evaluando el consumo voluntario y digestibilidad del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en cuyes (*Cavia porcellus*) machos mejorados tipo I concluyendo que el uso de Kikuyo en la inclusión de las dietas para cuyes no debe superar el 50%.

Bustamante (2022), Al evaluar la influencia del nivel de fibra dietaria sobre el desarrollo gastrointestinal en cuyes, donde se evaluaron cuatro niveles de fibra dietaria (5, 7, 10 y 12%) en tres etapas, inicio, crecimiento y acabado, donde llega a la conclusión que el rendimiento de carcasa no se vio afectado, así mismo la composición de la carcasa fue similar entre tratamientos y el desarrollo del tracto gastrointestinal de los cuyes no se vio afectado por el incremento en los niveles de fibra dietaria.

Chillpa (2022) evaluando la digestibilidad y energía digestible de la harina integral de soya (*Glycine max*) en cuyes, donde concluyo que la inclusión de harina integral de soya no afecto el consumo, ni la digestibilidad de nutrientes y energía, siendo mejor la respuesta con el nivel más alto de inclusión.

Mamani (2023) al evaluar la valoración nutricional de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) y cáscara de haba (*vicia faba*) como alternativa en la alimentación para cuyes, donde concluye que la edad de los animales no afecta los valores de digestibilidad y energía digestible en la cáscara de papa y cáscara de haba.

Sarria (2020) evaluando niveles de energía digestible (2.7 y 2.9 Mcal de ED/kg) y dos sistemas de alimentación (con o sin la inclusión de forraje verde) para cuyes hembras reproductoras; llega a la conclusión que el nivel de energía 2.9 Mcal de ED/kg obtuvo mayor

eficiencia frente a la otra, en la evaluación de madres por lo que produjeron mayor peso al parto.

2.2.BASES TEÓRICAS

2.2.1. Antecedentes históricos

La especie cuy o cobayo conocida científicamente como *Cavia porcellus*, fue domesticada hace muchos años atrás, ya hace 250 a 300 a.c, se encontraron depósitos de excretas de éste animal en la cultura Paracas, de igual manera en la cultura Mochica y Vicus encontraron restos de cerámicas representando a la especie de los cuyes, así mismo, se hallaron restos de pellejos tanto como huesos que fueron enterrados junto con los restos humanos en las tumbas de América del Sur demostrando, de esa manera, la crianza de la especie y utilización de la especie en la alimentación lo que hizo importante su producción. Estudios arqueológicos demostraron que los cuyes vivieron en cautiverio y fueron domesticados en la región andina en Perú y Bolivia en el año 1000 a.c, además aún desconocían todas las variedades de cuyes que criaban como fuente alimenticia en Sudamérica (Chauca, 1997).

2.2.2. Fisiología del cuy

La especie del cuy conocida también como guinea pig, conejillo de indias, cobayo, curí, acure, cuilo, cuis, cui es una especie herbívora, monogástrica, su sistema digestivo empieza con la cavidad oral siguiendo con el esófago, estómago, intestino delgado (duodeno, yeyuno, íleon) e intestino grueso (colon, ciego, recto) y terminando con el ano, también cuenta con accesorios que ayudan en la digestión y órganos que cumplen la misma función como son los dientes, glándulas salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas (Hargaden y Singer, 2012).

Rigoni *et al.*, (1993) mencionan que la especie del cuy entra en la clasificación dentro del grupo de los monogástricos herbívoros y realiza dos tipos de digestión: enzimática y microbiana, la digestión enzimática empieza en el estómago e intestino delgado y la digestión microbiana a nivel del ciego por medio de la fermentación bacteriana, la alimentación del cuy está basada en forrajes mayormente, el paso de la ingesta por el estómago pasa rápidamente, siendo un proceso rápido que no pasa las dos horas, también es a nivel del estómago e intestino delgado que se lleva la absorción de aminoácidos, azúcares, grasa, vitaminas y algunos minerales, muy similar al del conejo pero a diferencia la absorción en caso de los cuyes se lleva en menor tiempo, (Vergara 2008), añade comentando que debido a sus características fisiológicas y anatómicas del cuy a nivel del sistema digestivo, ya que posee un estómago glandular, donde ocurre la digestión enzimática para luego ser degradado a nivel del ciego donde se llevará a cabo la fermentación bacteriana; el cuy es clasificado como fermentador post-gástrico, ya que

posee un ciego de gran tamaño con forma semicircular y numerosas bolsas laterales similar al de los conejos, que llega a representar el quince por ciento del peso total del animal y cumple un rol importante en la fermentación bacteriana, así como la producción de ácidos grasos volátiles y generación de cecógrafos, como se muestra en la tabla 1, donde se muestra la capacidad del ciego.

Tabla 1: Capacidad fermentativa del tracto digestivo del cuy en comparación a otras especies.

| | Retículo - rumen | Ciego | Colon | Total |
|---------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Vacuno | 64 | 5 | 58 | 75 |
| Ovino | 71 | 8 | 4 | 83 |
| Caballo | - | 15 | 54 | 69 |
| Cerdo | - | 15 | 54 | 69 |
| Cuy | - | 46 | 20 | 63 |
| Conejo | - | 43 | 8 | 51 |

Fuente: Mellisho, (2005).

Según Hunt y Harrington (1974), el pasaje por el estómago es mucho más rápido a diferencia del pasaje por el ciego ya que a nivel del ciego puede durar 48 horas, también es a nivel del ciego donde ocurre la digestión microbiana, además la retención de la digesta (alimento) es mayor que en ratas y conejos debido a la característica del ciego bien desarrollado; Sakaguchi *et al.*, (1992) añade la idea diciendo, que es a nivel del ciego donde ocurre diferentes funciones importantes como la digestión de alimentos fibrosos, absorción y producción de ácidos grasos de cadena corta que son los ácidos grasos volátiles, producción de proteínas microbiales, vitaminas como complejo B, vitamina K, así mismo de los electrolitos, la mayor capacidad fermentativa sobre el alimento ocurre en el ciego y colon, además según Gómez y Vergara (1994) la flora bacteriana existente a nivel del ciego permite un buen aprovechamiento especialmente de la fibra que se clasifica por el tamaño, la fibra corta (<0.3mm.) llega a degradarse, mientras que la fibra larga (>0.3mm.) llega a ser expulsada, además que la inclusión de fibra dietaria en la alimentación de los cuyes provoca modificaciones en la morfología intestinal y que todas las anteriores funciones mencionadas se realizan gracias a los microorganismos ubicadas a nivel del ciego que en su mayoría son bacterias gram positivas de esa manera ayudan a cubrir los requerimientos nutricionales del animal, según Castro y Chirinos (1997) el cuy produce dos tipos de excretas, una de ellas es la cecografía que reutiliza el nitrógeno proteico y no proteico que no fue digerido en el intestino, son heces blandas y los cuyes lo vuelven a ingerir, estas heces se originan a nivel del ciego y por los movimientos peristálticos y fermentación son

originados mayormente a horas de la mañana y es ingerido directamente del ano, a diferencia de las heces duras que no son reingeridas y su fermentación es mayormente en las noche.

2.2.3. Requerimientos nutricionales

En toda explotación pecuaria, la nutrición cumple uno de los roles mas importantes, ya que, un adecuado y exacto suministro de nutrientes conlleva a una eficaz producción, así como es importante el conocimiento más profundo, actual y exacto de los requerimientos nutricionales de los animales, conocimiento que nos permitirá conocer valores exactos y de esa manera enfocarnos en la elaboración de las raciones balanceadas que se brindan al animal y éstas mismas lleguen a satisfacer las necesidades nutricionales para las posteriores funciones que cumple el organismo que es de mantenimiento, crecimiento y producción; se conoce los nutrientes requeridos por el cuy y son los siguientes: agua, proteína, fibra, grasa, minerales y vitaminas, todos estos requerimientos varían y dependen según la edad del animal, estado fisiológico, nivel de producción, actividad que realiza el animal, genotipo y temperatura ambiental (Vivas, 2013).

Según Amon (2015), obteniendo esa información sobre los requerimientos del cuy se podrá intensificar la crianza, lo que nos permitirá aprovechar las bondades de la especie como la precocidad, prolificidad y habilidad reproductiva, Gómez y Vergara (1994) mencionan que cuando los animales logran satisfacer sus necesidades de requerimientos nutricionales el nivel de energía varía y el exceso tiende a almacenarse como grasa en el cuerpo, el nivel de energía que se encuentra en el alimento brindado, afecta en el consumo de éste, por lo que los animales tienden a un mayor consumo de alimentos a medida que se reduce el nivel de energía en la dieta y se debe a que el requerimiento de energía para el animal ya fue cubierto.

Los requerimientos para cuyes en la etapa de crecimiento recomendado por el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos NRC (1995) se muestra en la tabla 2; investigadores peruanos en el área de nutrición y alimentación de la especie del cuy recopilaron información sobre los estándares nutricionales para cuyes mejorados en una crianza intensiva publicado por Vergara (2008) en la XXXI reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal APPA como se muestra en la tabla 3; así mismo Argote y Cuervo (2011), muestran en la tabla 4 los requerimiento nutricionales de cuyes en diferentes etapas de gestación, lactancia y crecimiento; Vílchez (2006) realizó un

estudio y diferenciando las necesidades nutricionales de cobayas de costa y de valles interandinos en diferentes etapas tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla 2: Requerimientos nutricionales del cuy.

| Nutrientes | Concentración en la dieta |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Energía Digestible, Mcal/Kg | 3 |
| Proteína, % | 18 |
| Fibra, % | 10 |
| Aminoácidos, % | |
| Arginina | 1.2 |
| Histidina | 0.36 |
| Lisina | 0.84 |
| Metionina | 0.36 |
| Treonina | 0.6 |
| Triptófano | 0.18 |
| Minerales | |
| Calcio, % | 0.8 |
| Fósforo, % | 0.4 |
| Sodio, % | 0.2 |
| Fierro, mg/Kg | 50 |
| Selenio, mg/Kg | 0.1 |
| Vitaminas | |
| Vitamina A, UI/Kg | 1000 |
| Vitamina D, UI/Kg | 7 |
| Vitamina E, UI/Kg | 50 |
| Vitamina C, mg/Kg | 200 |
| Vitamina B12, mg/Kg | 10 |
| Colina, g/Kg | 1 |

Fuente: National Research Council NRC (1995).

Tabla 3: Estándares nutricionales para cuyes mejorados en una crianza intensiva.

| Nutrientes | Unidad | Inicio | Crecimiento | Acabado |
|----------------------|---------|-------------|--------------|--------------|
| | | (1-28 días) | (29-36 días) | (64-84 días) |
| Energía digestible | Mcal/Kg | 3 | 2.8 | 2.7 |
| Fibra | % | 6 | 8 | 10 |
| Proteína | % | 20 | 18 | 17 |
| Lisina | % | 0.92 | 0.83 | 0.8 |
| Metionina | % | 0.4 | 0.36 | 0.3 |
| Metionina + Cisteína | % | 0.82 | 0.74 | 0.7 |
| Arginina | % | 1.3 | 1.17 | 1.1 |
| Treonina | % | 0.66 | 0.59 | 0.6 |
| Triptófano | % | 0.2 | 0.18 | 0.2 |
| Calcio | % | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Fósforo | % | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Sodio | % | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Vitamina C | Mg/100g | 30 | 20 | 20 |

Fuente: Vergara (2008); citado por Solorzano, (2014)

Tabla 4. Requerimientos nutricionales en etapa de gestación y lactancia del cuy.

| Nutrientes | Unidad | Etapas | | |
|--------------------|---------|-----------|-----------|-------------|
| | | Gestación | Lactancia | Crecimiento |
| Proteínas | % | 18 | 18 - 22 | 13 - 17 |
| Energía digestible | Kcal/Kg | 2.800 | 3.000 | 2.800 |
| Fibra | % | 8 - 17 | 8 - 17 | 10 |
| Calcio | % | 1.4 | 1.4 | 0.8 - 1 |
| Fósforo | % | 0.8 | 0.8 | 0.4 - 0.7 |
| Magnesio | % | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Potasio | % | 0.5 - 1 | 0.5 - 1 | 0.5 - 1.4 |
| Vitamina C | mg | 200 | 200 | 200 |

Fuente: Argote y Cuervo (2011).

Tabla 5. Requerimientos nutricionales de cobayos por etapas.

| Nutrientes | Etapas | | |
|-------------------------|---------------|-------------|--------------|
| | Reproductores | Crecimiento | Ración única |
| Proteína cruda (%) | 19 | 18 | 18 |
| ED (Kcal/Kg) | 2950 | 2800 | 2800 |
| Fibra cruda (%) | 10 - 12 | 10 | 10 - 16 |
| Calcio (%) | 1 | 0.9 | 1 |
| Fósforo total (%) | 0.78 | 0.75 | 0.7 |
| Grasa total (%) | 3 | 3 | 3 |
| Sodio (%) | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Lisina (%) | 0.9 | 0.84 | 0.8 |
| Metionina (%) | 0.38 | 0.38 | 0.36 |
| Metionina + cistina (%) | 0.82 | 0.8 | 0.78 |
| Ac. Ascórbico (mg/Kg) | 750 | 750 | 750 |

Fuente: Vilchez (2006).

2.2.3.1. Proteína

Las proteínas están compuestas por largas cadenas de aminoácidos que van unidos por enlaces peptídicos formando cadenas peptídicas (Fraga, 1998), algunos aminoácidos se sintetizan en el organismo mientras otros no, como la isoleucina, leucina, lisina, arginina, histidina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina, por lo que es necesario integrarlos en la alimentación (Zaldivar, 1997); el NRC (1995) determina el requerimiento mínimo de proteína 18.0, lisina 0.84 y aminoácidos 0.60%.

En el tracto gastrointestinal: estómago, páncreas e intestino delgado secretan enzimas las cuales degradan a las proteínas y péptidos, proceso conocido como degradación hidrolítica donde los aminoácidos quedan libres para luego ser absorbidos y posteriormente ser transportados a la corriente sanguínea, llegando hasta el hígado y es ahí donde transcurre parte de su metabolismo para luego distribuirse, así mismo, también las proteínas endógenas se degradan por acción de enzimas de degradación

que reciben una señal para empezar a actuar sobre ellas, los aminoácidos libres que provienen del proceso de digestión de proteínas, llegan a ser absorbidos por las paredes del intestino y van siendo conducidos entre el sistema porta-hepático, cuando llegan al hígado por la corriente sanguínea se distribuyen a las células y así están listas para ser utilizadas por el animal (UCO, 2006).

El cuy debido a su fisiología digestiva es capaz de digerir la proteína a partir de alimentos fibrosos, esto se debe a que a nivel del estómago se produce una digestión enzimática que posteriormente pasa a nivel del ciego y colon para que se pueda producir la digestión microbiana (Moreno, 1989).

MC Donal *et al.*, (2006) mencionan que cada individuo posee diferente cantidad y variedad de proteínas en sus células y tejidos, éstas influirán en las actividades del animal, para que así cada célula cumpla su rol, por lo que es importante el adecuado suministro de proteína ya que la deficiencia podría causar graves consecuencias por ejemplo en el caso de cuyes al nacimiento genera menores pesos de gazapos, escaso o retardar el crecimiento, baja producción de leche en madres que afectaría a las crías, baja fertilidad en hembras y desaprovechamiento del alimento brindado en el desarrollo corporal del animal, según Ticona (2013), añade recomendando los siguientes niveles de proteína en diferentes etapas: reproducción 14 a 16 %, crecimiento 16 a 18 % y engorde 16%.

2.2.3.2. Energía

Airahuacho (2007) indica sobre las necesidades de energía del cuy y su importancia según cada etapa del animal, ya que puede variar según la edad del animal así como del estado fisiológico, actividad que produce el animal, también de la temperatura ambiental y del nivel de producción, la energía es esencial para cumplir ciertas e importantes funciones vitales en el organismo animal como la producción, contrarrestar y regular el frío, así como el mantenimiento del cuerpo, todas estas actividades fisiológicas conllevan un gasto de energía, a esto, Hidalgo *et al.*, (1999) refuerzan diciendo que las necesidades energéticas se expresan en calorías y las principales fuentes energéticas son los carbohidratos, lípidos y proteínas y menciona que los carbohidratos obtenidos de origen vegetal que son fibrosos y no fibrosos, son los que proporcionan la energía que el organismo necesita para sus diferentes funciones como mantenimiento, crecimiento y reproducción, los alimentos que

contienen mayor cantidad en carbohidratos son aquellos alimentos que contienen azúcares y almidón, por lo que la energía es importante en la alimentación del cuy.

El NRC (1995), sugiere a nivel de energía para cuyes 3 000 Kcal/ kg en la dieta, así mismo, según Caycedo (1995) realizando su investigación en el Perú señala los siguientes resultados, 3000 Kcal/kg en la etapa de gestación y lactación, 2800 Kcal/kg para las etapas de crecimiento y engorde; por otra parte Vergara (2008), señala los siguientes requerimientos de energía: inicio 3000 Kcal de ED/Kg, crecimiento 2800 Kcal de ED/Kg, acabado 2700 Kcal de ED/Kg y para la etapa de gestación y acabado recomienda 2900 Kcal de ED/Kg.

Rico (2001) al suministrar un exceso de energía en la alimentación podría generar la acumulación de grasa lo cuál tiende a perjudicar el desempeño productivo del animal, mas no genera mayores problemas, Airahuacho (2007) afirma que los cuyes responden eficientemente al brindarles altos niveles de energía en su alimentación dando buenos resultados de ganancia de peso y utilización de alimentos, así como Vélchez (2014) añade diciendo, que al brindar un nivel mayor de energía en la ración de los animales, la conversión alimenticia llega a mejorar.

Según Henning y Hird (1970), el ciego muy característico en la especie del cuy en el que se encontraron ácidos grasos de cadena corta muy similares a las del rumen en bovinos, además, tiene 2.5 de capacidad fermentativa mayor que el de la rata.

El cuy obtiene energía a partir de alimentos fibrosos por lo que es más probable que pueda convertir la fibra en energía útil (Parra, 1978).

2.2.3.3. Vitamina

Así mismo Rico y Rivas (2003), mencionan que las vitaminas son compuestos orgánicos, ya que no es producido en el organismo y son requeridos en pequeñas cantidades, que tienen como principal función el crecimiento y mantenimiento de la vida animal, mejora su rápido crecimiento así como la reproducción además, incrementan la protección contra enfermedades; necesarios en pequeñas cantidades pero imprescindibles, son importantes porque ayudan a regular procesos fundamentales como, permeabilidad celular, oxidación, crecimiento y reproducción. Alcázar (2002), menciona que las vitaminas se clasifican en dos grupos: vitaminas liposolubles que vendrían a ser la vitamina A, D, E y K, así como las vitaminas hidrosolubles como la vitamina C y complejo B (tiamina, riboflavina, niacina,

piridoxina, ácido pantoténico, biotina, colina, vitamina B12); por otro lado, Usca (1998) menciona que, la ausencia de las vitaminas podría causar alteraciones estructurales y fisiológicas en el organismo, a causa de la deficiencia de la vitamina A, en el organismo puede ocasionar cese del crecimiento por lo que los animales que tienen deficiencia de esta vitamina tendrían desventaja en su crecimiento frente a otros animales, así como pérdidas en la producción, también ocasiona pérdida de peso en animales que por lo general son animales recién nacidos y en etapa de crecimiento hasta concluir en la muerte ocasionando pérdidas económicas; por otro lado, Méndez (1998) menciona los efectos que podrían causar la deficiencia de las vitaminas empezando por la vitamina D, ya que la deficiencia de esta vitamina ocasiona raquitismo, generalmente se presenta en animales recién nacidos los cuales nacen muy pequeños y delgados, teniendo menor probabilidad de sobrevivencia, al mismo tiempo la deficiencia de vitamina E produce en el organismo del animal la degeneración de los músculos y esta deficiencia es peligrosa porque llega hasta la muerte siendo repentina y finalmente la deficiencia de vitamina K produce hemorragia en las placentas en el momento del parto en madres, produce abortos espontáneos y las crías suelen nacer muertas o morir al nacer.

2.2.3.3.1. Vitamina C o vitamina antiescorbútica.

La vitamina C conocida como ácido ascórbico, es muy importante para el cuy, ya que similar al caso del hombre esta especie tiene una deficiencia genética por carecer la enzima L- gulonolactosa oxidasa, y por la ausencia de esta enzima, no logra sintetizar la vitamina C a partir de la glucosa (Cabrera, 2000).

Rico (2001), según sus estudios realizados recomienda los siguientes niveles de vitamina C o ácido ascórbico fosfato en diferentes etapas: 30 mg/100g de alimento al inicio, 20 mg al crecimiento, 15 mg al acabado y 15 mg/100 gramos en reproductores; al igual que Vergara (2008) recomienda los siguientes niveles de vitamina C, en etapa de destete se recomienda 30 mg/100 g de alimento/día; en la etapa de crecimiento 20 mg/100 g de alimento/día; y en las etapas de acabado y reproductores 15 mg/100 g de alimento/día.

El ácido ascórbico fosfato es importante en la alimentación del cuy ya que el déficit de esta vitamina ocasiona pérdida de apetito, pérdida de peso,

crecimiento retardado, anemia, encías inflamadas, aflojamiento de dientes, inflamación de las articulaciones, trastornos hepáticos, parálisis del tren posterior, degeneración de los ovarios en hembras y degeneración del epitelio germinal en machos, congestión pulmonar, deteriorado mecanismo de coagulación lo que puede causar hemorragias en distintas partes del cuerpo y congestión pulmonar (Green *et al.*, 1980)

Según Aliaga *et al.*, (2009), la deficiencia de vitamina C, afecta negativamente sobre los parámetros productivos como consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia y por esta causa, se hace necesario el suministro de alimentos verdes o forraje ya que contiene dicha vitamina.

2.2.3.4. Grasas

Según MC Donal *et al.*, (2006) mencionan que las grasas tanto como los aceites conforman la familia de los triglicéridos, éstas se encuentran en todos los tejidos sean animales como vegetales, los lípidos contienen ácidos grasos que a su vez pueden ser saturados o insaturados, el aporte de grasa en la alimentación de los cuyes es definido que va de un 3 a 5% y va variando según la etapa de producción, los cuyes no suelen sintetizar el ácido linoléico que es ácido graso insaturado y la deficiencia ocasiona dermatitis por lo que se debe añadir en la alimentación a través de grasas o aceites para cubrir sus requerimientos, Zaldivar (1997) menciona que las grasas cumplen un rol importante ya que aportan ciertas vitaminas al organismo, favorecen la asimilación de proteínas, además sirven de reserva energética en el organismo, aportan energía, sirve como aislante térmico (grasa de reserva) y en animales de sangre caliente sirve como fuente de calor para poder mantener la temperatura corporal.

Al carecer el adecuado requerimiento de grasa puede producir problemas en el organismo como retardo en el crecimiento, así como causa problemas en la piel ocasionando enfermedades que vendrían a ser las úlceras y dermatitis, deficiente o escaso crecimiento del pelo en todo el cuerpo y caída de pelo, además en casos de deficiencias prolongadas ocasiona signos más graves como subdesarrollo del bazo, testículos, vesícula biliar y agrandamiento de los riñones, agrandamiento del hígado, suprarrenales y corazón (NRC, 1995).

2.2.3.5. Agua

Caycedo (2007) menciona que el agua es el elemento más importantes en la alimentación de todo animal, constituye en el organismo un 60 a 70%, el requerimiento de agua varía según el estado fisiológico, alimento administrado, temperatura del medio ambiente, por lo que un cuy alimentado con forraje (por su contenido de agua) necesitará menos cantidad de agua que uno que esta alimentado con alimento balanceado, así como un cuy que se encuentre en climas cálidos requerirá mayor cantidad de agua a diferencia de uno en zona húmeda o fría, según Zaldivar y Chauca (1975) los requerimientos de agua varía según al tipo de alimento, ya que al suministrarle forraje succulento en cantidades altas (más de 200g) la necesidad de agua queda cubierta, por lo que ya no es necesario ofrecerle agua de bebida ya que el forraje cubre la necesidad de agua, pero si se suministra forraje restringido 30 g/animal/día, requiere 85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml/kg de peso vivo; la recomendación de Vivas (2009) frente al suministro de agua menciona que es importante brindar agua al animal al menos dos veces al día, por la mañana y por la tarde, cuidando de que el agua administrada este limpia y fresca, según su estudio considera que el requerimiento de agua en el cuy es de 120 cm³ por cada 40 g de materia seca de alimento consumido.

El agua se logra obtener de tres fuentes y de acuerdo a las necesidades de cada animal, una de ellas es el agua que se le proporciona como agua de bebida, otra fuente es el de los alimentos ya que están conformados por agua y materia seca en diferentes proporciones y la última fuente es el agua metabólica producido del metabolismo por oxidación de nutrientes orgánicos conteniendo hidrógeno (Chauca, 1997).

El consumo del agua en cuyes en sus diferentes etapas es muy importante ya que mejora la eficiencia reproductiva, ya que aumenta el número de crías al nacimiento, mayor fertilidad en madres, disminuye la mortalidad de crías lactantes en 3.22%, así como animales en crecimiento, mejora el peso de crías al nacimiento 18 g y destete 34 g, ayuda a mantener e incrementar el peso de las madres en la época del parto 125.10 g y también en la etapa de lactación y mejora la conversión alimenticia, la deficiencia de agua en el organismo del cuy causaría graves consecuencias en madres gestantes y durante la lactancia así mismo afectaría a las

crías lactantes y destetado, originaria el canibalismo de madres a crías o entre los animales en crecimiento y podría causar la muerte (Chauca *et al.*, 1992).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Fibra

La importancia del requerimiento de fibra en la alimentación y eficiente utilización de ésta se debe a la característica de la fisiología digestiva del cuy, ya que cuenta con un ciego de gran tamaño y colon (Caycedo, 2001), que tiene la capacidad de almacenar grandes cantidades de material inerte como es la celulosa que a través de la acción microbiana llega a fermentarse produciendo ácidos grasos volátiles que contribuyen en satisfacer los requerimientos de energía (Aliaga *et al.*, 2009); el adecuado suministro de fibra es muy importante ya que es muy digerible cumpliendo con la función de mantener la velocidad del paso normal del alimento, ya que retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo favoreciendo así la digestibilidad de otros nutrientes (Chauca, 1997); a través del consumo de forrajes se logra el aporte de fibra en la alimentación, la fibra que se encuentra en los forrajes está compuestas por celulosa, hemicelulosa y lignina que son componentes de la pared celular de todos los tejidos vegetales (De Blas, 1989).

Cuando se habla de la digestibilidad de la célula vegetal, se asume que el contenido celular posee mayor digestibilidad de casi la totalidad siendo digestible un 98 %, (Torres, 2013); mientras que la pared celular posee una digestibilidad muy variable, los análisis de la pared celular actualmente permiten separarla en tres partes: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina detergente ácida (LDA), cuando mayor sea el contenido de FDN (pared celular) de un forraje menor será su digestibilidad pero no siempre es así ya que dependerá del grado de lignificación que se determina por la cantidad de FDA y LDA eso significa que a mayor cantidad de FDA y lignina, menor será la digestibilidad (Inga, 2008).

La eficiente utilidad del alimento no solo depende de la calidad y composición química, sino también por la digestibilidad como del grado de aprovechamiento que tiene el alimento al ser consumido (Caycedo, 2000); según De Blas (1989) también depende de la estructura física y tamaño de las partícula que actúan sobre la motilidad, las partículas gruesas favorecen la motilidad y una mayor velocidad de pasaje; además Vergara (2008) indica que el nivel de fibra varía en función al tipo de fibra, edad del animal, el tamaño de partícula y el contenido de nutrientes y según sus estudios recomienda los siguientes

niveles de fibra en cuyes mejorados en una crianza intensiva en diferentes etapas como inicio, crecimiento, acabado y gestación- lactación de 6, 8, 10 y 12% respectivamente, en cambio Chauca (1997), recomienda 6 y 18% en la alimentación de cuyes; sin embargo según (Aliaga *et al.*, 2009), el porcentaje recomendado para cuyes gestantes y lactantes deben contener un 8 a 17 %; por último, el NRC (1995) recomienda un nivel no menor al 15% de fibra en el alimento, en cuyes jóvenes en crecimiento; al suministrar a los animales niveles bajos de fibra produce empastamiento a nivel cecal o acumulación de heces en el ano, que traen problemas reproductivos por obstrucción de las vías reproductivas (Jiménez, 2007), así como ocasiona hipomotilidad intestinal, reducción del consumo de alimento y suelen tener problemas gastroentéricos llegando hasta la muerte (Palacios, 2007); además su deficiencia disminuye el ritmo de crecimiento (Caycedo, 2001).

2.3.1.1. Fibra Detergente Neutro (FDN) : Se refiere a la fracción insoluble en detergente en neutro y está compuesta por la fracción de la FDA más la hemicelulosa, que a medida de la madurez o lignificación hace posible la mayor o menor cantidad y se debe a la relación hoja: tallo ya que a menor hoja mayor tallo y el resultado la digestibilidad del FDN baja porque una porción más grande del total de FDN es asociada con tejido del tallo, la pared celular está compuesta por la fracción de FDA y la hemicelulosa, los valores de FDN son importantes ya que reflejan valores de forraje que puede consumir el animal por lo que se llega a la conclusión de que a mayor FDN se va reduciendo la ingesta de materia seca (Hoffman *et al.*, 2007); en la célula vegetal existe un 98 % de digestibilidad y se debe al contenido celular, en cambio en la pared celular la digestibilidad es variable ya que se dividen en tres partes que son: fibra detergente neutra FDN, fibra detergente ácida FDA y lignina detergente acida y la relación va de acuerdo al contenido de FDN, a mayor contenido menor digestibilidad, además depende del grado de lignificación del forraje, por lo que se puede mencionar que la digestibilidad está determinada por la cantidad de FDA Y LDA ya que a mayor cantidad de las mismas menor será la digestibilidad (Bassi, 2004).

La tabla 6, que se muestra distintos valores que son el resultado de la relación entre edad y fibra dietaria expuestos por Bustamante (2022), donde se evidencia que animales dentro de las primeras cinco semanas tienden a obtener mayor ganancia de peso, consumo de alimento con niveles más altos de fibra cruda, mas no mayor conversión alimenticia, en cambio animales mayores de cinco semanas que fueron

alimentados con niveles bajos de fibra cruda, obtuvieron mayores pesos, consumo de alimento y mayor conversión alimenticia.

Tabla 6. Resumen de estudios sobre el nivel de fibra e influencia de diferentes parámetros productivos.

| Edad | Fibra dietaria | Ganancia de peso diario | Consumo diario, (MS) | Conversión alimenticia |
|----------------------|----------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| 4 sem. | 11% FC | 1.27 | 11.7 | -0.25 |
| | 13% FC | 5.9 | 18.5 | 7.48 |
| 5 sem. | 11% FC | 5.69 | 13.9 | 4.87 |
| | 13% FC | 9.76 | 19.9 | 4.67 |
| 6 sem. | 11% FC | 13.7 | 26.1 | -3.95 |
| | 13% FC | -0.5 | 17.8 | -144.9 |
| 7 sem. | 11% FC | 36.1 | 48.5 | 1.69 |
| | 13% FC | 2.15 | 26.6 | 2.94 |
| 8 sem. | 11% FC | 7.93 | 42.6 | 3.13 |
| | 13% FC | 33.6 | 41.4 | -8.36 |
| 9 sem. | 11% FC | 24.3 | 41.2 | 2.81 |
| | 13% FC | 15.1 | 41.4 | 7.27 |
| 10 sem. | 11% FC | 25.1 | 42.2 | 2.53 |
| | 13% FC | 21.1 | 42.6 | 4.61 |
| 6 sem. | 40% FDN | 7.98c | 51.99a | 6.52a |
| | 35% FDN | 9.35b | 52.58a | 5.63b |
| | 30% FDN | 10.83a | 52.80a | 4.87c |
| | 25% FDN | 10.37a | 51.1a | 4.77c |
| | 20% FDN | 8.32c | 45.49b | 5.47b |
| Destetados a 35 días | 6% FC | 15.18a | 30.30b | 2.00a |
| | 8% FC | 16.07a | 33.10a | 2.06a |
| | 10% FC | 16.43a | 33.94a | 2.07a |
| | 6% FC+FV | 17.09a | 34.09a | 2.00a |
| 36 a 63 días | 6% FC | 17.09a | 56.58b | 3.34a |
| | 8% FC | 15.87a | 56.16b | 3.58a |
| | 10% FC | 15.48a | 58.97ab | 3.81a |
| | 6% FC+FV | 17.92a | 62.15a | 3.48a |
| 7 sem. | 2mm 24% FDN | 13.94 | 47.04 | 3 |
| | 8mm 24% FDN | 14.55 | 48.73 | 3 |
| | 2mm 24% FDN | 13.45 | 45.65 | 3.1 |
| | 8mm 24% FDN | 13 | 47.86 | 3.3 |

FC: Fibra cruda, FDN: Fibra detergente neutra, FV: Forraje verde y sem: Semanas.
Fuente: Bustamante (2022).

2.3.2. Digestibilidad

Teniendo como definición que es la fracción de alimento consumido que no aparece en las heces y es que es absorbido por el tracto gastrointestinal, sirve para determinar dietas

y su calidad, así como la disponibilidad de nutrientes que contiene la dieta, también las materias primas que la constituyen, la importancia sobre la salud animal y su desempeño, así como las características de las heces y muy importante para realizar cálculos sobre los requerimientos nutricionales de animales y formulación de dietas (Harmon, 2007); para determinar la digestibilidad es importante tomar en consideración diferentes aspectos que podrían causar variación en los resultados; entre ellos está la especie a la que pertenece el ingrediente sea vegetal o animal, también es importante considerar la interacción de los nutrientes de la dieta, el procesamiento, factores ambientales, factores del propio animal y el método a utilizar para la determinación de la digestibilidad, también es importante considerar aspectos del animal como la especie, edad y sexo al presentar diferente capacidad digestiva (Calabro *et al.*, 2006).

Para la determinación de la digestibilidad se emplearon técnicas y son las siguientes:

2.3.2.1. Digestibilidad aparente: Es el método que mayormente es utilizado se caracteriza por contener en las heces aportes metabólicos y endógenos que proviene de las enzimas, también se encuentra células epiteliales, microbianas, metabolitos y entre otros provenientes netamente del animal y que no fueron ofrecidos en el alimento, para su determinación se hace uso de la siguiente fórmula matemática, la diferencia de la cantidad consumida y la cantidad excretada en las heces (Cañas, 1995).

$$Da = \text{Cantidad consumida} - \text{Cantidad excretada.}$$

2.3.2.2. Digestibilidad verdadera: Es un método más exacto de calcular el aprovechamiento del alimento que el animal consume, se toman en cuenta los valores endógenos y nutrientes que provienen del animal pero que no los residuos del alimento, tiene como fórmula matemática, la diferencia de lo consumido y restos en las heces menos los productos metabolitos o endógenos, compuestos nitrogenados, así como lípidos y minerales que están mezclados en las heces pero no hay secreción de carbohidratos en el intestino, así mismo no se ve afectado pero el contenido proteico en la dieta, logrando así elaborar efectivamente dietas en los cuales los requerimientos son aportados adecuadamente (Aguilar *et al.*, 2019).

$$Dv = \text{Consumido} - \text{Productos metabólicos} - \text{Productos nitrogenados o endógenos.}$$

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación espacial y temporal de la investigación

3.1.1. Lugar de experimento

El presente estudio, se realizó en la unidad de cuyes y en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco - Kayra, ubicado en el distrito de San Jerónimo del departamento y región del Cusco, a una altitud de 3219 msnm, latitud Sur 13°25'40", longitud Oeste 71°52'33" con una temperatura promedio anual de 11.7°C, humedad relativa promedio anual de 64% y precipitación anual promedio de 695.5 mm.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material biológico

Para el presente trabajo de investigación se requirió como material biológico cuyes machos de tipo I, animales que fueron adquiridos de la Dirección Regional de Agricultura Unidad de crianza de cuyes Huayllapampa, del distrito de San Jerónimo en la ciudad de Cusco, con las siguientes características:

Edad: 21 días, 45 días y 75 días.

Número de animales: 30 unidades (10 animales de cada edad).

Sexo: Machos

3.2.2. Material para etapa de adaptación y experimental.

- Material de escritorio (cuaderno de campo, lapicero).
- Comederos 30 unidades
- Bebederos 30 unidades
- Jaulas metabólicas
- Bolsas de papel para la recolección de muestras de heces de cada animal
- Balanza de precisión digital de 5 kg (1gramo de sensibilidad)
- Cámara fotográfica

- Calefactor

3.2.3. Material de laboratorio

- Guantes, barbijos y gorras

3.2.4. Equipos de laboratorio

- Termómetro ambiental ISOLAB.
- Balanza de humedad SARTORIUS
- Bolsas plásticas con cierre hermético
- Bomba calorimétrica isoperibólica marca Parr 6400 calorimeter
- Espectrómetro de Infrarrojo Cercano (NIRS) marca Perten instruments
- Congeladora marca Congeladora Electrolux EFC50W2HTW con capacidad de 508 litros
- Moledora- Molino FOSS
- Mufla eléctrica modelo ECO
- Crisoles
- Estufa de convección forzada
- Balanza de precisión de KERN PCB; 6000 gramos con una desviación de 1 gramo.
- Balanza analítica SARTORIUS; 220 gramos con una desviación de 0.1 miligramos
- Balanza de precisión SARTORIUS; 1100 gramos con una desviación de 0.01 gramos
- Analizador Elemental CHN 2400
- Equipo para la determinación de fibra.
- Aparato de digestión - ANKOM Technology, Fiber Analyzer
- Estufa BINDER
- Vernier marca MITUTOYO ABSOLUTE DIGIMATIC
- Peletizadora marca Pellet Express, parr instrument company
- Espectrómetro de infrarrojo cercano NIRS DA7250 marca Perten by Perkin Elmer

3.2.4. Insumos

- Insumos alimenticios
- Aditivos
- Desinfectantes
- Productos veterinarios

3.3. METODOLOGIA DEL EXPERIMENTO

3.3.1. Instalaciones

Se utilizó un ambiente de material de adobe con techo de calamina con una área de 7 m. largo * 5 m. ancho * 4m. de altura, en el cual se instalaron 30 jaulas metálicas, construidas con material de fierro y malla galvanizada, cada una de ellas implementada con un comedero que fue acondicionado con recipientes plásticos y un bebedero acondicionado de botellas plásticas, por la parte inferior de las jaulas se fabricó recolectores de heces para cada animal, con una desembocadura en un recipiente de material Tecnopor con medidas 20 cm. Largo *14.5 cm ancho *4 cm de altura y malla con cuadrícula más pequeña (Anjeo Plástico Verde) lo que ayudó en la eficaz recolección de heces, así mismo se instaló un calefactor, el cuál ayudó a mantener la temperatura adecuada de 24 °C, temperatura máxima y mínima de 13°C. Cada jaula metálica estuvo provista de 12 divisiones con las siguientes medidas 0.50 cm.*0.25 cm*0.40 cm de altura, así mismo, se colocó oxido de calcio (cal) en el ingreso del ambiente para la desinfección del personal.

Figura 1
Instalación del galpón



Nota: Elaboración propia.

3.3.2. Preparación de la dieta

La preparación de las dietas se formuló en función a los objetivos del estudio, tomando en consideración las recomendaciones nutricionales de la especie, asumiendo alimentos con altos niveles de fibra y para la formulación se le añadió aminoácidos, haciendo uso de insumos disponibles en el mercado, en base a la formulación por programación lineal al mínimo costo, como se muestra en la tabla 7.

En la tabla 8 se muestra el análisis del alimento que fue preparado en dos fases; la valoración nutricional de la primera fase tuvo una duración de 7 días, se evaluó de 06/01/2020 hasta 12/01/2020 y la segunda fase duro 5 días, desde el 16/01/2020 hasta 20/01/2020.

Tabla 7. Insumos empleados en la preparación de las dietas experimentales.

| Ingredientes | T1 | T2 |
|--------------------------|----------|--------|
| | FC 7.50% | FC 15% |
| Maíz | 34,10 | 0,00 |
| Cebada grano molido | 8,86 | 5,81 |
| Harina de alfalfa | 10,00 | 15,41 |
| Harina de soya, (PC 44%) | 19,89 | 5,09 |
| Subproducto de trigo | 18,59 | 30,67 |
| Aceite de soya | 2,00 | 2,00 |
| Avena grano molido | 4,01 | 23,14 |
| Maíz coronta | 0,00 | 15,00 |
| Carbonato de Calcio | 0,801 | 0,506 |
| Fosfato dicálcico | 1,127 | 1,277 |
| Sal | 0,220 | 0,220 |
| DL-Metionina | 0,044 | 0,200 |
| Lisina | 0,000 | 0,321 |
| Bicarbonato de sodio | 0,150 | 0,150 |
| Premix | 0,100 | 0,100 |
| Colina | 0,100 | 0,100 |

Fuente: Elaboración propia sobre insumos para la preparación de las dietas.

T1 nivel bajo de fibra 7.50%, T2 nivel alto de fibra 15%.

Tabla 8. Composición química o nutricional teórica y análisis de laboratorio de diferentes niveles de fibra en dos fases de experimentación.

| Componentes | Resultados del análisis por NIR | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|-----|--------|-------|--------|
| | Primera fase | | Segunda fase | | | | |
| | (Destetados, crecimiento y adultos) | | (adultos) | | | | |
| | T1-I | 7.50% | T2- I | 15% | T1- II | 7.50% | T2- II |
| Materia seca, % | 90.55 | | 90.64 | | 90.56 | | 90.93 |
| Materia orgánica, % | 91.86 | | 93.21 | | 89.8 | | 91.43 |
| Proteína cruda, DUMAS % | 16.51 | | 11.02 | | 14.56 | | 12.50 |
| Ceniza, % | 6.71 | | 7.35 | | 5.90 | | 6.21 |
| Fibra cruda, % | 6.99 | | 14.67 | | 6.88 | | 14.02 |
| FDA, % | 12.82 | | 26.47 | | 13.44 | | 24.95 |
| FDN, % | 16.64 | | 34.37 | | 19.37 | | 34.65 |
| ADL, % | 4.65 | | 9.7 | | 4.61 | | 8.66 |
| Grasa, % | 4.85 | | 4.32 | | 4.51 | | 4.50 |
| Almidón, % | 40.95 | | 32.69 | | 40.48 | | 28.96 |
| Calcio, % | 1.21 | | 1.65 | | 1.57 | | 1.13 |
| Azúcares, % | 4.26 | | 4.31 | | 4.47 | | 4.71 |
| Fósforo, % | 0.88 | | 0.91 | | 0.77 | | 0.88 |

T1-I nivel bajo de fibra 7.50%, T1-II nivel bajo de fibra 15%, T2-I nivel alto de fibra 7.50% y T2-II nivel alto de fibra 15%, I primera fase y II segunda fase.

3.3.3. Suministro de alimento

El suministro de alimento se realizó a cada animal una vez por día de forma diaria, en el horario de 8 a.m, además se suministró y agua limpia y fresca ad- libitum.

3.3.4. Distribución de tratamientos

Se realizó la formulación de dos dietas con diferente nivel de fibra; T1 nivel de fibra bajo (7.50%) y T2 nivel de fibra alto (15%). En la primera fase se alimentó a los animales de las tres diferentes edades; destetados (21 días), medianos (45 días) y adultos (75 días) durante siete días y para la segunda fase se alimentó con ambos tratamientos solo a los cuyes adultos (75 días) durante cinco días, contando con cinco repeticiones para cada tipo de alimento, la distribución de los animales para cada tratamiento se desarrolló al azar, como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Distribución de los tratamientos

| Tratamiento | Destetados 21 días | Crecimiento 45 días | Adultos 75 días | Duración |
|--|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------|
| Primera fase | | | | |
| T1 (nivel de fibra bajo 7.50 %) | 1 | 1 | 1 | 7 días |
| | 2 | 2 | 2 | |
| | 3 | 3 | 3 | |
| | 4 | 4 | 4 | |
| | 5 | 5 | 5 | |
| T2 (nivel de fibra alto 15 %) | 1 | 1 | 1 | |
| | 2 | 2 | 2 | |
| | 3 | 3 | 3 | |
| | 4 | 4 | 4 | |
| | 5 | 5 | 5 | |
| Segunda fase | | | | |
| T1 (nivel de fibra bajo 7.50 %) | - | - | 1 | 5 días |
| | - | - | 2 | |
| | - | - | 3 | |
| | - | - | 4 | |
| | - | - | 5 | |
| T2 (nivel de fibra alto 15 %) | - | - | 1 | |
| | - | - | 2 | |
| | - | - | 3 | |
| | - | - | 4 | |
| | - | - | 5 | |

3.3.5. Etapa Pre experimental

Inició con la preparación de las instalaciones y seguidamente con la preparación de las dietas experimentales, con una duración de 10 días.

3.3.5.1. Medidas de sanidad y bioseguridad

Entre las medidas de seguridad que se tomó en consideración para el adecuado desarrollo de la investigación, primeramente se realizó la desinfección del ambiente, elaborando una mezcla con desinfectante (dicuaternario de amonio) Germón al 80 % y agua, en proporciones de 1.0 ml por cada 20 litros de agua, ésta solución fue aplicada por aspersión por todo el galpón, con amplio espectro bactericida, fungicida y viricida, así como baja corrosividad siendo un desinfectante seguro en comparación a otros desinfectantes, este desinfectante incluso se puede utilizar frente a material orgánico y poder residual, así mismo se utilizó un recipiente conteniendo carbonato de calcio (CaCO₃), el cual se colocó en el piso de la entrada del galpón para cumplir con la función de desinfección de los zapatos.

Como medida preventiva se utilizó el antibiótico de amplio espectro Enrofloxacin también conocido como ácido quinolinecarboxílico. La solución suministrada fue de 0.4 ml por animal adulto de forma oral, De igual manera, se utilizó fipronil (Fiprotec Pour On), aplicando una gota a cada animal para contrarrestar y prevenir endoparásitos y ectoparásitos.

3.3.6. Etapa Experimental

3.3.6.1. Periodo de adaptación

Periodo que tuvo una duración de 7 días, en el cual los animales se acostumbraron a las nuevas instalaciones, condiciones alimenticias y al manejo, así mismo, se incrementó el alimento progresivamente de acuerdo al consumo de los animales, se suministró una cantidad conocida de alfalfa y la proporción se fue disminuyendo progresivamente hasta la etapa experimental, también se estimó la cantidad de alimento consumido diariamente por cada animal, realizando un control de la cantidad suministrada y la residual, el mismo que proporcionó una base para la etapa experimental.

3.3.6.2. Periodo experimental

Tuvo una duración de siete días para la primera etapa y 5 días para la segunda etapa, periodo en el cual se registró diariamente el consumo de alimento de cada animal coleccionando las heces individualmente con ayuda de la pendiente para que las heces rueden y caigan en los recipientes de tecnopor que fueron colocadas en la base de cada jaula para ser limpiadas de pelo y restos de alimento, se realizó el pesado de las heces, utilizando cuidadosamente la balanza de precisión digital y posteriormente fueron colocadas en las bolsas de papel con su respectivo código, para luego ser llevadas al laboratorio donde fueron previamente congeladas para su posterior análisis.

Figura 2
Periodo experimental



Nota: Elaboración propia.

3.3.7. Evaluación de parámetros productivos

3.3.7.1. Consumo de alimento

Se realizó de forma diaria, a las 8 a.m., durante 7 días en la primera etapa y cinco días en la segunda etapa (una vez por día), llevando el registro del peso del alimento suministrado a cada cuy menos el alimento rechazado y sobrante, de igual forma hasta finalizar el experimento.

$$\text{CAD} = \text{Alimento ofrecido} - \text{alimento residual}$$

CAD: Consumo de alimento diario

3.3.7.2. Evaluación de peso

Se realizó semanalmente cada siete días, antes de suministrarle alimento (ayunas) y de forma individual, donde se registró la diferencia del peso inicial con el peso final del animal, retirando el alimento brindado un día antes.

$$\text{Ganancia de Peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

Tabla N° 10: Promedio de peso inicial y final de las tres edades de cuyes 1° y 2° fase.

| Edad | Peso inicial (g) | Peso final (g) | Ganancia de peso (g) |
|---------------------------|------------------|----------------|----------------------|
| Destetados (21 días) | 423.54 ± 71.15 | 453.60 ± 72.00 | 30.05 |
| Crecimiento (45 días) | 599.38 ± 53.21 | 629.70 ± 54.50 | 30.31 |
| Adultos (75 días) 1° fase | 872.38 ± 41.51 | 911.10 ± 33.40 | 38.71 |
| Adultos (75 días) 2° fase | 911.10 ± 33.40 | 946.86 ± 31.81 | 35.76 |

3.3.8. Determinaciones en el laboratorio

Las siguientes determinaciones se realizaron utilizando las muestras del alimento y muestras de heces de cada cuy, todas las muestras colectadas en forma diaria fueron congeladas a - 20°, se procedió a su descongelamiento para su posterior análisis una vez culminada la fase de muestreo. Las determinaciones realizadas fueron realizadas en el laboratorio de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco- Área de Nutrición y fueron las siguientes:

3.3.8.1. Secado y molienda de las muestras

El proceso de secado de muestras se realizó utilizando la estufa, exponiendo las heces a una temperatura de 60°C por un periodo de 70 horas; pasado este tiempo,

las muestras fueron molidas (tamaño de partícula 1-2 mm) con ayuda del molino. Cada muestra fue almacenada en bolsas plásticas herméticas para evitar su contaminación que imposibilita la entrada de aire u otros contaminantes. Finalmente, las muestras fueron pesadas en la balanza analítica, todos los datos fueron registrados para análisis posteriores.

Figura 3

Secado y molienda de muestras.



Nota: Elaboración propia.

3.3.8.2. Materia Seca

Para la determinación de materia seca se utilizaron las muestras de alimento y heces molidas, colocándolas en papel aluminio y pesándolas utilizando la balanza analítica, seguidamente se colocó en la balanza de humedad y que cada muestra a 105°C durante entre 3 a 5 minutos y al término genera el resultado de la humedad en porcentaje (AOAC,1997).

Figura 4

Determinación de materia seca.



Nota: Elaboración propia.

3.3.8.3. Materia orgánica

De igual manera se utilizaron las muestras de heces, con un tamaño de muestra de 1.5 g, con dos repeticiones para cada muestra, se colocaron luego en papel aluminio para luego ser vaciadas en los crisoles de porcelana luego fueron colocadas en la mufla, que trabaja a una temperatura de 600°C por 8 horas. Finalmente se retiró la muestra y se pesó en la balanza analítica, se restó el contenido de ceniza a la materia seca de la muestra y se calculó el porcentaje de materia orgánica en relación a la materia seca total (AOAC,1997).

Figura 5

Determinación de materia orgánica



Nota: Elaboración propia.

3.3.8.4. Energía bruta

Para la determinación de energía bruta se utilizó el equipo denominado bomba calorimétrica a través del cual el alimento combustiona y se oxida por completo, en otras palabras, se quema hasta obtenerse los productos finales de oxidación en forma de CO₂ y O₂. Para lo cual se peletizó cada muestra utilizando una peletizadora, cada pellet debía pesar entre 0.5 a 1 g, lo cual se controlaba pesando cada pellet en la balanza analítica, luego se colocó el hilo de ignición, para crear contacto con cada pellet, posteriormente se colocó en la bomba calorimétrica y se activó el nitrógeno y oxígeno lo cual toma aproximadamente 15 minutos para cada análisis, los resultados fueron expresando en cal/kg (AOAC,1997).

Figura 6
Determinación de energía bruta



Nota: Elaboración propia.

3.3.8.5. Proteína cruda

La determinación de proteína cruda se realizó mediante el análisis elemental basado en el método Dumas, para lo cual se utilizaron las muestras del alimento y heces, se empezó tomando viales de estaño y se colocó en la unidad del preparador de muestra, en seguida se situó en la balanza y se esperó el calentamiento del mismo que dura 2.5 horas, una vez calentado el equipo se realizó la calibración del equipo luego se colocó la muestra en promedio 2 mg, se retiró de la balanza y se colocó en el preparador de muestra para hacer la cápsula y finalmente se sacó la muestra para ser transferido al carrusel auto muestreador del analizador dando como resultado % de nitrógeno(AOAC,1997).

$$\% \text{ PROTEINA CRUDA} = \% \text{ Nitrógeno} \times \text{Factor de conversión}$$

Dónde:

% Nitrógeno = Cantidad de nitrógeno obtenido de la muestra.

Factor de conversión = Factor de acuerdo al tipo de muestra (6.25)

Figura 7
Determinación de proteína cruda.



Nota: Elaboración propia.

3.3.8.6. Fibra Detergente Neutra (FDN)

Utilizando el aparato para la determinación de fibra, se colocó 0.45 - 0.5 g de muestra de alimento secado al aire y molido a 2 mm, se pasó a sellar las muestras con el sellador eléctrico para luego esparcirlas uniformemente, se colocó 3 muestras por canastilla con un giro de 120° con una pesa; se utilizó de 1900 - 2000 ml de solución detergente neutra (ND) en el analizador de fibra, luego se agregó 4 ml de alfa amilasa y 20 g de sulfito de sodio. Se prendió la agitación y el calor del analizador de fibra por 75 minutos, luego se drenó la solución caliente, se agregó 2000 ml de agua caliente a temperatura 90-100° y 4.0 ml de alfa amilasa al primer y segundo enjuague, lo cual que duró 5 minutos y se repitió este proceso tres veces en total; se pasó a exprimir las muestras para ser colocadas en un beaker agregando acetona y se remojó por 3-5 minutos, para luego colocarlas en la estufa con temperatura de 100-105°C y una vez retiradas las bolsas de la estufa se colocaron en la bolsa desecadora y finalmente fueron pesadas (AOAC,1997).

$$\text{Porcentaje de FDN (tal cual)} = 100 \times (W3 - (W1 \times C1)) / W2$$

$$\text{Porcentaje de FDN (materia seca)} = 100 \times (W3 - (W1 \times C1)) / W2 \times MS$$

$$\text{Porcentaje de FDN (materia seca)} = 100 \times (W4 - (W1 \times C2)) / W2 \times MS$$

Dónde:

W1: Peso de la bolsa-filtro

W2: Peso de la muestra

W3: Peso después del proceso de extracción

W4: Peso de la materia orgánica (pérdida de peso después de la ignición de la bolsa filtro y el residuo de fibra)

C1: Corrección de la bolsa vacía (peso final de la bolsa después de secar en estufa/peso de la bolsa original).

C2: Bolsa con corrección de ceniza (pérdida de peso después de la ignición de la bolsa filtrante).

3.3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un experimento factorial bajo un diseño completo al azar, considerando para el factor A los niveles de fibra dietaria (dos tratamientos) y el factor B la edad de los animales machos, destetados (21 días de edad), en crecimiento (45 días de edad) y adultos (75 días de edad), con 5 repeticiones cada uno. La comparación de promedios se realizó con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%; previo a ello los datos fueron evaluados para su distribución normal y la prueba de homogeneidad de varianza (Gutiérrez y de la Vara, 2008). Para el análisis de las variables respuesta se utilizó el programa estadístico INFOSTAT y Minitab.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + F_j + TF_{ij} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ij} : Observación en el tratamiento.

μ : Media general de las observaciones.

T_i : Efecto del i-ésima dieta o insumo.

F_j : Efecto del i-ésima edad de los animales.

TF_{ij} : Efecto causado por la interacción.

e_{ij} : Error experimental en el i tratamiento y j repetición.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CONSUMO DE ALIMENTO

4.1.1. Consumo de alimento en materia seca, g/d: Como se aprecia en la tabla 11, se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.048$) pero no se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.530$) (Anexo 1), en cuanto a la edad, se puede observar que este consumo de materia seca fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados con 31.32 ± 6.91 g/d, seguido de animales en crecimiento con 41.73 ± 7.14 g/d (Anexo 3), frente a los animales adultos donde el consumo fue mayor con 56.54 ± 6.75 g/d; para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 45.68 ± 13.29 g/d, de la misma manera el consumo se incrementa a medida que la edad de los animales aumento, lo cual es predecible, atribuible a la mayor capacidad digestiva y nivel de requerimientos que tienen los cuyes.

En animales destetados los valores obtenidos fueron superiores a los valores reportados por Condori (2014), quien obtuvo los resultados de 30.30, 33.10 y 33.94 g/cuy/día, con niveles de fibra 6, 8, 10% y dieta control (6% + forraje), en animales destetados de 35 días, siendo el tratamiento con 6% de menor consumo y se debe al incremento del nivel de fibra cruda ya que esta reduce la digestibilidad, por lo tanto el animal debe consumir más para cubrir sus requerimientos nutricionales, también son superiores a los valores obtenidos por Bustamante (2022), quien reporta consumo de 31.02, 28.79, 26.62 y 30.34 g/cuy/día con niveles de fibra 5, 7, 10, 12% en animales de 25-30 días, donde indica que el consumo se relaciona con el nivel de fibra cruda, de esa manera el animal consume más con el fin de cubrir sus requerimientos nutricionales, Riofrio (2019) obtuvo valores inferiores a lo obtenido en la evaluación, al evaluar dos niveles de fibra 10 y 12% por 10 semanas con los siguientes datos, 24.5, 25.4, 22.3, 26, 30.1, 33.7 y 36.3 g/día/animal respectivamente, así mismo obtuvo los siguientes valores al evaluar cuyes machos obteniendo 24.5, 25.4, 22.3, 26, 30.1, 33.7 y 36.3 g/día/animal respectivamente, indicando que el consumo fue satisfactorio desde la cuarta a la décima semana.

Maldonado y Mejía (2013) obtuvieron resultados inferiores a la evaluación al evaluar cuatro tratamientos T0: 16% proteína y 10% fibra, T1: 16% proteína y 12% fibra,

T2: 14% proteína y 10% fibra Y T3: 14% proteína y 12% fibra obteniendo 14.92, 20.37, 18.16 y 16.05 g respectivamente, por otro lado Mamani (2023), obtuvo resultados superiores a los obtenidos en la evaluación de 36.60 g, empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 43.15 g, dieta basal 60% + cáscara de papa 40%, dieta basal 70% + Cáscara de haba 30%, además menciona que la variación del consumo de materia seca se debe a diferentes factores como la edad, estado fisiológico, peso corporal, en caso de cuyes destetados el consumo es menor ya que las necesidades de mantenimiento y producción son menores.

En cuanto al consumo de materia seca proporcionada a animales en crecimiento de 45 días, se obtuvieron valores inferiores a lo reportado por Condori (2014), donde obtuvo los resultados de 56.58, 56.16 y 58.97 g/cuy/día con niveles de fibra 6, 8,10 % y dieta control (6%+ forraje), en animales de 36 – 63 días, siendo el tratamiento control (6% FC+ forraje verde) de mayor consumo y se debe al incremento del forraje, también son inferiores a los valores obtenidos por Bustamante (2022), quien tiene 42.93, 45.13, 39.7 y 47.5 g/cuy/día con niveles de fibra 5, 7, 10, 12% en animales de 31- 60 días; así mismo, donde el consumo es mayor por la integración de la fibra cruda, ya que el cuy consume mayor cantidad de alimento para cubrir sus requerimientos nutricionales, Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obtuvo 19.93, 21.38 y 20.29 g/día en cuyes en crecimiento, señalando que cuanto mayor es la integración de harina integral de soya, mayor el consumo.

Mamani (2023) obtuvo resultados superiores a los obtenidos en la evaluación de 45.69 g, empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 43.15 g, dieta basal 60% + cáscara de papa 40%, dieta basal 70% + cáscara de haba 30%, además menciona que varía el consumo según factores como la edad, estado fisiológico, peso corporal, en cuyes en crecimiento el consumo es mayor porque sus necesidades de mantenimiento y producción son mayores en comparación a cuyes destetados; Aucahuaqui (2022) obtuvo valores superiores, evaluando cinco tratamientos que son T1:100 % Kikuyo, T2: 50% Kikuyo + 50% alfalfa; T3: 75% Kikuyo +25% alfalfa; T4: 25% Kikuyo + 75% alfalfa y T5: 100% alfalfa, obteniendo valores de 45.73, 126.14 , 40.98 ,127.49 y 142.75 g, siendo el ultimo tratamiento el mayor en consumo de materia seca debido al contenido de dicha dieta, seguido de los tratamientos con menor porcentaje de Kikuyo de 25 hasta 50%, demostrando que los cuyes toleran bajos niveles de Kikuyo en su alimentación.

En animales adultos de 75 días, los valores obtenidos en estudio del consumo de materia seca, fueron superiores a los valores obtenidos por Puelles (2019) al evaluar seis tratamientos T1: rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g, obtuvo los resultados 45.61, 51.11, 40.25, 46.65, 43.65 y 44.51 g/cuy/día respectivamente, siendo el tratamiento dos con mayor consumo de materia seca ya que el yacón es más aceptable frente a los demás rastrojos por la presencia de hojas, además contribuye a su consumo la integración de la enzima; por otro lado Bustamante (2022) obtuvo valores superiores a los obtenidos en la evaluación, obteniendo 64.58, 79.18, 63.14 y 63.7 g/cuy/día con niveles de fibra 5, 7, 10, 12% en animales de 61 - 90 días, donde el consumo es mayor por la integración de la fibra cruda, ya que el cuy consume mayor cantidad de alimento para cubrir sus requerimientos nutricionales.

Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obtuvo 42.72, 45.20 y 49.68 g/día respectivamente en cuyes adultos, señalando que cuanto mayor es la integración de harina integral de soya, mayor el consumo; Vilcanqui (2018) quien evaluó la ingesta de alimentos en ratas holtzman con cinco tratamientos T1: 6% de fibra (alfa celulosa), T2: 6% de fibra T3: 6% de fibra (agave americana), T4: 10% de fibra (endosperma de semilla de tara) y T5: 10% de fibra (agave americana), obteniendo los siguientes valores 19.96, 15.98, 18.56, 14.98 y 17.54 g/día respectivamente señalando que las fibras solubles pueden regular el hambre o saciedad por la formación de soluciones viscosas del contenido gástrico durante el tiempo de digestión y la absorción de nutrientes, además indica que el endospermo de semilla de tara se podría utilizar como alimento que mantenga saciados a los animales.

4.1.2. Consumo de materia orgánica, g/d: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.041$) pero no se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.348$) (Anexo 5), en cuanto a la edad se puede observar que este consumo de materia orgánica fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados con 29.21 ± 6.40 g/d (Anexo 7), seguido de animales en crecimiento con 38.93 ± 6.62 g/d, frente a los animales adultos donde el consumo de materia orgánica fue mayor con 51.21 ± 7.48 g/d; para el nivel de fibra se observa

diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15 %) con 42.27 ± 12.18 g/d, estos resultados guardan relación con el consumo de materia seca, puesto que a mayor consumo de materia seca también el consumo de materia orgánica será mayor; de esto se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra mayor el consumo de materia orgánica en animales adultos.

Los resultados obtenidos en el tratamiento son superiores frente a los reportado por Puelles (2019) que al evaluar seis tratamientos T1:Rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g, obtuvo los resultados 40.25, 45.29, 34.91, 40.91, 37.89 y 38.65 g/cuy/día respectivamente, demostrando la misma tendencia con respecto al consumo de materia seca; por otro lado Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obtuvo 18.41, 19.76 y 18.78 g/día en cuyes en crecimiento y en animales adultos obtuvo 39.47, 41.79 y 45.98 g/día, valores que son inferiores señalando que cuanto mayor es la integración de harina integral de soya, mayor el consumo de materia orgánica.

Mamani (2023), obtuvo resultados superiores a los obtenidos en la evaluación con 34.20 g, empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 39.84 g, dieta basal 60 % + cáscara de papa 40 % con 9.62 g, dieta basal 70% + cáscara de haba 30% con 10.99 g, así mismo para cuyes en crecimiento obtuvo resultados superiores a los obtenidos en la evaluación de 11.30 g, empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 39.84 g, dieta basal 60% + cáscara de papa 40% con 9.62 g, dieta basal 70% + cáscara de haba 30% con 10.99 g, además menciona que el consumo varía según factores como la edad, estado fisiológico, peso corporal, en cuyes en crecimiento en comparación a cuyes destetados el consumo es mayor ya que sus necesidades de mantenimiento y producción son mayores; Aucahuaqui (2022) obtuvo valores superiores, evaluando cinco tratamientos que son T1:100% kikuyo, T2: 50% kikuyo + 50% alfalfa; T3: 75% kikuyo + 25% alfalfa; T4: 25% kikuyo + 75% alfalfa y T5: 100% alfalfa, obteniendo valores de 40.08, 111.40, 35.73, 114.53 y 129.87 g, siendo el último tratamiento el mayor en consumo de materia orgánica debido al contenido de dicha dieta, seguido de los tratamientos con menor porcentaje de kikuyo de

25 hasta 50%, demostrando que los cuyes toleran bajos niveles de kikuyo en su alimentación.

4.1.3. Consumo de proteína cruda, g/d: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.024$) y la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.001$) (Anexo 9), donde el mayor consumo se dio en animales adultos con el nivel más alto de fibra en la dieta frente a los otros tratamientos, en cuanto a la edad, se puede observar que este consumo de proteína cruda fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados con 5.61 ± 1.18 g/d (Anexo 11), seguido de animales en crecimiento con 7.51 ± 1.29 g/d, frente a los animales adultos donde el consumo de proteína cruda fue mayor con 10.77 ± 2.14 g/d, en este caso también el mayor consumo de proteína cruda está determinado por el mayor consumo de materia seca; considerando el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 8.49 ± 3.24 g/d, donde se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra mayor el consumo de proteína cruda en animales adultos, atribuible a que los cuyes buscaron consumir mayor cantidad de alimento por el efecto de la dilución que genera la fibra y que afecta en consumo de los otros nutrientes y la energía (principalmente), se observa efecto en la interacción entre edad y nivel de fibra ($p < 0.05$) donde el consumo de proteína cruda se dio con los animales adultos y mayor nivel de fibra en la dieta, lo que implica que el incremento de fibra reduce el consumo de proteína cruda.

Los valores obtenidos en el presente estudio fueron superiores frente a los valores obtenidos por Condori (2014), quien obtuvo los resultados de 462.18, 479.65, 500.30 y 509.21 g/cuy/día, con niveles de fibra 6, 8, 10% y dieta control (6% + forraje), siendo el tratamiento control superior frente a otros tratamientos observando que los cuyes suelen consumir más a medida que se incrementa el nivel de fibra cruda con el fin de satisfacer sus requerimientos nutricionales.

Puelles (2019) obtuvo valores inferiores a lo evaluado al evaluar seis tratamientos T1: rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g, obtuvo los resultados 5.69, 5.70, 4.97, 5.30, 4.76 y 4.83 g/cuy/día respectivamente, siendo el tratamiento dos con mayor consumo de proteína cruda demostrando similitud con el consumo de materia seca,

demostrando que el yacón es más aceptable que los demás rastrojos, por otro lado Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obtuvo 2.99, 4.66 y 4.99 g/día en cuyes en crecimiento y en animales adultos obtuvo 6.40, 9.86 y 12.24 g/día, valores que son inferiores señalando que cuanto mayor es la integración de harina integral de soya, mayor el consumo de proteína cruda.

4.1.4. Consumo de fibra cruda, g: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.001$) pero no se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.337$) (Anexo 12). en cuanto a la edad, se puede observar que este consumo de fibra cruda fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados con 3.62 ± 1.85 g/d (Anexo 14), seguido de animales en crecimiento con 4.72 ± 2.22 g/d, frente a los animales adultos donde el consumo de fibra cruda fue mayor con 6.51 ± 3.14 g/d; considerando el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 7.11 ± 2.05 g/d, de esto se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra, mayor es el consumo de fibra cruda del alimento.

Condori (2014), quien obtuvo los resultados de 140.01, 195.69, 254.37 y 187.32 g/cuy/día, con niveles de fibra 6, 8, 10% y dieta control (6% + forraje), siendo el tratamiento control superior frente a otros tratamientos observando que los cuyes suelen consumir más a medida que se incrementa el nivel de fibra cruda con el fin de satisfacer sus requerimientos nutricionales.

4.1.5. Consumo FDN del alimento, g: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.001$) y para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.004$), siendo mayor el consumo de FDN en animales adultos con el nivel más alto de fibra en la dieta ($p < 0.001$) (Anexo 16), lo cual podría atribuirse a que los cuyes adultos tienen la capacidad de consumir mayor cantidad de alimento frente a los animales destetados y en crecimiento y el hecho de que el incremento en la fibra tiende a diluir la concentración de nutrientes por lo que los animales tienen que comer más para poder cubrir sus necesidades nutricionales y energéticas. En cuanto a la edad, se puede observar que este consumo fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados con 8.17 ± 4.03 g/d (Anexo 18), seguido de animales en crecimiento con 11.04 ± 5.04 g/d, frente a los animales adultos donde el consumo de FDN fue mayor con 14.75 ± 7.10 g/d; para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos

($p < 0.05$), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 16.18 ± 4.59 g/d, de esto se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra, mayor es la FDN en el alimento.

Considerando el consumo de fibra (fibra cruda, FDN) se aprecia claramente el efecto que esta tiene sobre el consumo de alimento, independientemente de la edad de los animales que ya genera diferencias por sus propias condiciones fisiológicas digestivas, determinando un mayor consumo de materia seca y por ende de fibra (también los otros nutrientes) lo que estaría indicando que los cuyes incrementaron su consumo con el objetivo de compensar su demanda energética, quedando por dilucidar si se logró este objetivo. Para la interacción entre edad y nivel de fibra ($p < 0.05$), donde el consumo de FDN fue mayor con los animales adultos y con el mayor nivel de fibra dietaria.

Condori (2014), quien obtuvo los resultados de 585.71, 667.39, 723.90 y 588.13 g/cuy/día, con niveles de fibra 6, 8, 10% y dieta control (6% + forraje), siendo el tratamiento con 10% de fibra con mayor presencia de FDN frente a los demás, condicionando el consumo de alimento, haciendo que fuera menos digestible.

4.1.6. Consumo de energía, kcal/Kg de MS: No se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.072$) pero si se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.508$) (Anexo 19), según la edad el consumo es mayor en animales adultos, siendo menor en animales destetados con 138.23 ± 30.18 Kcal/Kg de MS (Anexo 21), seguido de animales en crecimiento con 184.25 ± 31.28 Kcal/Kg de MS, frente a los animales adultos donde el consumo fue mayor con 246.76 ± 30.18 Kcal/Kg de MS; para el nivel de fibra se observa que fueron similares entre tratamientos ($p > 0.05$), con 199.60 ± 57.5 Kcal/Kg de MS y 179.89 ± 49.8 Kcal/Kg de MS, de esto se puede señalar que el nivel de inclusión de fibra no influyó en el consumo de energía.

4.2. DIGESTIBILIDAD

4.2.1. Digestibilidad de la materia seca, %: Se encontró efecto de la interacción entre nivel de fibra y edad en la que la digestibilidad de materia seca fue mayor en dietas con nivel bajo de fibra en las tres edades del animal, no se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.445$), pero si para niveles de fibra ($p < 0.001$) y para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.022$) (Anexo 23), siendo estas similares con $74.88 \pm 8.06\%$, $75.71 \pm 8.65\%$ y $73.52 \pm 5.80\%$ (Anexo 25); para el nivel de fibra se observa diferencias

estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra bajo (7.5%) con $80.72 \pm 4.77\%$, siendo mayor la digestibilidad de la materia seca en las tres edades con el nivel más bajo de fibra en la dieta ($p < 0.05$). Estos resultados muestran el impacto negativo que tiene el incremento de la fibra en la dieta de los cuyes sobre la digestibilidad, lo que estaría determinado por la menor capacidad degradativa que tiene el ciego de los cuyes en comparación a lo que se observa en los rumiantes, a pesar de que los estudios muestran la adaptación que tienen los cuyes a tolerar mayor fibra en su dieta.

Los valores de digestibilidad de materia seca obtenidos en el presente estudio fueron superiores a lo reportado por Puelles (2019) al evaluar seis tratamientos T1: rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g obtuvo los resultados 58.69, 62.92, 65.13, 75.27, 70.72 y 77.55% respectivamente, demostrando que la inclusión del complejo enzimático mejora la digestibilidad.

Estrella (2022) quien obtuvo valores inferiores a los resultados obtenidos en la evaluación, obteniendo los siguientes valores 71.60, 62.98, 67.10 y 58.09% con niveles de fibra 8, 11, 14 y 17 %, señalando que los tratamientos 8 y 14% de fibra cruda presentaron mayor digestibilidad de materia seca a diferencia de los demás tratamientos; así mismo los resultados fueron similares a los resultados obtenidos por en cambio Mamani (2023), obtuvo resultados inferiores a los obtenidos en la evaluación empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 72.48%, dieta basal 60% + cáscara de papa 40 % con 74.23%, dieta basal 70% + cáscara de haba 30% con 70.78% y obteniendo valores similares de cuyes destetados y cuyes en crecimiento con valores de 72.10% y 72.90% respectivamente, debiéndose a la composición de la dieta por otro lado.

Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obtuvo 71.54, 77.24 y 75.61% en cuyes en crecimiento y en animales adultos obtuvo 76.65, 83.42 y 80.95%, donde el incremento en los niveles de proteína dietaría tuvieron un efecto positivo en la mejora de coeficiente de digestibilidad (Anexo 23).

Hidalgo y Valerio (2020), obtuvieron valores superiores al evaluar tratamientos con gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes donde obtuvieron los valores de digestibilidad aparente de la materia seca con 79.0, 81.2 y 65.3%, siendo el tratamiento de hominy feed el cual obtuvo mayor porcentaje e indican que la alta digestibilidad puede deberse al alto contenido de carbohidratos solubles que son de fácil digestión y al bajo contenido de fibra lo cual permite al cuy tener una buena digestión enzimática y fermentativa.

Aucahuaqui (2022) obtuvo valores superiores, evaluando cinco tratamientos que son T1: 100% kikuyo, T2: 50% kikuyo + 50% alfalfa; T3: 75% kikuyo + 25% alfalfa; T4: 25% kikuyo + 75% alfalfa y T5: 100% alfalfa, obteniendo valores de 71.67, 85.99, 71.85, 87.29 y 88.30%, siendo el tratamiento dos, cuatro y cinco mayores frente a los demás debido al contenido de kikuyo en la dieta de 25 hasta 50%, demostrando este caso que a valores bajos de kikuyo mayor digestibilidad.

4.2.2. Digestibilidad de la materia orgánica, % MS: Se encontró efecto de la interacción entre nivel de fibra y edad en la que la digestibilidad de materia orgánica fue mayor en dietas con nivel bajo de fibra en las tres edades del animal, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre edades ($p < 0.559$), pero si para niveles de fibra ($p < 0.001$) y la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.012$) (Anexo 26), siendo esta mayor en dietas con nivel bajo de fibra en las tres edades de los animales evaluadas ($p < 0.05$), se observa que entre edades son similares con $75.32 \pm 7.29\%$, $76.58 \pm 7.77\%$ y $75.83 \pm 4.34\%$ (Anexo 28), pero para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra bajo (7.50%) con $81.11 \pm 3.78\%$, estos resultados muestran el mismo comportamiento observado para la materia seca, en la que de igual forma se aprecia el efecto negativo que tiene el incremento de la fibra en la dieta sobre la digestibilidad en cualquier estadio fisiológico de los cuyes; siendo necesario recalcar que para un mismo nivel de fibra el comportamiento digestivo resulta siendo el mismo entre edades de los animales.

Los valores de digestibilidad de materia orgánica obtenidos fueron superiores frente a lo obtenido por Puelles (2019) al evaluar seis tratamientos T1: rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g obtuvo los resultados 60.63, 63.62, 66.71,

76.44, 74.44 y 78.45% respectivamente, demostrando que la inclusión del complejo enzimático mejora la digestibilidad ya que el ciego prefiere degradar nutrientes que son la diferencia de la materia seca y las cenizas; por otro lado Estrella (2022) obtuvo valores inferiores, obteniendo los siguientes valores 86.27, 80.78, 83.62 y 79.31% con niveles de fibra 8, 11, 14 y 17%, donde los resultados fueron mayores al emplear fibra cruda de 8 y 14%.

Así mismo los resultados fueron similares a los resultados obtenidos por Mamani (2023), obtuvo resultados inferiores a los obtenidos en la evaluación empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 73.31%, dieta basal 60% + cáscara de papa 40% con 75.09%, dieta basal 70% + cáscara de haba 30% con 71.32% encontró diferencia entre el consumo de cuyes destetados con 72.77% y en cuyes en crecimiento 73.72%, indicando que se debe a la composición de la dieta que contenía cascara de haba ya que contiene alto nivel de fibra cruda y bajo contenido proteico.

Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obtuvo 72.12, 77.65 y 75.96% en cuyes en crecimiento y en animales adultos obtuvo 77.25, 84.08 y 81.89%, donde el incremento en los niveles de proteína dietaria tuvieron un efecto positivo en la mejora de coeficiente de digestibilidad; Aucahuaqui (2022) obtuvo valores superiores, evaluando cinco tratamientos que son T1:100% kikuyo, T2: 50% kikuyo + 50% alfalfa; T3: 75% kikuyo + 25% alfalfa; T4: 25% kikuyo + 75% alfalfa y T5: 100% alfalfa, obteniendo valores de 71.48, 85.57, 70.84, 87.23 y 88.23%, siendo el tratamiento dos cuatro y cinco mayores frente a los demás debido al contenido de kikuyo en la dieta de 25 hasta 50%, demostrando este caso que a valores bajos de kikuyo mayor digestibilidad.

4.2.3. Digestibilidad de la proteína cruda, %: No se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.041$) se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.538$), se observa que hubo diferencias estadísticas entre edades ($p < 0.05$) (Anexo 29), siendo menor en animales destetados con $77.25 \pm 2.57\%$ (Anexo 31), seguido de animales en crecimiento con $79.70 \pm 3.06\%$ frente a animales adultos con $82.62 \pm 3.35\%$, se observa que los cuyes en crecimiento y adultos son similares pero superiores a los cuyes destetados; para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra bajo (7.50%) con $80.96 \pm 3.65\%$; en este caso

también se aprecia efecto de la interacción entre edad de los cuyes y nivel de fibra dietaria ($p < 0.05$), apreciándose que la digestibilidad es mayor con el nivel de fibra bajo para los cuyes adultos, demostrando ello que el incremento en la fibra dietaria tiene un efecto negativo sobre la digestibilidad de la proteína cruda en cuyes destetados.

Los valores de digestibilidad de proteína cruda obtenidos fueron superiores frente a lo obtenido por Puelles (2019) al evaluar seis tratamientos T1: rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g obtuvo los resultados 28.07, 34.92, 57.27, 59.07, 52.83 y 54.19% respectivamente, demostrando que la inclusión del complejo enzimático mejora la digestibilidad, además de la capacidad que tiene el cuy al realizar la cecografía.

Estrella (2022) obtuvo valores inferiores, obteniendo los siguientes valores 90.5, 88.45, 89.93 y 86.50% con niveles de fibra 8, 11, 14 y 17%, siendo el tratamiento con 17% de fibra cruda menor frente a los demás tratamientos debiéndose a mayor cantidad de fibra cruda, así mismo los resultados fueron superiores a los resultados obtenidos por Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obteniendo los valores de 65.45, 82.38 y 83.22 g/día en cuyes en crecimiento y en animales adultos obtuvo 81.99, 89.27 y 88.42 g/día y señala que el grupo control es superior debiéndose a que hay mayor digestibilidad con inclusión de harina integral de soya ya que contiene alto porcentaje de proteína y energía..

4.2.4. Digestibilidad de la FDN, % MS: se encontró efecto de la interacción entre nivel de fibra y edad en la que la digestibilidad de FDN fue similar entre niveles de fibra y edades del animal, no se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.304$) y niveles de fibra en la dieta ($p < 0.883$) pero si para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.050$) (Anexo 33); se observa que entre edades son similares con $39.06 \pm 8.44\%$, $44.95 \pm 7.08\%$ y $39.34 \pm 14.01\%$, para el nivel de fibra se observa que entre tratamientos son similares con $40.86 \pm 9.89\%$ y $41.38 \pm 10.69\%$ (Anexo 35), siendo significativamente menor la digestibilidad en los cuyes adultos con el nivel bajo de fibra y en cuyes destetados con el nivel alto de fibra; este hecho muestra que las variaciones en la composición de la fibra (FDN, FDA y LDA) tienen implicancias en la digestión, por lo que la valoración

nutricional en los alimentos para cuyes, es necesario que se realice tomando en consideración no solo la fibra cruda como tal sino también los componentes de esta fibra; adicionalmente estos resultados estarían implicando que los cuyes tienen un límite para digerir la fibra, asociado también ello a la capacidad fermentativa que se desarrolla en el ciego.

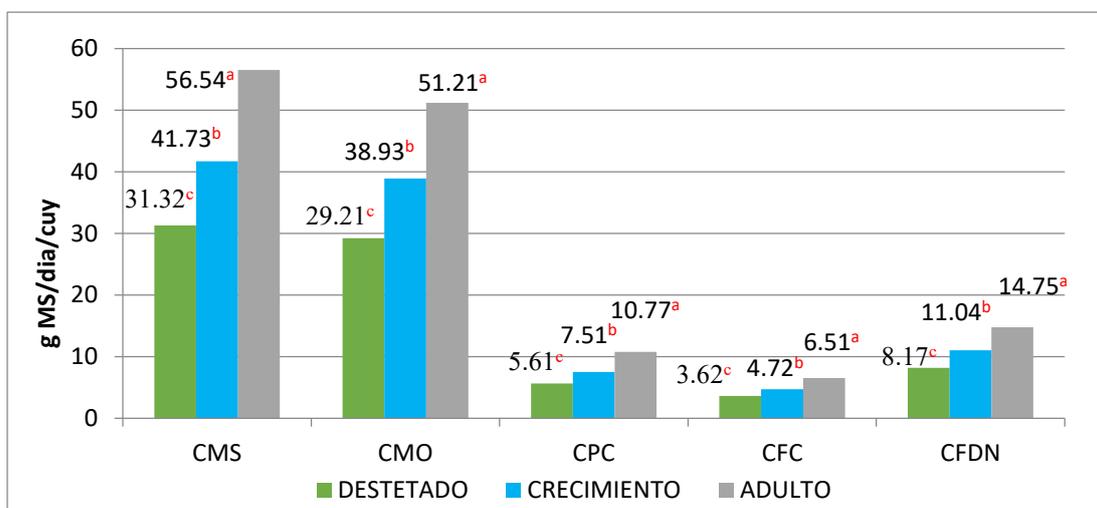
Los valores obtenidos en el presente estudio fueron inferiores a los resultados obtenidos por Estrella (2022) quien obtuvo los siguientes valores 63.57, 58.98, 67.23 y 65.39% con niveles de fibra 8, 11, 14 y 17%, presentando mejores resultados con los tratamientos 8, 14 y 1%.

4.2.5. Digestibilidad de la energía, %: Se encontró efecto de la interacción entre nivel de fibra y edad en la que la digestibilidad de la energía fue mayor en dietas con nivel bajo de fibra en las tres edades del animal, se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.364$), pero si para niveles de fibra ($p < 0.001$) y para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.040$) (Anexo 37), siendo mayor la digestibilidad en para las tres edades de los cuyes con el menor nivel de fibra en la dieta, no se aprecia diferencias estadísticas significativas de la digestibilidad de la energía entre edades de los cuyes ($p > 0.05$) pero si se observa diferencias entre niveles de inclusión de fibra ($p < 0.01$) siendo esta mayor con el menor nivel de fibra (80.32 ± 4.70 %) (Anexo 39), este efecto también es observado en las otras especies animales ya sean rumiantes o no rumiantes, asociado a la reducción al mayor aporte de componentes de la pared celular en la dieta que reducen la disponibilidad de los otros nutrientes.

Mamani (2023), obtuvo resultados inferiores a los obtenidos en la evaluación empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 71.12%, dieta basal 60% + cáscara de papa 40% con 72%, dieta basal 70% + cáscara de haba 30% con, 67.14%, en cuanto a la edad de cuyes destetados y en crecimiento los valores obtenidos fueron similares con valores de 69.53% y 70.53% respectivamente, señalando que las variaciones se deben al nivel de inclusión de los nutrientes en la dieta (grosor de pared celular), ya que al contener poca fibra y alto nivel de almidón son digeribles con facilidad.

Figura 8

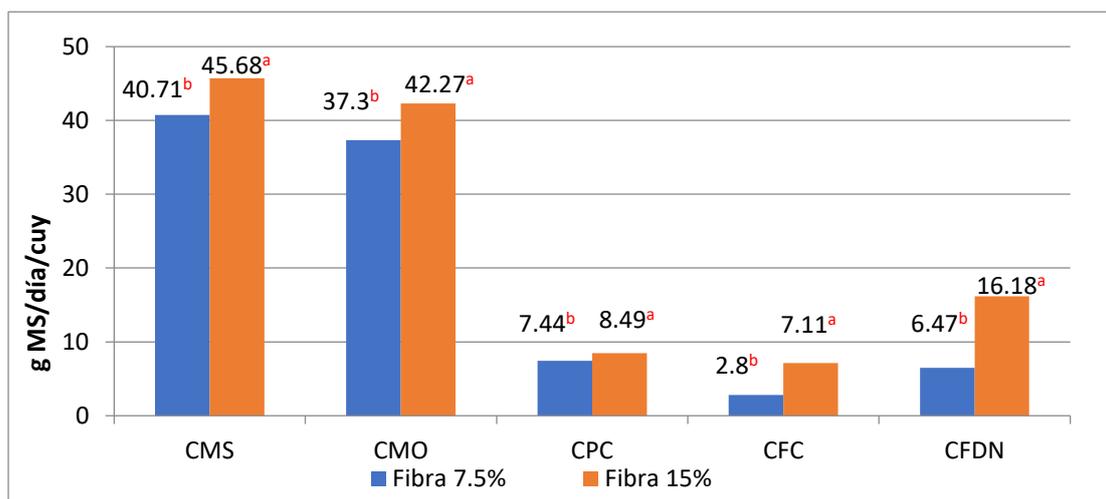
Consumo de nutrientes en relación con la edad de cuyes.



CMS: Consumo de materia seca, CMO: Consumo de materia orgánica, CPC: Consumo de proteína cruda, CFC: Consumo de fibra cruda y CFDN: Consumo de fibra detergente neutra; DESTETADO: 21 días, CRECIMIENTO: 45 días y ADULTO: 75 días.

Figura 9

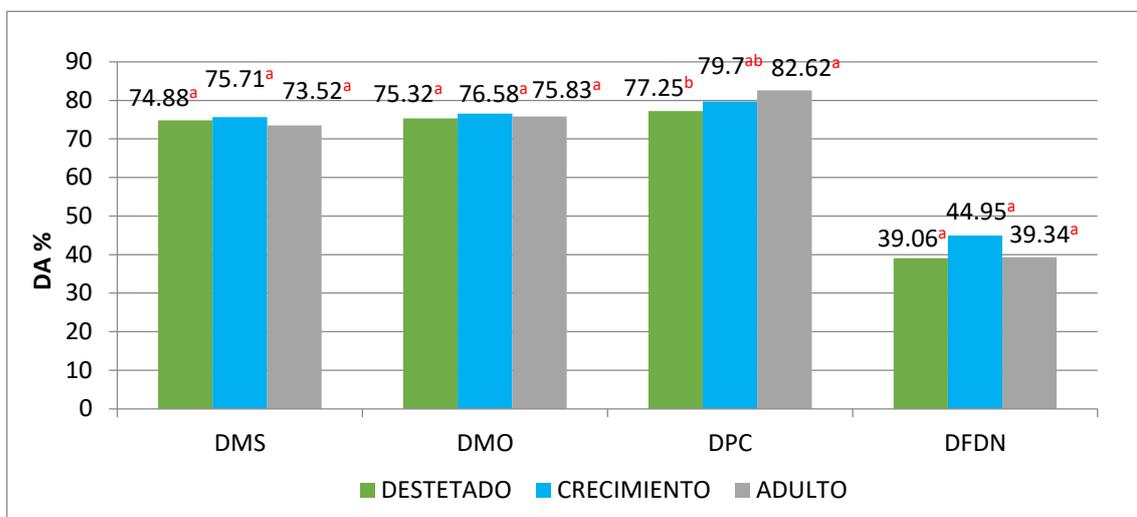
Consumo de nutrientes en relación con el nivel de fibra.



CMS: Consumo de materia seca, CMO: Consumo de materia orgánica, CPC: Consumo de proteína cruda, CFC: Consumo de fibra cruda y CFDN: Consumo de fibra detergente neutra; Fibra 7.50%: Nivel de fibra bajo y Fibra 15%: Nivel de fibra alto.

Figura 10

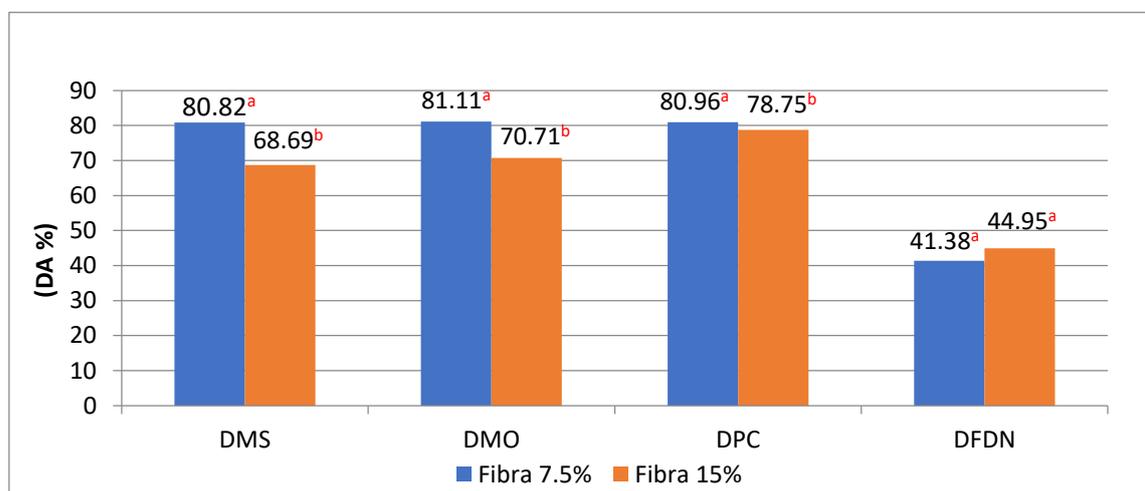
Digestibilidad de nutrientes en relación con la edad de cuyes.



DMS: Digestibilidad de materia seca, DMO: Digestibilidad de materia orgánica, DPC: Digestibilidad de proteína cruda y DFDN: Digestibilidad de fibra detergente neutra; DESTETADO: 21 días, CRECIMIENTO: 45 días y ADULTO: 75 días.

Figura 11

Digestibilidad de nutrientes en relación con el nivel de fibra.



DMS: Digestibilidad de materia seca, DMO: Digestibilidad de materia orgánica, DPC: Digestibilidad de proteína cruda y DFDN: Digestibilidad de fibra detergente neutra; Fibra 7.50%: Nivel de fibra bajo y Fibra 15%: Nivel de fibra alto.

Tabla 11: Cuadro de resultados sobre consumo de alimento y digestibilidad.

| Detalle | Edad | | | Nivel de fibra | | P - valor | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|-------|----------------------|
| | Consumo | Destetado | Crecimiento | Adulto | Alto 15% | Bajo 7.50% | Edad | Nivel de fibra |
| Consumo de materia seca, g/d | 31.32 ± 6.91 ^c | 41.73 ± 7.14 ^b | 56.54 ± 6.75 ^a | 45.68 ± 13.29 ^a | 40.71 ± 11.50 ^b | 0.001 | 0.048 | 0.530 |
| Consumo de materia orgánica, g/d | 29.21 ± 6.40 ^c | 38.93 ± 6.62 ^b | 51.21 ± 7.48 ^a | 42.27 ± 12.18 ^a | 37.30 ± 10.13 ^b | 0.001 | 0.041 | 0.348 |
| Consumo de proteína cruda, g/d | 5.61 ± 1.18 ^c | 7.51 ± 1.29 ^b | 10.77 ± 2.14 ^a | 8.49 ± 3.24 ^a | 7.44 ± 1.84 ^b | 0.001 | 0.024 | 0.001 |
| Consumo de fibra cruda, g | 3.62 ± 1.85 ^c | 4.72 ± 2.22 ^b | 6.51 ± 3.14 ^a | 7.11 ± 2.05 ^a | 2.80 ± 0.79 ^b | 0.001 | 0.001 | 0.337 |
| Consumo de FDN del alimento, g | 8.17 ± 4.03 ^c | 11.04 ± 5.04 ^b | 14.75 ± 7.10 ^a | 16.18 ± 4.59 ^a | 6.47 ± 1.76 ^b | 0.001 | 0.001 | 0.004 |
| Consumo de energía, Kcal/Kg de MS | 138.23 ± 30.18 ^c | 184.25 ± 31.28 ^b | 246.76 ± 30.18 ^a | 199.60 ± 57.50 ^a | 179.89 ± 49.80 ^a | 0.001 | 0.072 | 0.508 |
| Digestibilidad | | | | | | | | |
| Digestibilidad de la materia seca, % | 74.88 ± 8.06 ^a | 75.71 ± 8.65 ^a | 73.52 ± 5.80 ^a | 68.69 ± 3.64 ^b | 80.72 ± 4.77 ^a | 0.445 | 0.001 | 0.022 |
| Digestibilidad de la materia orgánica, % | 75.32 ± 7.29 ^a | 76.58 ± 7.77 ^a | 75.83 ± 4.34 ^a | 70.71 ± 3.68 ^b | 81.11 ± 3.78 ^a | 0.559 | 0.001 | 0.012 |
| Digestibilidad de proteína cruda, % | 77.25 ± 2.57 ^b | 79.70 ± 3.06 ^{ab} | 82.62 ± 3.35 ^a | 78.75 ± 3.43 ^b | 80.96 ± 3.65 ^a | 0.001 | 0.041 | 0.538 |
| Digestibilidad de la FDN, % | 39.06 ± 8.44 ^a | 44.95 ± 7.08 ^a | 39.34 ± 14.01 ^a | 40.86 ± 9.89 ^a | 41.38 ± 10.69 ^a | 0.304 | 0.883 | 0.050 |
| Digestibilidad de la energía, % | 74.57 ± 7.73 ^a | 76.12 ± 8.02 ^a | 73.62 ± 5.57 ^a | 69.23 ± 3.78 ^b | 80.32 ± 4.70 ^a | 0.364 | 0.001 | 0.040 |

Fuente: Elaboración propia.

FDN: Fibra neutra detergente

4.3. FRACCIÓN DIGERIDA

4.3.1. Fracción digerida, materia seca g/d: Como se aprecia en la tabla 12, se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$) pero no para niveles de fibra ($p < 0.684$), se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.373$) (Anexo 39), en cuanto a la edad, se puede observar que la fracción digerida fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados con 23.23 ± 4.79 g/d, seguido de animales en crecimiento con 31.99 ± 6.31 g/d, frente a los animales adultos en los cuales este valor fue superior con 41.33 ± 4.34 g/d; para el nivel de fibra se observa que fueron similares entre tratamientos ($p > 0.05$) (Anexo 41), con 31.8 ± 9.88 g/d y 32.58 ± 8.43 g/d, lo que implica que la materia seca digerida (g/d) estuvo relacionada con la edad de los animales mas no así con el nivel de fibra en la dieta.

Los valores de fracción digerida obtenidos en la evaluación fueron superiores frente a lo obtenido por Puelles (2019) al evaluar seis tratamientos T1: rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g obtuvo los resultados 26.90, 32.29, 2.17, 35.46, 30.95 y 34.69 g/día/cuy respectivamente, siendo el tratamiento tres superior a los demás tratamientos, debido a la inclusión del complejo enzimático, así mismo Mamani (2023), obtuvo resultados inferiores a los obtenidos en la evaluación, empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 31.27 g, dieta basal 60%+ cáscara de papa 40% con 30.62 g, dieta basal 70% + cáscara de haba 30% con 27.18 g, en cuanto a la edad de los cuyes se obtuvieron resultados superiores en cuyes destetados con 26.16 g y en crecimiento 33.22 g, habiendo diferencia entre la edad y la dieta, ya que en la dieta de cascara de haba, tenía alto porcentaje de fibra cruda y bajo contenido de proteína en comparación a las otras dietas.

Aucahuaqui (2022) obtuvo valores superiores, evaluando cinco tratamientos que son T1:100% kikuyo, T2: 50% kikuyo + 50% alfalfa; T3: 75% kikuyo + 25% alfalfa; T4: 25% kikuyo + 75% alfalfa y T5: 100% alfalfa, obteniendo valores de 33.03, 108.42, 29.57, 11.16 y 126.07 g, siendo el ultimo tratamiento el mayor debido al contenido de dicha dieta, seguido de los tratamientos con menor porcentaje de kikuyo de 25 hasta 50%, demostrando que los cuyes toleran bajos niveles de kikuyo en su alimentación.

4.3.2. Fracción digerida, materia orgánica, g/d: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$) pero no para niveles de fibra ($p < 0.908$) tampoco se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.302$) (Anexo 43), en cuanto a la edad, se puede observar que la fracción digerida de materia orgánica fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados con 21.87 ± 4.58 g/d, seguido de animales en crecimiento con 30.20 ± 5.90 g/d, frente a los animales adultos en los cuales este valor fue superior con 39.44 ± 4.24 g/d; para el nivel de fibra, se observa que fueron similares entre tratamientos ($p > 0.05$) (Anexo 45), con 30.40 ± 9.70 g/d y 30.61 ± 7.98 g/d, lo que implica que la cantidad de materia orgánica digerida (g/d) estuvo relacionada con la edad de los animales mas no así con el nivel de fibra en la dieta.

Los valores de fracción digerida obtenidos en la evaluación fueron superiores frente a lo obtenido por Puelles (2019) al evaluar seis tratamientos T1: rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g obtuvo los resultados 24.51, 28.93, 23.09, 31.41, 28.31 y 30.45 g/día/cuy respectivamente, siendo el tratamiento tres superior a los demás tratamientos, debido a la inclusión del complejo enzimático.

Mamani (2023), obtuvo resultados inferiores a los obtenidos en la evaluación, empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 29.20 g, dieta basal 60%+ cáscara de papa 40 % con 28.95 g, dieta basal 70% + cáscara de haba 30% con 25.91 g, en cuanto a la edad de los cuyes se obtuvieron resultados superiores en cuyes destetados con 24.66 g y en crecimiento 31.38 g, habiendo diferencia entre la edad y la dieta, ya que en la dieta de cascara de haba, tenía alto porcentaje de fibra cruda y bajo contenido de proteína en comparación a las otras dietas; Aucahuaqui (2022) obtuvo valores superiores, evaluando cinco tratamientos que son T1:100% kikuyo, T2: 50% kikuyo + 50% alfalfa; T3: 75% kikuyo + 25% alfalfa; T4: 25% kikuyo + 75% alfalfa y T5: 100% alfalfa, obteniendo valores de 28.89, 95.29, 25.42, 99.61 y 114.74 g, siendo el ultimo tratamiento el mayor debido al contenido de dicha dieta, seguido de los tratamientos con menor porcentaje de kikuyo de 25 hasta 50%, demostrando que los cuyes toleran bajos niveles de kikuyo en su alimentación.

4.3.3. Fracción digerida, proteína cruda, g/d: Se encontró efecto de la interacción entre nivel de fibra y edad en la que la fracción digerida de proteína cruda fue mayor en dietas con nivel alto para animales adultos, se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.042$) y la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.001$) (Anexo 47), en cuanto a la edad, se puede observar que la fracción digerida de proteína cruda fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados con 4.33 ± 0.86 g/d, seguido de animales en crecimiento con 6.04 ± 1.12 g/d, frente a los animales adultos en los cuales este valor fue superior con 8.87 ± 1.71 g/d; para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Anexo 49), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 6.79 ± 2.78 g/d, lo que implica que la cantidad de proteína cruda digerida (g/d) estuvo relacionada con la edad de los animales y con el nivel de fibra en la dieta; en este caso se aprecia efecto de la interacción entre edad de los cuyes y el nivel de fibra dietaria ($p < 0.05$) (Anexo 50) apreciándose que la proteína cruda digerida es mayor con el nivel de fibra alta para la edad adulta de los cuyes, siendo menor con el menor nivel de fibra, demostrando ello que el incremento de fibra dietaria tiene un efecto negativo sobre la proteína cruda digerida en la edad de cuyes destetados, adicionalmente se observa efecto de la interacción entre edad y nivel de fibra ($p < 0.05$) donde la proteína cruda digerida fue mayor con los animales adultos con el mayor nivel de fibra.

Los valores de fracción digerida obtenidos en la evaluación fueron superiores frente a lo obtenido por Puelles (2019) al evaluar seis tratamientos T1: rastrojo de yacón + alimento balanceado; T2: rastrojo de yacón + alimento balanceado + enzima; T3: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado; T4: rastrojo de kiwicha + alimento balanceado + enzima; T5: rastrojo de maíz + alimento balanceado; T6: rastrojo de maíz + alimento balanceado + enzima, en animales de 950 g obtuvo los resultados 21.60, 2.26, 2.94, 3.08, 2.53 y 2.58 g/día/cuy respectivamente, siendo el tratamiento tres superior a los demás tratamientos, debido a la inclusión del complejo enzimático.

4.3.4. Fracción digerida FDN, g/d: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.004$), niveles de fibra ($p < 0.001$), también se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.056$) (Anexo 50), en cuanto a la edad, se puede observar que la fracción digerida de materia orgánica fue mayor en los animales adultos y en crecimiento, siendo menor en animales destetados con 2.99 ± 1.19 g/d, frente a los animales en crecimiento y adultos en los cuales este valor fue superior con 5.10 ± 2.59 g/d

y 6.04 ± 3.66 g/d para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Anexo 52), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 6.78 ± 3.65 g/d, lo que implica que la fracción digerida de la FDN no estuvo relacionada con la edad de los animales más si estuvo relacionada con el nivel de fibra en la dieta.

4.4. EXCRECIÓN DE HECES

4.4.1. Materia seca de heces, g/d: Como se aprecia en la tabla 12, se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.001$) pero no se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.997$) (Anexo 54), en cuanto a la edad, se puede observar que la excreción de materia seca fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados y en crecimiento con 8.05 ± 3.54 g/d y 9.78 ± 3.45 g/d, frente a los animales adultos donde la excreción fue mayor con 15.17 ± 4.58 g/d; para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Anexo 56), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 13.87 ± 3.87 g/d, de esto se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra, mayor es la excreción de heces en materia seca, también cabe aclarar que los valores de excreción fueron similares en animales destetados y en crecimiento frente a los adultos, atribuible a la mayor ingesta de alimento observada en los animales destetados y en crecimiento condicionada por el menor nivel de fibra.

Los resultados obtenidos por Vilcanqui (2018), evaluó en ratas holtzman la materia seca de heces, empleando cinco tratamientos T1: 6% de fibra (alfa celulosa), T2: 6% de fibra T3: 6% de fibra (agave americana), T4: 10% de fibra (endosperma de semilla de tara) y T5: 10% de fibra (agave americana), obteniendo los siguientes valores 11.37, 21.47, 26.43, 25.75 y 33.04% respectivamente señalando que la humedad se debe a la composición de fuente de fibra; Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obteniendo los valores de 5.68, 4.90 y 4.93 g/día en cuyes en crecimiento y en animales adultos obtuvo 9.67, 7.91 y 9.06 g/día, Aucahuaqui (2022) obtuvo valores superiores, evaluando cinco tratamientos que son T1: 100% kikuyo, T2: 50% kikuyo + 50% alfalfa; T3: 75% kikuyo + 25% alfalfa; T4: 25% kikuyo + 75% alfalfa y T5: 100% alfalfa, obteniendo valores de 12.70, 17.72, 11.41, 16.33 y 1.68 g, siendo el segundo tratamiento superior a los demás.

4.4.2. Materia orgánica de heces, g/d: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.001$) pero no se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.926$) (Anexo 58), en cuanto a la edad se puede observar que la excreción de materia orgánica en las heces fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados y en crecimiento con 7.33 ± 3.00 g/d y 8.77 ± 2.79 g/d, frente a los animales adultos en los cuales este valor fue superior con 12.70 ± 3.30 g/d; para el nivel de fibra, esta tuvo efecto donde se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Anexo 60), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15 %) con 11.86 ± 2.79 g/d, donde se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra, mayor es la excreción de materia orgánica de las heces, también cabe aclarar que los valores de excreción fueron similares en animales destetados y crecimiento frente a los adultos, atribuible a la mayor ingesta de alimento observada en los animales adultos condicionada por el mayor nivel de fibra dietaria.

Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obteniendo los valores de 5.15, 4.45 y 4.49g/día en cuyes en crecimiento y en animales adultos obtuvo 8.69, 7.03 y 7.97g/día, Auchuaqui (2022) obtuvo valores superiores, evaluando cinco tratamientos que son T1: 100% kikuyo, T2: 50% kikuyo + 50% alfalfa; T3: 75% kikuyo + 25% alfalfa; T4: 25% kikuyo + 75% alfalfa y T5: 100% alfalfa, obteniendo valores de 11.19, 16.11, 10.30, 14.72 y 15.13 g, siendo el segundo tratamiento superior a los demás.

4.4.3. Proteína cruda de heces, g/d: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.003$), niveles de fibra ($p < 0.033$) se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.074$) (Anexo 62), en cuanto a la edad se puede observar que la excreción de proteína cruda en las heces fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados y en crecimiento con 1.28 ± 0.34 g/d y 1.47 ± 0.91 g/d, frente a los animales adultos en los cuales este valor fue superior con 1.89 ± 0.57 g/d; para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Anexo 64), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 1.69 ± 0.49 g/d, de esto se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra mayor es la excreción de proteína cruda de las heces, también cabe aclarar que los valores de excreción fueron similares en animales destetados y en crecimiento frente a los adultos,

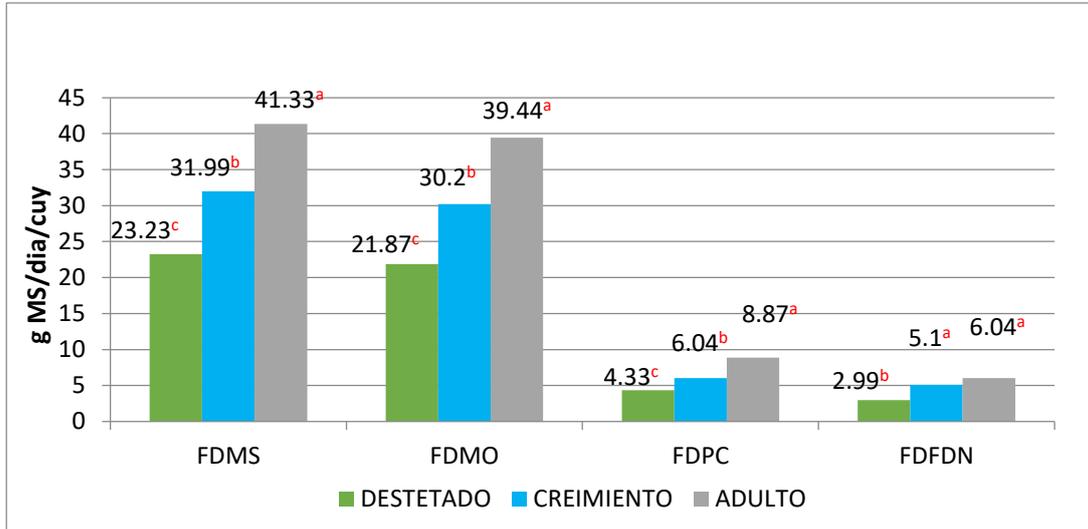
atribuible a la mayor ingesta de alimento observada en los animales adultos condicionada por el mayor nivel de fibra dietaria; Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores a lo evaluado, al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85 % + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obteniendo los valores de 1.03, 0.83 y 0.84 g/día en cuyes en crecimiento y en animales adultos obtuvo 1.12, 1.12 y 1.36 g/día.

4.4.4. FDN de heces, g/d: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.001$) pero no se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.407$) (Anexo 66), en cuanto a la edad se puede observar que la excreción de FDN en las heces fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados y en crecimiento con 5.41 ± 3.17 g/d y 6.12 ± 2.90 g/d, frente a los animales adultos en los cuales este valor fue superior con 8.62 ± 4.19 g/d; para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Anexo 68), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 9.61 ± 2.64 g/d, donde se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra, mayor es la FDN en las heces. Estas diferencias serían atribuible no a la mejor o mayor digestibilidad de la fibra en los animales destetados y en crecimiento sino a la cantidad de alimento consumido que fue mayor en los animales adultos, también cabe aclarar que los valores de excreción fueron menores frente a los adultos, atribuible a la mayor ingesta de alimento observada en los animales adultos condicionada por el mayor nivel de fibra.

4.34.5. Ceniza en las heces, %: Se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.001$) pero no se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.999$) (Anexo 70), en cuanto a la edad se puede observar que la excreción de ceniza en las heces fue mayor en los animales adultos, siendo menor en animales destetados y en crecimiento con 7.14 ± 3.15 g/d y 8.67 ± 3.09 g/d, frente a los animales adultos en los cuales este valor fue superior con 13.33 ± 4.02 g/d; para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Anexo 72), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 12.28 ± 3.37 g/d, de esto se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra, mayor es la excreción de ceniza de las heces, también cabe aclarar que los valores de excreción fueron similares en animales destetados y crecimiento frente a los adultos, atribuible a la mayor ingesta de alimento observada en los animales adultos condicionada por el mayor nivel de fibra dietaria.

Figura 12

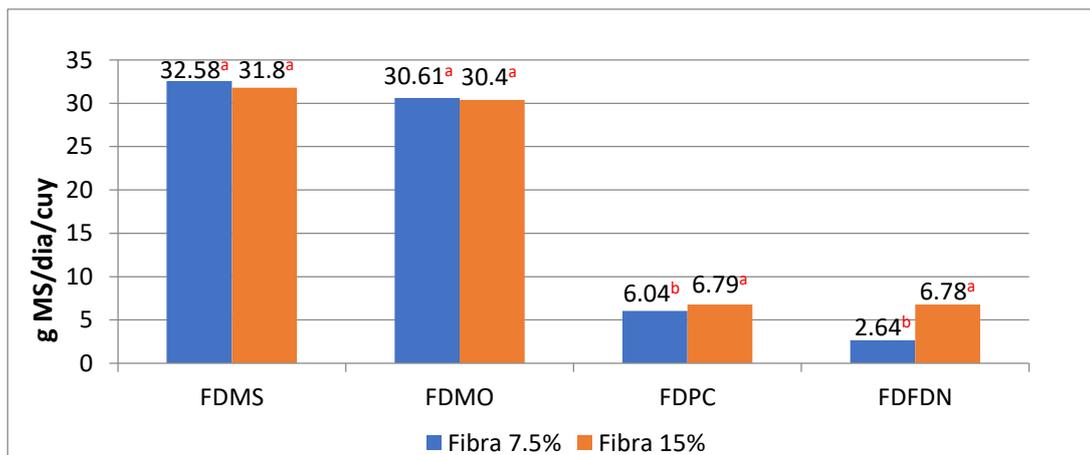
Fracción digerida de nutrientes en relación con la edad de cuyes.



FDMS: Fracción digerida de materia seca, FDMO: Fracción digerida de materia orgánica, FDPC: Fracción digerida de proteína cruda y FDFDN: Fracción digerida de fibra detergente neutra; DESTETADO: 21 días, CRECIMIENTO: 45 días y ADULTO: 75 días.

Figura 13

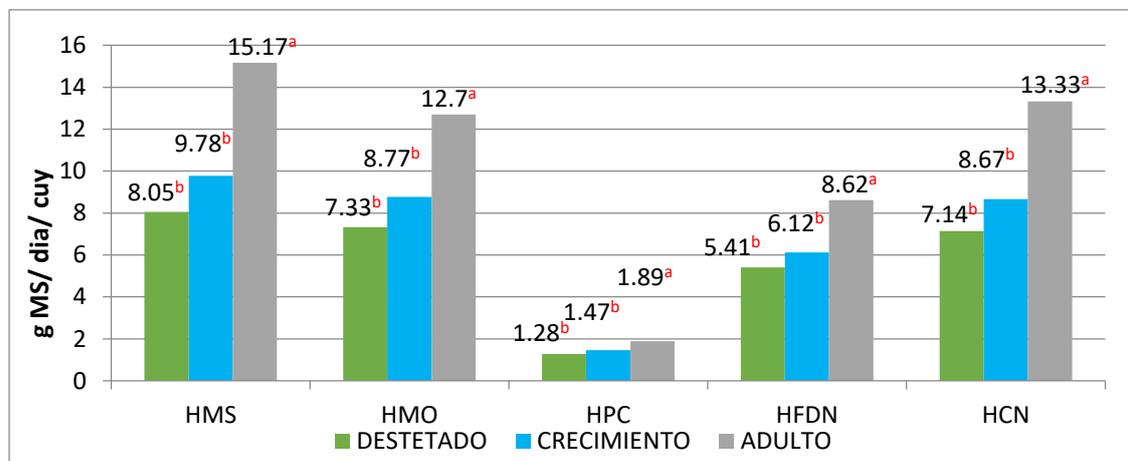
Fracción digerida de nutrientes en relación con el nivel de fibra.



FDMS: Fracción digerida de materia seca, FDMO: Fracción digerida de materia orgánica, FDPC: Fracción digerida de proteína cruda y FDFDN: Fracción digerida de fibra detergente neutra; Fibra 7.50%: Nivel de fibra bajo y Fibra 15%: Nivel de fibra alto.

Figura 14

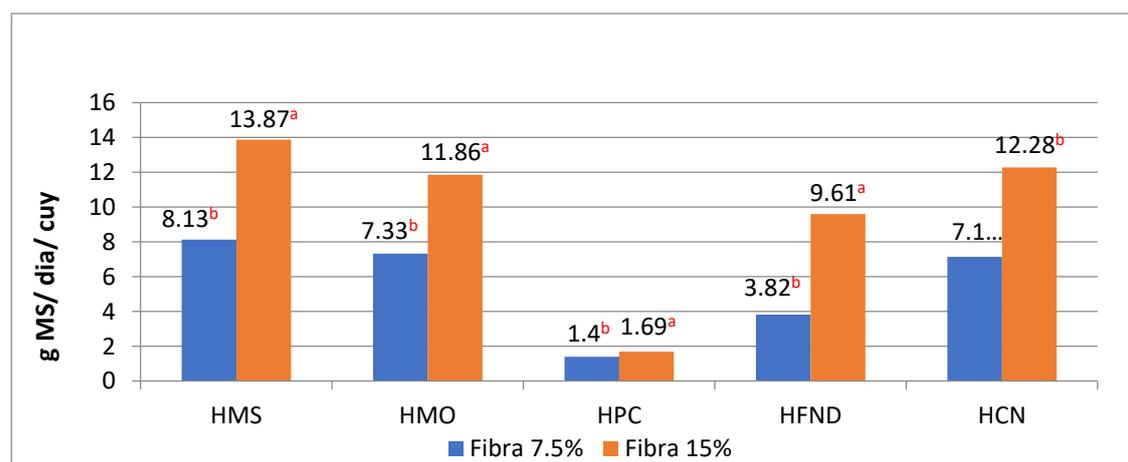
Excreción de nutrientes en relación con la edad de los cuyes.



HMS: Materia seca en heces, HMO: Materia orgánica en heces, HPC: Proteína cruda en heces, HFDN: Fibra detergente neutra en heces y HCN: Ceniza en heces; DESTETADO: 21 días, CRECIMIENTO: 45 días y ADULTO: 75 días.

Figura 15

Excreción de nutrientes en relación con el nivel de fibra.



HMS: Materia seca en heces, HMO: Materia orgánica en heces, HPC: Proteína cruda en heces, HFDN: Fibra detergente neutra en heces y HCN: Ceniza en heces; Fibra 7.50%: Nivel de fibra bajo y Fibra 15%: Nivel de fibra alto.

Tabla 12: Cuadro de resultados de excreción y fracción digerida.

| Detalle | Edad | | | Nivel de fibra | | P - valor | | |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|-------|----------------|
| | Fracción digerida | Destetado | Crecimiento | Adulto | Alto 15% | Bajo 7.5% | Edad | Nivel de fibra |
| Fracción digerida, materia seca g/d | 23.23 ± 4.79 ^c | 31.99 ± 6.31 ^b | 41.33 ± 4.34 ^a | 31.8 ± 9.88 ^a | 32.58 ± 8.43 ^a | 0.001 | 0.684 | 0.373 |
| Fracción digerida, materia orgánica g/d | 21.87 ± 4.58 ^c | 30.20 ± 5.90 ^b | 39.44 ± 4.24 ^a | 30.40 ± 9.70 ^a | 30.61 ± 7.98 ^a | 0.001 | 0.908 | 0.302 |
| Fracción digerida, proteína cruda de la g/d | 4.33 ± 0.86 ^c | 6.04 ± 1.12 ^b | 8.87 ± 1.71 ^a | 6.79 ± 2.78 ^a | 6.04 ± 1.58 ^b | 0.001 | 0.042 | 0.001 |
| Fracción digerida, FDN g/d | 2.99 ± 1.19 ^b | 5.10 ± 2.59 ^a | 6.04 ± 3.66 ^a | 6.78 ± 2.65 ^a | 2.64 ± 1.06 ^b | 0.004 | 0.001 | 0.056 |
| Fracción digerida, materia seca g/d | 23.23 ± 4.79 ^c | 31.99 ± 6.31 ^b | 41.33 ± 4.34 ^a | 31.8 ± 9.88 ^a | 32.58 ± 8.43 ^a | 0.001 | 0.684 | 0.373 |
| Excreción | | | | | | | | |
| Materia seca de heces, g/d | 8.05 ± 3.54 ^b | 9.78 ± 3.45 ^b | 15.17 ± 4.58 ^a | 13.87 ± 3.87 ^a | 8.13 ± 4.01 ^b | 0.001 | 0.001 | 0.997 |
| Materia orgánica de heces, g/d | 7.33 ± 3.00 ^b | 8.77 ± 2.79 ^b | 12.70 ± 3.30 ^a | 11.86 ± 2.79 ^a | 7.33 ± 3.17 ^b | 0.001 | 0.001 | 0.926 |
| Proteína cruda de heces, g/d | 1.28 ± 0.34 ^b | 1.47 ± 0.91 ^b | 1.89 ± 0.57 ^a | 1.69 ± 0.4 ^a | 1.40 ± 0.84 ^b | 0.003 | 0.033 | 0.074 |
| FDN de heces, g/d | 5.41 ± 3.17 ^b | 6.12 ± 2.90 ^b | 8.62 ± 4.19 ^a | 9.61 ± 2.64 ^a | 3.82 ± 1.34 ^b | 0.001 | 0.001 | 0.407 |

Fuente: Elaboración propia.

FDN: Fibra neutra detergente

4.5. ENERGÍA

4.5.1. Energía en las heces, kcal/Kg de MS: No se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.001$) pero si se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.991$) (Anexo 74), donde la mayor cantidad de energía excretada por cuy/día fue en los animales adultos (65.86 ± 19.08 Kcal/Kg de MS, frente a las otras edades que fueron similares entre sí con 35.95 ± 15.18 Kcal/Kg de MS y 42.61 ± 14.70 Kcal/Kg de MS; de igual forma para el nivel de fibra se observa diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) (Anexo 76), siendo mayor en el tratamiento con nivel de fibra alto (15%) con 59.73 ± 16.91 %, de esto se puede señalar que cuanto mayor es el nivel de inclusión de fibra, mayor es la energía excretada en las heces.

4.5.2. Fracción digerida de la energía, kcal/Kg de MS: No se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.001$), niveles de fibra ($p < 0.672$) pero si se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.352$) (Anexo 78), siendo menor en animales destetados con 102.27 ± 20.54 Kcal/Kg de MS, seguido de animales en crecimiento con 141.84 ± 27.25 Kcal/Kg de MS, frente a los animales adultos donde el consumo fue mayor con 180.75 ± 19.40 Kcal/Kg de MS; para el nivel de fibra se observa que fueron similares entre tratamientos ($p > 0.05$) (Anexo 80), con 139.86 ± 10.70 g/d y 143.38 ± 9.48 Kcal/Kg de MS, de esto se puede señalar que el nivel de inclusión de fibra no influye en la fracción digerida de la energía, la misma que estuvo asociada al consumo de energía.

4.5.3. Energía digestible, Kcal/ kg de MS: Se encontró efecto de la interacción entre nivel de fibra y edad en la que la energía digestible fue mayor en dietas con nivel bajo de fibra en las tres edades del animal, no se encontraron diferencias significativas entre edades ($p < 0.053$), niveles de fibra ($p < 0.001$) (Anexo 86) pero si se aprecia diferencias significativas para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.303$), los resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre edades ($p > 0.05$) (Anexo 88), con valores 3295.42 ± 365 kcal/Kg de MS, 3363.85 ± 379 kcal/Kg de MS y 3214.37 ± 248.7 kcal/Kg de MS;

para el nivel de fibra si tuvo efecto sobre la energía digestible ($p < 0.05$); se aprecia diferencias estadísticas significativas, siendo superior el nivel de fibra bajo (7.5%) con valores de 3555.56 ± 224.4 kcal/Kg de MS, para la interacción edad por nivel de fibra ($p < 0.05$), donde la mayor energía digestible de las dietas se dio con el menor nivel de fibra para las tres edades de los cuyes evaluadas. Este hecho es atribuible a que la fibra limita la disponibilidad de los nutrientes a nivel digestivo y por ende reduce el nivel de utilización de la energía, determinando ello que los valores energéticos, expresados en términos de energía digestible, sean menores con la incorporación creciente de fibra, mas no así por efecto de la edad del animal.

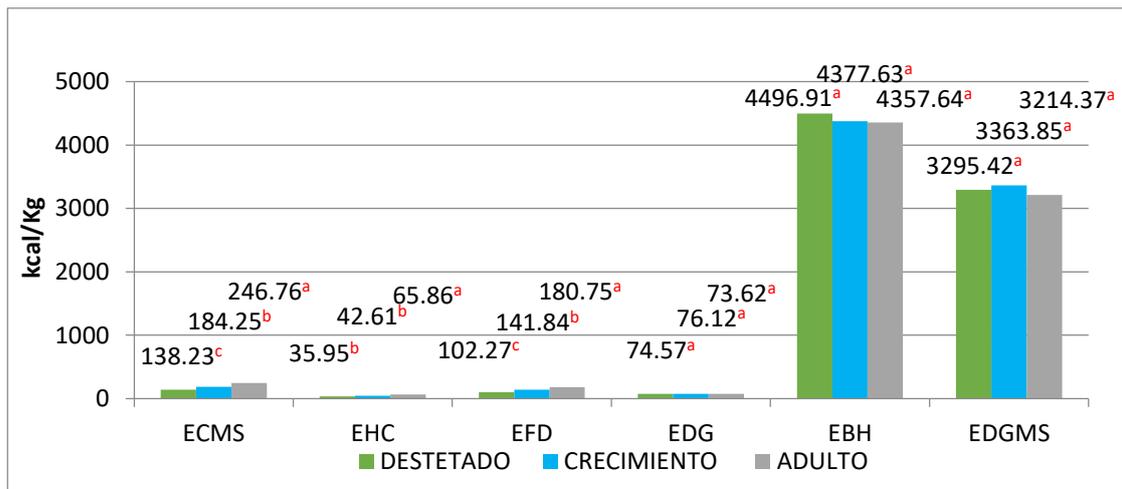
Los valores de energía digestible obtenidos por Condori (2014), quien obtuvo los resultados de 7.32, 7.51, 7.75 y 8.25 Mcal, con niveles de fibra 6, 8, 10% y dieta control (6% + forraje), siendo el tratamiento control superior frente a otros tratamientos observando que los cuyes suelen consumir más a medida de que se incrementa el nivel de fibra cruda con el fin de satisfacer sus requerimientos nutricionales, por otro lado Hidalgo y Valerio (2020), obtuvieron valores superiores al evaluar tratamientos con gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes obtuvieron los valores de 4189, 4372 y 2801 (Kcal/kg MS), siendo superior el gluten de maíz indican que su alta digestibilidad se debe al bajo contenido de fibra detergente neutra y hemicelulosa, así como contiene alto nivel de carbohidratos no lignificados o como se conocen solubles que tienen la características de ser más digestibles al igual que la proteína, grasa y extracto libre de nitrógeno, cuyos valores fueron superiores a lo obtenido en el estudio.

Mamani (2023), obtuvo resultados inferiores a los obtenidos en la evaluación empleando tres tipos de dietas, dieta basal con 3010.70 Kcal/kg, dieta basal 60% + cáscara de papa 40% con 2955.43 Kcal/kg, dieta basal 70% + cáscara de haba 30% con 2813.83 Kcal/kg, en cuanto a la edad de cuyes destetados y en crecimiento los valores obtenidos fueron similares con valores de 2893.49 Kcal/kg y 2959.81 Kcal/kg respectivamente, señalando que las variaciones se deben al nivel de inclusión de los nutrientes en la dieta (grosor de pared celular), ya que al contener poca fibra y alto nivel de almidón son digeribles con facilidad; Chillpa (2022), obtuvo resultados inferiores al evaluar tres tratamientos, dieta basal, dieta basal 85% + de harina integral de soya 15% y dieta basal 70% + de harina integral de soya 30% obtuvo 3065, 3483 y 3890 Kcal/kg en cuyes en crecimiento y en

animales adultos obtuvo 3343, 3809 y 4199 Kcal/kg y señala que la energía digestible tiende a aumentar con el alto nivel de inclusión de harina integral de soya, por lo que afecta el contenido energía digestible de la mezcla de harina integral de soya con respecto a la dieta control.

Figura 16

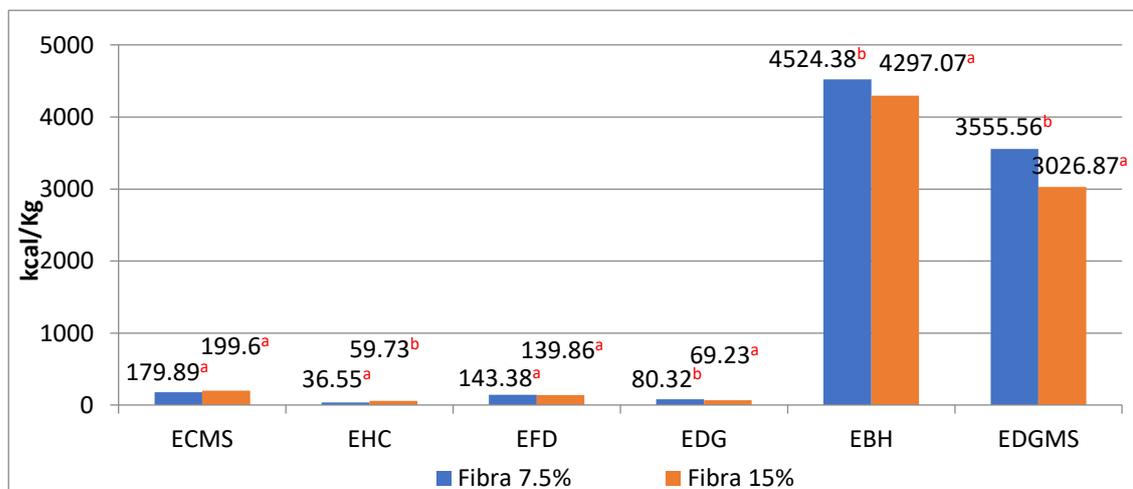
Valoración energética en relación con la edad de cuyes.



ECMS: Consumo de energía, materia seca, EHC: Energía en las heces, EFD: Fracción digerida de la energía, EDG: Digestibilidad de la energía, EBH: Energía bruta en las heces y EDGMS: Energía digestible; DESTETADO: 21 días, CRECIMIENTO: 45 días y ADULTO: 75 días.

Figura 17

Valoración energética en relación con el nivel de fibra.



ECMS: Consumo de energía, materia seca, EHC: Energía en las heces, EFD: Fracción digerida de la energía, EDG: Digestibilidad de la energía, EBH: Energía bruta en las heces y EDGMS: Energía digestible; Fibra 7.50%: Nivel de fibra bajo y Fibra 15%: Nivel de fibra alto.

Tabla 13: Cuadro de resultados de energía.

| Detalle | Edad | | | Nivel De Fibra | | P - Valor | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|-------|----------------------|
| | Energía | Destetado | Crecimiento | Adulto | Alto 15% | Bajo 7.5% | Edad | Nivel de fibra |
| Energía en las heces, Kcal/Kg de MS | 35.95 ± 15.18 ^b | 42.61 ± 14.70 ^b | 65.86 ± 19.08 ^a | 59.73 ± 16.91 ^a | 36.55 ± 17.22 ^b | 0.001 | 0.001 | 0.991 |
| Fracción digerida de la energía, Kcal/Kg de MS | 102.27 ± 20.54 ^c | 141.84 ± 27.25 ^b | 180.75 ± 19.40 ^a | 139.86 ± 10.70 ^a | 143.38 ± 9.48 ^a | 0.001 | 0.672 | 0.352 |
| Energía bruta en las heces, Kcal/Kg de MS | 4496.91 ± 197.5 ^a | 4377.63 ± 220.80 ^a | 4357.64 ± 88.40 ^a | 4297.07 ± 138.9 ^b | 4524.38 ± 158.0 ^a | 0.053 | 0.001 | 0.303 |
| Energía digestible, Kcal/Kg de MS | 3295.42 ± 365.00 ^a | 3363.85 ± 379.00 ^a | 3214.37 ± 248.70 ^a | 3026.87 ± 162.8 ^b | 3555.56 ± 224.4 ^a | 0.149 | 0.001 | 0.027 |

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Según la evaluación realizada y con los resultados obtenidos se llega a determinar las siguientes conclusiones:

- El consumo de alimento y nutrientes (materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra cruda y FDN) fue mayor en los animales adultos frente a los animales en crecimiento y destetados, el nivel de fibra tuvo influencia sobre el consumo de alimento y nutrientes siendo mayor con el nivel más alto de fibra.
- La digestibilidad de los nutrientes no se vio afectado por la edad de los cuyes, pero si por el nivel de fibra siendo mayor con el nivel más bajo de fibra.
- La edad de los animales no determinó variaciones en los niveles de energía, siendo esta similar entre edades, pero el nivel de fibra tuvo efecto sobre la energía digestible de las dietas, siendo mayor con el menor nivel de fibra (3555.56 kcal/kg) frente al nivel alto (3026.87 kcal/kg).

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la evaluación considerando otros niveles de fibra.
- Se sugiere realizar investigaciones sobre digestibilidad en diferentes etapas de cuyes y diferente sexo.
- Considerando que los cuyes tienen la capacidad de digerir alimentos fibrosos, se recomienda utilizar alimento peletizado como dietas experimentales, con el fin de evitar el desperdicio de alimento en polvo así como evitar la pérdida de nutrientes durante el consumo y obtener un alimento homogéneo.
- Se recomienda continuar con la evaluación de digestibilidad considerando utilizar otros insumos en la dieta del cuy.
- Seguir estudiando la digestibilidad con los tratamientos y niveles de fibra en diferentes especies.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- Airahuacho, F. (2007). Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis para obtener el título de Magíster Scientiae. UNALM. Lima, Perú.
- AOAC. 1997. Official methods of analysis (16 th Ed.). Association of Official Annalitycal Chemists, Arlinton, VA., USA.
- Aucahuaqui J. (2022). Consumo voluntario y digestibilidad del kikuyo (*Pennisentum clandestinum*) en cuyes (*Cavia porcellus*) machos mejorados tipo I en la Granja Kayra San Jerónimo–Cusco.
- Alcazar, J. (2002). Ecuaciones Simultáneas y Programación Lineal como Instrumento para la Formulación de raciones. Tesis para optar título de ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor De San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Aguilar, Chicaiza, Santana y Caicedo, (2019). Composición química de subproductos agroindustriales destinados para la alimentación de cerdos. Caribeña de Ciencias Sociales.
- Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E., y Caycedo, A. (2009). Producción de cuyes. Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae UCSS. Lima, Perú.
- Amon, C. (2015). Crianza y manejo de especies menores cuyes (*Cavia porcellus*). Módulo 2. Canicultura - Agronómico Saleciano. Recuperado el 20 mayo, 2017.
- Argote, F. y Cuervo, R. (2011). Universidad de San Buenaventura, seccional Cali. Agroindustrialización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). Cali, Colombia.
- Bassi, T, (2004). Cátedra de Manejo de pasturas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Lomas de Zamora. Buenos Aires, Argentina.
- Bustamante, F. (2022). Influencia del nivel de fibra dietaria sobre el desarrollo gastrointestinal en cuyes. Tesis para optar título de ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.

- Cabrera, C. (2000). Efecto del aditivo ultravit en la alimentación de cuyes Mejorados. Tesis para optar título de ingeniero Agrónomo U.M.S.A. Facultad de agronomía. La paz, Bolivia.
- Calabro, Carone, Cutrignelli (2006). The effect of haymaking on the neutral detergent solule fraction of two intercropped forages cut al different growth stages. Italian journal of animal sciences.
- Campbell, D, y Stanley, J. (1966). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Chicago: Rand McNally & company.
- Carabaño, R, Garcia, J. y De Blas, J. (2001). Effect of fibre source on cell wall apparent ileal digestibility in rabbits. Anim. Sci.
- Castro, J. y Chirinos, D. (1997). Nutrición y Alimentación de Cuyes. 1 era Ed. Impreso en Huancayo, Perú.
- Cañas, (1995). Alimentación y Nutrición Animal (Segunda ed.). Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Caycedo, V. (2007). Formulación de raciones. Pasto: Universidad de Nariño.
- Caycedo, V, (2000), Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Contribución al desarrollo tecnológico de la especie. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- Caycedo, V. (2001). Primer seminario de cuyecultura. Pasto, Colombia: Editorial universidad de Nariño. Ñariño, Colombia.
- Chauca, L. (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Lima: Estudio Fao Producción y Sanidad Animal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Chauca, L, Levano, S, Higaonna, O, y Saravia, D. (1992). Efecto del agua de bebida en la producción de cuyes hembras en empadre. Resúmenes de la XV Reunión, APPA, Pucallpa, Perú.
- Chillpa C. (2022). Energía y proteína digestibles de la harina integral de soya (*Glycine max*) en cuyes (*Cavia porcellus* L.).
- Condori, R. (2014). Evaluación de bajos niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) con exclusión de forraje. línea. Recuperado el, 25.

- De Blas, C. (1989). Alimentación del conejo. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España.
- De Zaldívar, L. (1997). Producción De Cuyes *Cavia Porcellus* (Vol. 138). Food & Agriculture Org.
- De Zaldivar, L. (1997). Producción de cuyes (*cavia porcellus*) (Vol. 138). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Estrella, F. (2022). Evaluación de diferentes niveles de fibra en la digestibilidad de cuyes (*Cavia porcellus*).
- FAO, (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 138. Organización de las Naciones de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Gidenne, T., & Carabaño, J. (1975). Fibre Digestión. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, ETS Ingenieros Agrónomos. Madrid. España.
- Harmon, (2007). Experimental approaches to study the nutritional value of foods ingredients for dogs and cats. Revista Brasileira de Zootecnia.
- Gómez, B y Vergara V. (1993). Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares. INIA-EELM-EEBI.
- Gómez, C y Vergara, V. (1994). Fundamentos de la nutrición y alimentación, Serie guía didáctica sobre crianza de cuyes, INIA - CIID, Lima, Perú.
- Green, M, Hawkins, J., y Omaye, S. (1980). Effect of scurvy on reserpine induced hypothermia in the guinea pig.
- Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. Segunda edición, editores, S.A. de C.V. A Subsidiary of The McGraw-Hill Companies, Inc. Impreso en México.
- Hargaden, M. y Singer, L. (2012). Anatomy, Physiology, and Behavior. En The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents 32 (pp. 575-602). Elsevier.
- Henning, S, and Hird, R. (1970). Concentrations and metabolism of volatile fatty acids in the fermentative organs of two species of kangaroo and guinea pig. Br. J. Nutr.
- Hidalgo, V., Montes, T., Cabrera, P., y Moreno, A. (1999). Crianza de cuyes. Programa de investigación en carnes. UNALM. Lima, Perú.

- Hidalgo, V. y Valerio, H. (2020). Digestibilidad y energía digestible y metabolizable del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.
- Hunt, C. and Harrington, D. (1974). Nutrition and nutritional diseases of the rabbit. In the Biology of the Laboratory Rabbit. New York: Academic Press.
- Inga, R. (2008). Evaluación de dos niveles de energía y de fibra en dietas de engorde. Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima, Perú.
- Jiménez, R. (2007). Uso de insumos agrícolas locales en la alimentación de cuyes en los valles interandinos. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.
- Jiménez, Y. (2007). Valoración energética de diferentes tipos de maíz (*Zea mays*) utilizado en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) Tesis de Ing. Zootecnista. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba. Ecuador.
- Maldonado, L. y Mejia, R. (2013). Evaluación de 2 niveles de fibra y 2 niveles de proteína en la dieta sobre los parámetros zootécnicos en los cuyes. Universidad Central del Ecuador-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Quito-Ecuador.
- Mamani, L. (2023). Valoración nutricional de la cáscara de papa (*solanum tuberosum*) y cáscara de haba (*vicia faba*) como alternativa en la alimentación de cuyes.
- Mamani, T. (2016). Evaluación de dos niveles de energía y dos sistemas de alimentación en dietas altas en fibra durante la reproducción de cuyes (*Cavia porcellus*).
- MC Donald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J, & Morgan, C. (2006). Nutrición Animal (5ta ed ed.). Editorial Acribia, S.A.
- Méndez, J. (1998). Producción de cuyes II. ESPOCH Riobamba.
- Moreno, R. (1989). Producción de cuyes. Lima: Departamento Producción Animal - UNALM.
- [NRC] National Research Council. (1995). Nutrient Requirements of Laboratory Animals, Fourth Revised Edition. Washington.
- [NRC] National Research Council. (1995). Nutrients requeriments of the Guinea Pig. En: Nutrients requeriments of laboratory animals. 4 ed. Washintong D.C.USA., National Academy Press.

- [NRC] National Research Council. (1978). Nutrient requirements of the guinea pig. In: Nutrient requirements of laboratory animals. 3rd Revised Ed. Washington DC, USA: National Academy Press.
- Palacios, G. (2007). Guía de práctica de alimentación animal para cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Tesis para obtener el Título de ingeniero Zootecnista. Lima, Perú.
- Pardo, A. (2016). Enterodisbiosis En Cobayos *Cavia Porcellus* (*Rodentia Caviidae*): Etiología, Pre Grado. Universidad La Salle, Colombia.
- Parra, R. (1978). Comparison of foregut and hindgut fermentation in herbivores, the ecology of arboreal folivores, G. G. Montgomery, editor. ed. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Puelles, A. (2019). Uso de complejo multienzimático fibrolítico sobre la digestibilidad de rastrojos agrícolas en cuyes (*Cavia porcellus*). Lima, Perú.
- Rico E. (2001) índices de producción de cuyes en dos poblaciones de producción cárnica. Universidad Mayor de San Simón. Proyecto MEJOCUY. Cochabamba, Bolivia.
- Rico, E. y Rivas, C. (2003). Manual sobre Manejo de Cuyes. Editora “Grafica Solís”. Cochabamba, Bolivia.
- Rigoni, M., Castrovilli, C., y Cicogna, M. (1993). The digestive utilization of nutrients and energy in the guinea pig and rabbit. Atti dell'Associazione Scientifica di Produzione Animale. Italy.
- Roja, M., Rubin, V., Francia, L., Greco, J., y Oshiro, R. (2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia Porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. revista de investigaciones veterinarias del Perú.
- Sakaguchi, E. & Ohmura, S. (1992). Fibre digestion and digesta retention time in guinea-pigs (*Cavia porcellus*), degus (*Octodon degus*) and leaf-eared mice (*Phyllotis darwini*). Comparative Biochemistry and physiology. Comparative Physiology.
- Salinas, M. (2002). Crianza y comercialización de cuyes. Lima
- Sarria, J, Vergara, V., Cantaro, J, & Rojas, P. (2019). Evaluación de niveles de energía digestible en dos sistemas de alimentación en la respuesta productiva y reproductiva de cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.

- Saucedo, E. (2023). Determinación del coeficiente digestible aparente de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en *Cavia porcellus* l.(cuyes).
- Solorzano, J. (2014). Crianza, producción y comercialización de Cuyes (Primera edición ed.). Lima-Perú: Empresa editora macro EIRL.
- Torres, M. (2013). Evaluación de dos sistemas de alimentación en cuyes en la fase de reproducción basados en forraje más balanceado y balanceado más agua. Tesis para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- UCO, (2006). Producción Animal y Gestión de Empresas. Lección 6. Digestión, absorción y metabolismo de las materias nitrogenadas en monogástricos y rumiantes. Universidad de Córdoba.
- Vergara V. (2008). Simposio: Avances sobre la producción de cuyes en el Perú. En XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). La Molina. UNALM. Perú.
- Vergara, V. (2008). Avances en nutrición y alimentación en cuyes. Programa de investigación y proyección social de alimentos. XXXI Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Simposio: Avances sobre la producción de cuyes en el Perú, Lima, Perú.
- Vilcanqui, F. (2018). Propiedades funcionales y fisiológicas de dietas con fibra soluble (Goma de Tara) e insoluble (Hojas de Agave) en ratas Holtzman
- Vilchez, A. (2014). Evaluación de diferentes densidades de nutrientes en dietas con exclusión de forraje para cuyes en crecimiento en condiciones de verano de la costa central del Perú. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima, Perú.
- Vilchez, C. (2006). Resumen de curso: Formulación de raciones al mínimo costo para alimentación de cuyes de exportación. UNALM.
- Vivas, J. (2013). Manual de crianza de cobayos (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- Zaldivar, A., y Chauca, F. (1975). Crianza de cuyes. Ministerio de agricultura. Lima, Perú: boletín técnico.

ANEXOS

Anexo 1: Análisis de varianza del consumo de MS, g/d.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| EDAD | 2 | 3335.97 | 1667.99 | 37.95 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 190.67 | 190.67 | 4.34 | 0.048 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 57.17 | 28.58 | 0.65 | 0.530 |
| Error | 25 | 1098.70 | 43.95 | | |
| Total | 29 | 4638.64 | | | |

Anexo 2: Resumen del modelo del consumo de MS, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 6.62932 | 76.31% | 71.58% | 63.40% |

Anexo 3: Comparación de promedios para el consumo de MS, g/d según edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----|---------|------------|
| ADULTO | 10 | 56.5410 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 41.7340 | B |
| DESTETADO | 11 | 31.3247 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 4: Comparación de promedios para el consumo de MS, g/d según nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|-------------|----|---------|------------|
| ALTO | 16 | 45.6857 | A |
| BAJO | 15 | 40.7141 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 5: Análisis de varianza del consumo de MO, g/d

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| EDAD | 2 | 2530.74 | 1265.37 | 30.78 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 190.72 | 190.72 | 4.64 | 0.041 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 90.54 | 45.27 | 1.10 | 0.348 |
| Error | 25 | 1027.89 | 41.12 | | |
| Total | 29 | 3804.66 | | | |

Anexo 6: Resumen del modelo del consumo de MO, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 6.41214 | 72.98% | 67.58% | 58.22% |

Anexo7: Comparación de promedios para el consumo de MO, g/d según edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 51.2168 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 38.9310 | B |
| DESTETADO | 11 | 29.2119 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 8: Comparación de promedios para el consumo de MO, g/d según nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 42.2726 | A |
| BAJO | 15 | 37.3005 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 9: Análisis de varianza del consumo de PC, g/d

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 140.811 | 70.405 | 47.76 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 8.560 | 8.560 | 5.81 | 0.024 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 25.251 | 12.625 | 8.56 | 0.001 |
| Error | 25 | 36.854 | 1.474 | | |
| Total | 29 | 211.114 | | | |

Anexo 10: Resumen del modelo del consumo de PC, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| 1.21414 | 82.54% | 79.05% | 72.98% |

Anexo 11: Comparación de promedios para el consumo de PC, g/d según nivel de fibra*edad.

| EDAD*NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO ALTO | 5 | 12.5699 | A |
| ADULTO BAJO | 5 | 8.9740 | B |
| CRECIMIENTO BAJO | 5 | 7.8264 | B C |
| CRECIMIENTO ALTO | 5 | 7.1969 | B C |
| DESTETADO ALTO | 6 | 5.7146 | C |
| DESTETADO BAJO | 5 | 5.5209 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 12: Análisis de varianza del consumo de FC, g/d

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 5.8772 | 2.9386 | 33.67 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 17.5471 | 17.5471 | 201.04 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 0.1983 | 0.0992 | 1.14 | 0.337 |
| Error | 25 | 2.1820 | 0.0873 | | |
| Total | 29 | 25.1389 | | | |

Anexo 13: Resumen del modelo del consumo de FC, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 0.295433 | 91.32% | 89.58% | 86.60% |

Anexo 14: Comparación de promedios para el consumo de FC, g/d según edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 6.51706 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 4.72846 | B |
| DESTETADO | 11 | 3.62961 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 15: Comparación de promedios para el consumo de FC, g/d según nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 7.11145 | A |
| BAJO | 15 | 2.80530 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 16: Análisis de varianza del consumo de consumo de FDN, g/d

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 212.10 | 106.048 | 33.14 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 697.18 | 697.181 | 217.90 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 44.53 | 22.265 | 6.96 | 0.004 |
| Error | 24 | 76.79 | 3.200 | | |
| Total | 29 | 1037.82 | | | |

Anexo 17: Resumen del modelo del consumo de consumo de FDN, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1.78874 | 92.60% | 91.06% | 88.64% |

Anexo 18: Comparación de promedios para el consumo de FDN, g/d según edad* nivel fibra.

| EDAD*NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO ALTO | 5 | 21.2811 | A |
| CRECIMIENTO ALTO | 5 | 15.5387 | B |
| DESTETADO ALTO | 6 | 11.7214 | C |
| ADULTO BAJO | 4 | 8.2280 | C D |
| CRECIMIENTO BAJO | 5 | 6.5606 | D |
| DESTETADO BAJO | 5 | 4.6280 | D |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 19: Análisis de varianza del consumo de energía, kcal/d

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 61695 | 30847.4 | 36.23 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 2996 | 2995.6 | 3.52 | 0.072 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 1186 | 593.2 | 0.70 | 0.508 |
| Error | 25 | 21287 | 851.5 | | |
| Total | 29 | 86423 | | | |

Anexo 20: Resumen del modelo del consumo de energía, kcal/d

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| 29.1802 | 75.37% | 70.44% | 61.94% |

Anexo 21: Comparación de promedios del consumo de energía, kcal/d según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 246.769 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 184.250 | B |
| DESTETADO | 11 | 138.234 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 22: Comparación de promedios del consumo de energía, kcal/d según el nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 199.604 | A |
| BAJO | 15 | 179.898 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 23: Análisis de varianza de la digestibilidad de la MS, %

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 24.40 | 12.20 | 0.84 | 0.445 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 1116.89 | 1116.89 | 76.63 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 129.28 | 64.64 | 4.43 | 0.022 |
| Error | 25 | 364.40 | 14.58 | | |
| Total | 29 | 1651.68 | | | |

Anexo 24: Resumen del modelo de la digestibilidad de la MS, %

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 3.81786 | 77.94% | 73.53% | 65.85% |

Anexo 25: Comparación de promedios de la digestibilidad de la MS, % según la edad y el nivel de fibra.

| EDAD*NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación | |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|-----|
| CRECIMIENTO BAJO | 5 | 83.3463 | A | |
| DESTETADO BAJO | 5 | 82.2013 | A | |
| ADULTO BAJO | 5 | 76.6305 | A | B |
| ADULTO ALTO | 5 | 70.4239 | | B C |
| CRECIMIENTO ALTO | 5 | 68.0801 | | C |
| DESTETADO ALTO | 6 | 67.5764 | | C |

Anexo 26: Análisis de varianza de la digestibilidad de la MO, %

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 0.3319 | 0.1660 | 0.52 | 0.599 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 15.4982 | 15.4982 | 48.84 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 3.3366 | 1.6683 | 5.26 | 0.012 |
| Error | 25 | 7.9331 | 0.3173 | | |
| Total | 29 | 27.6116 | | | |

Anexo 27: Resumen del modelo de la digestibilidad de la MO, %

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 3.18376 | 79.93% | 75.91% | 68.95% |

Anexo 28: Comparación de promedios de la digestibilidad de la MO, % según la edad y el nivel de fibra.

| EDAD*NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación | |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|---|
| CRECIMIENTO BAJO | 5 | 83.3824 | A | |
| DESTETADO BAJO | 5 | 81.9753 | A | |
| ADULTO BAJO | 5 | 77.9854 | A | B |
| ADULTO ALTO | 5 | 73.6797 | B C | |
| CRECIMIENTO ALTO | 5 | 69.7801 | C | |
| DESTETADO ALTO | 6 | 68.6836 | C | |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 29: Análisis de varianza de la digestibilidad de la PC, %

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 150.59 | 75.296 | 9.25 | 0.001 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 37.78 | 37.784 | 4.64 | 0.041 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 10.36 | 5.179 | 0.64 | 0.538 |
| Error | 25 | 203.48 | 8.139 | | |
| Total | 29 | 407.03 | | | |

Anexo 30: Resumen del modelo de la digestibilidad de la PC, %

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| 2.85292 | 50.01% | 40.01% | 22.60% |

Anexo 31: Comparación de promedios de la digestibilidad de la PC, % según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación | |
|-------------|----------|--------------|-------------------|---|
| ADULTO | 10 | 82.6235 | A | |
| CRECIMIENTO | 10 | 79.7073 | A | B |
| DESTETADO | 11 | 77.2526 | B | |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 32: Comparación de promedios de la digestibilidad de la PC, % según el nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación | |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|--|
| BAJO | 15 | 80.9677 | A | |
| ALTO | 16 | 78.7546 | B | |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 33: Análisis de varianza de la digestibilidad de la FDN, %

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 220.99 | 110.496 | 1.25 | 0.304 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 1.95 | 1.954 | 0.02 | 0.883 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 601.05 | 300.525 | 3.40 | 0.050 |
| Error | 24 | 2121.46 | 88.394 | | |
| Total | 29 | 2968.17 | | | |

Anexo 34: Resumen del modelo de la digestibilidad de la FDN, %

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 9.40181 | 28.53% | 13.64% | 0.00% |

Anexo 35: Comparación de promedios de la digestibilidad de la FDN, % según la edad y el nivel de fibra.

| EDAD*NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|
| CRECIMIENTO ALTO | 5 | 44.9817 | A |
| DESTETADO BAJO | 5 | 44.9767 | A |
| CRECIMIENTO BAJO | 5 | 44.9290 | A |
| ADULTO ALTO | 5 | 44.4551 | A |
| ADULTO BAJO | 4 | 34.2345 | B |
| DESTETADO ALTO | 6 | 33.1616 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 36: Análisis de varianza de la digestibilidad de la energía, %

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 31.99 | 15.99 | 1.05 | 0.364 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 949.32 | 949.32 | 62.45 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 111.16 | 55.58 | 3.66 | 0.040 |
| Error | 25 | 380.06 | 15.20 | | |
| Total | 29 | 1492.74 | | | |

Anexo 37: Resumen del modelo de la digestibilidad de la energía, %

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 3.89902 | 74.54% | 69.45% | 60.62% |

Anexo 38: Comparación de promedios de la fracción digerida de la energía, g según la edad y el nivel de fibra.

| EDAD*NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación | | |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|---|---|
| CRECIMIENTO BAJO | 5 | 83.0731 | A | | |
| DESTETADO BAJO | 5 | 81.4330 | A | | |
| ADULTO BAJO | 5 | 76.4688 | A | B | |
| ADULTO ALTO | 5 | 70.7820 | | B | C |
| CRECIMIENTO ALTO | 5 | 69.1865 | | B | C |
| DESTETADO ALTO | 6 | 67.7267 | | | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 39: Análisis de varianza de la fracción digerida de MS, g/d.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 1702.80 | 851.401 | 30.62 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 4.71 | 4.714 | 0.17 | 0.684 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 57.13 | 28.566 | 1.03 | 0.373 |
| Error | 25 | 695.11 | 27.804 | | |
| Total | 29 | 2473.52 | | | |

Anexo 40: Resumen del modelo del consumo de fracción digerida MS, g/d

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| 5.27298 | 71.90% | 66.28% | 56.51% |

Anexo 41: Comparación de promedios de la fracción digerida de MS, g/d según edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación | | |
|-------------|----------|--------------|-------------------|---|---|
| ADULTO | 10 | 41.3323 | A | | |
| CRECIMIENTO | 10 | 31.9935 | | B | |
| DESTETADO | 11 | 23.2668 | | | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 42: Comparación de promedios de la fracción digerida de MS, g/d según nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| BAJO | 15 | 32.5884 | A |
| ALTO | 16 | 31.8067 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 43: Análisis de varianza de la fracción digerida de MO, g/d

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 1611.18 | 805.588 | 32.39 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 0.34 | 0.341 | 0.01 | 0.908 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 62.44 | 31.219 | 1.26 | 0.302 |
| Error | 25 | 621.69 | 24.868 | | |
| Total | 29 | 2306.80 | | | |

Anexo 44: Resumen del modelo de la fracción digerida MO, g/d

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 4.98676 | 73.05% | 67.66% | 58.30% |

Anexo 45: Comparación de promedios de la fracción digerida de MO, g/d según edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 39.4481 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 30.2002 | B |
| DESTETADO | 11 | 21.8754 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 46: Comparación de promedios de la fracción digerida de MO, g/d según nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| BAJO | 15 | 30.6131 | A |
| ALTO | 16 | 30.4028 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 47: Análisis de varianza de la fracción digerida de PC, g/d.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 109.128 | 54.5638 | 57.32 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 4.357 | 4.3567 | 4.58 | 0.042 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 17.364 | 8.6822 | 9.12 | 0.001 |
| Error | 25 | 23.799 | 0.9520 | | |
| Total | 29 | 154.661 | | | |

Anexo 48: Resumen del modelo de la fracción digerida PC, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 0.975693 | 84.61% | 81.53% | 76.18% |

Anexo 49: Comparación de promedios para la fracción digerida de la PC, g/d según edad* nivel fibra.

| EDAD*NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO ALTO | 5 | 10.3049 | A |
| ADULTO BAJO | 5 | 7.4502 | B |
| CRECIMIENTO BAJO | 5 | 6.3789 | B |
| CRECIMIENTO ALTO | 5 | 5.7119 | B C |
| DESTETADO ALTO | 6 | 4.3679 | C |
| DESTETADO BAJO | 5 | 4.3010 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 50: Análisis de varianza de la fracción digerida de la FDN, g/d.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 4.243 | 2.1217 | 6.97 | 0.004 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 16.425 | 16.4253 | 53.92 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 1.991 | 0.9957 | 3.27 | 0.056 |
| Error | 24 | 7.311 | 0.3046 | | |
| Total | 29 | 29.458 | | | |

Anexo 51: Resumen del modelo de la fracción digerida de la FDN, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| 0.551926 | 75.18% | 70.01% | 58.42% |

Anexo 52: Comparación de promedios para la fracción digerida de la FDN, g/d según edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 9 | 6.04886 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 5.10063 | A |
| DESTETADO | 11 | 2.99497 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 53: Comparación de promedios para la fracción digerida de la FDN, g/d según nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 6.78670 | A |
| BAJO | 14 | 2.64294 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 54: Análisis de varianza de producción de heces MS, g/d.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 283.222 | 141.611 | 21.31 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 254.603 | 254.603 | 38.31 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 0.037 | 0.018 | 0.00 | 0.997 |
| Error | 25 | 166.128 | 6.645 | | |
| Total | 29 | 689.254 | | | |

Anexo 55: Resumen del modelo de la producción de heces MS, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 2.57781 | 75.90% | 71.08% | 62.67% |

Anexo 56: Comparación de promedios de la producción de heces MS, g/d, según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 15.1747 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 9.7870 | B |
| DESTETADO | 11 | 8.0579 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 57: Comparación de promedios de la producción de heces MS, g/d, según el nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 13.8790 | A |
| BAJO | 15 | 8.1341 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 58: Análisis de varianza de producción de heces MO g/d.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 159.079 | 79.539 | 20.15 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 158.330 | 158.330 | 40.10 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 0.609 | 0.305 | 0.08 | 0.926 |
| Error | 25 | 98.708 | 3.948 | | |
| Total | 29 | 407.790 | | | |

Anexo 59: Resumen del modelo de la producción de heces MO, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1.98704 | 75.79% | 70.95% | 62.56% |

Anexo 60: Comparación de promedios de la producción de heces MO, g/d, según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 12.7056 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 8.7720 | B |
| DESTETADO | 11 | 7.3365 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 61: Comparación de promedios de la producción de heces MO, g/d, según el nivel de fibra

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 11.8699 | A |
| BAJO | 15 | 7.3395 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 62: Análisis de varianza de producción de heces PC g/d.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 2.0155 | 1.0077 | 7.60 | 0.003 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 0.6728 | 0.6728 | 5.07 | 0.033 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 0.7665 | 0.3832 | 2.89 | 0.074 |
| Error | 25 | 3.3157 | 0.1326 | | |
| Total | 29 | 6.7226 | | | |

Anexo 63: Resumen del modelo de la producción de heces PC, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| 0.364184 | 50.68% | 40.81% | 23.45% |

Anexo 64: Comparación de promedios de la producción de heces PC, g/d, según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 1.89443 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 1.47606 | B |
| DESTETADO | 11 | 1.28332 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 65: Comparación de promedios de la producción de heces PC, g/d, según el nivel de fibra

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 1.69893 | A |
| BAJO | 15 | 1.40361 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 66: Análisis de varianza de producción de heces FDN g/d.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 53.841 | 26.920 | 9.76 | 0.001 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 248.352 | 248.352 | 90.03 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 5.146 | 2.573 | 0.93 | 0.407 |
| Error | 24 | 66.205 | 2.759 | | |
| Total | 29 | 379.617 | | | |

Anexo 67: Resumen del modelo de la producción de heces FDN, g/d.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1.66088 | 82.56% | 78.93% | 72.95% |

Anexo 68: Comparación de promedios de la producción de heces FDN, g/d, según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 9 | 8.62151 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 6.12245 | B |
| DESTETADO | 11 | 5.41811 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 69: Comparación de promedios de la producción de heces FDN, g/d, según el nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 9.61782 | A |
| BAJO | 14 | 3.82356 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 70: Análisis de varianza de la ceniza en las heces, %

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 213.648 | 106.824 | 20.98 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 203.357 | 203.357 | 39.94 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 0.009 | 0.005 | 0.00 | 0.999 |
| Error | 25 | 127.302 | 5.092 | | |
| Total | 29 | 532.829 | | | |

Anexo 71: Resumen del modelo de la ceniza en las heces, %

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| 2.25657 | 76.11% | 71.33% | 63.01% |

Anexo 72: Comparación de promedios de la de la ceniza en las heces, % según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 13.3302 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 8.6714 | B |
| DESTETADO | 11 | 7.1417 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 73: Comparación de promedios de la de la ceniza en las heces, % según el nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 12.2816 | A |
| BAJO | 15 | 7.1473 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 74: Análisis de varianza de la energía en las heces, Kcal/d

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 5062.3 | 2531.17 | 18.78 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 4147.9 | 4147.93 | 30.77 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 2.4 | 1.18 | 0.01 | 0.991 |
| Error | 25 | 3369.8 | 134.79 | | |
| Total | 29 | 12336.4 | | | |

Anexo 75: Resumen del modelo de la energía en las heces, Kcal/d

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| 11.6099 | 72.68% | 67.22% | 57.67% |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 76: Comparación de promedios de la energía en las heces, Kcal/d según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| ADULTO | 10 | 65.8641 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 42.6164 | B |
| DESTETADO | 11 | 35.9551 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 77: Comparación de promedios de la energía en las heces, Kcal/d según el nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| ALTO | 16 | 59.7393 | A |
| BAJO | 15 | 36.5511 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 78: Análisis de varianza de la fracción digerida de la energía, g

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| EDAD | 2 | 32157.0 | 16078.5 | 30.79 | 0.000 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 95.7 | 95.7 | 0.18 | 0.672 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 1137.7 | 568.8 | 1.09 | 0.352 |
| Error | 25 | 13054.8 | 522.2 | | |
| Total | 29 | 46717.0 | | | |

Anexo 79: Resumen del modelo de la fracción digerida de la energía, g

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 22.8515 | 72.06% | 66.47% | 56.77% |

Anexo 80: Comparación de promedios de la fracción digerida de la energía, g según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----|---------|------------|
| ADULTO | 10 | 180.752 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 141.846 | B |
| DESTETADO | 11 | 102.279 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 81: Comparación de promedios fracción digerida de la energía, g según el nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|-------------|----|---------|------------|
| BAJO | 15 | 143.387 | A |
| ALTO | 16 | 139.865 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 82: Análisis de varianza de la energía bruta en las heces, kcal/kg

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| EDAD | 2 | 119973 | 59986 | 3.30 | 0.053 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 398585 | 398585 | 21.95 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 45439 | 22720 | 1.25 | 0.303 |
| Error | 25 | 453960 | 18158 | | |
| Total | 29 | 1002317 | | | |

Anexo 83: Resumen del modelo de la energía bruta en las heces, kcal/kg

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 134.753 | 54.71% | 45.65% | 29.53% |

Anexo 84: Comparación de promedios de la energía bruta en las heces, kcal/kg según la edad.

| EDAD | N | Media | Agrupación |
|-------------|----------|--------------|-------------------|
| DESTETADO | 11 | 4496.91 | A |
| CRECIMIENTO | 10 | 4377.63 | A |
| ADULTO | 10 | 4357.64 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 85: Comparación de promedios de la energía bruta en las heces, kcal/kg según el nivel de fibra.

| NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----------|--------------|-------------------|
| BAJO | 15 | 4524.38 | A |
| ALTO | 16 | 4297.07 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 86: Análisis de varianza de la energía digestible, kcal/Kg

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| EDAD | 2 | 111993 | 55997 | 1.92 | 0.168 |
| NIVEL FIBRA | 1 | 2156297 | 2156297 | 73.80 | 0.000 |
| EDAD*NIVEL FIBRA | 2 | 260782 | 130391 | 4.46 | 0.022 |
| Error | 25 | 730413 | 29217 | | |
| Total | 29 | 3297226 | | | |

Anexo 87: Resumen del modelo de la energía digestible, kcal/Kg

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| 170.928 | 77.85% | 73.42% | 65.73% |

Anexo 88: Comparación de promedios de la energía digestible, kcal/Kg según la edad y el nivel de fibra.

| EDAD*NIVEL FIBRA | N | Media | Agrupación | |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|-----|
| CRECIMIENTO BAJO | 5 | 3695.93 | A | |
| DESTETADO BAJO | 5 | 3622.96 | A | B |
| ADULTO BAJO | 5 | 3347.79 | A | B |
| ADULTO ALTO | 5 | 3080.96 | | C D |
| CRECIMIENTO ALTO | 5 | 3031.76 | | C D |
| DESTETADO ALTO | 6 | 2967.87 | | D |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.