

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

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**EFEECTO DEL PERIODO DE ADAPTACIÓN, DURACIÓN
DE PRUEBA Y SEXO SOBRE LA DIGESTIBILIDAD *IN*
VIVO PARA CUYES EN CRECIMIENTO**

PRESENTADO POR:

Br. CARLA XIMENA PAREJA CARAYHUA

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

ASESORES:

ING. ZOOT. GILBERT ALAGÓN HUALLPA, PHD

ING. ZOOT. GARDENIA TUPAYACHI
SOLÓRZANO, M.SC

Financiado por: CONVENIO CONCYTEC-UNSAAC-FONDECYT

CUSCO-PERU

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "Efecto del periodo de adaptación, duración de prueba y sexo sobre la digestibilidad in vivo para cuyes en crecimiento"

presentado por: Carla Ximena Pareja Carayhua con DNI Nro.: 76577600 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 01 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 07 %.

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

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

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

Cusco, 01 de Octubre de 2024

Firma

Post firma Gardenia Tupayachi Solórzano

Nro. de DNI 42789402

ORCID del Asesor 0000-0002-8131-7223

ORCID 2° Asesor: 0000-0003-0534-493X

DNI : 24463577

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:383596035

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DEL PERIODO DE ADAPTACIÓN,
DURACIÓN DE PRUEBA Y SEXO SOBRE LA
DIGESTIBILIDAD IN VIVO PARA CUY**

AUTOR

CARLA XIMENA PAREJA CARAYHUA

RECUENTO DE PALABRAS

14675 Words

RECUENTO DE CARACTERES

75065 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

81 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.5MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 20, 2024 1:37 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 20, 2024 1:38 PM GMT-5

● **7% de similitud general**

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

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% 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 12 palabras)

DEDICATORIA

Con gran cariño y aprecio a mis padres Carlo y Virginia por brindarme todo su apoyo durante toda mi formación académica.

A mi querida abuela y amiga Obdulia Centeno; con su gran sabiduría, amor y confianza; me tuvo fe y pude lograr este gran paso en mi vida y para ella con mucho cariño.

A mis hermanos Obdulia, Eliana y Joaquín por ser parte de mi vida y acompañarme en este largo camino.

AGRADECIMIENTOS

A mi prestigiosa casa de estudios Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a mi Facultad de ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Zootecnia y a todos mis docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia; quienes son y han sido parte fundamental en mi formación como profesional.

Mi especial agradecimiento a mi asesor de tesis Dr. Gilbert Alagón, por la confianza, amistad, exigencia e incentivar me en el camino de la investigación y a mi asesora Ing. Gardenia Tupayachi, por la orientación, amistad y la ayuda en el trabajo de mi tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica CONCYTEC-FONDECYT- UNSAAC. “**Valoración nutritiva de materias primas y determinación de los requerimientos de energía y proteína para el desarrollo de piensos balanceados de cuyes (*Cavia porcellus L.*)**”, por ayudar con la financiación económica dentro del proyecto de investigación, N° E041-2017-UNSAAC-02, de la cual formo parte como tesista.

A mis compañeros y amigos por la oportunidad de conocerlos y compartir experiencias dentro de las aulas.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	X
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
I.PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	4
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	4
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	5
2.1. OBJETIVOS	5
2.1.1. OBJETIVO GENERAL	5
2.1.2. OBJETIVO ESPECIFICO	5
2.2. JUSTIFICACIÓN	6

III. REVISION BIBLIOGRAFICA	7
3.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY	7
3.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY	8
3.3. DIGESTIBILIDAD	8
3.3.1. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS	9
a. Determinación <i>in vivo</i>	10
b. Determinación <i>in vitro</i>.....	10
c. Métodos de predicción.....	11
3.3.2. VALORACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	11
a. Método directo	11
b. Método Indirecto o de sustitución	12
c. Factores que afectan la digestibilidad	13
3.3.3. ANÁLISIS GRAVIMÉTRICOS (QUÍMICOS).....	14
a. Materia Seca.....	14
b. Ceniza.....	15
3.4 ANTECEDENTES.....	16
3.4.1 ENSAYOS DE DIGESTIBILIDAD DE ALIMENTOS	16
a. Duración del periodo de adaptación al alimento	16
b. Duración del periodo del ensayo	17
c. Efecto del sexo sobre la digestibilidad	17
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19

4.1. LUGAR DEL EXPERIMENTO.....	19
4.2. EQUIPOS Y MATERIALES.....	19
4.2.1. JAULAS INDIVIDUALES	19
4.2.2. ANIMALES EXPERIMENTALES	19
4.2.3. MATERIALES DE CAMPO	20
4.2.4. MATERIALES DE LABORATORIO.....	20
4.3. DIETA EXPERIMENTAL	20
4.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	22
4.4.1. PERIODO DE ADAPTACIÓN AL CONSUMO DE LA DIETA EXPERIMENTAL	22
4.4.2. PERIODO EXPERIMENTAL DE LA DURACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD.	22
4.4.3 MUESTRA DEL Esquema del diseño experimental sobre un eje temporal	23
4.4.4. CALCULO DE CONSUMO DE ALIMENTO EN MATERIA SECA	24
4.4.5. CALCULO DE CONSUMO DE ALIMENTO EN FUNCIÓN AL PESO VIVO (CMSPV).....	24
4.4.6. CONSUMO DEL ALIMENTO EN FUNCIÓN AL PESO METABÓLICO (CMS PW^{0.75})	24
4.4.7. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE MS Y MO (CD_A).....	24
4.5. ANÁLISIS DE DATOS.....	25
4.5.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	25
4.5.2. ANÁLISIS DE VARIANZA.....	25

4.5.3 PRUEBA DE TUKEY (P<0.05).....	25
4.5.4 Análisis de regresión.....	25
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1. DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE ADAPTACIÓN AL CONSUMO DE LA DIETA EXPERIMENTAL.....	26
5.2. DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD.....	33
5.2.1. RESULTADOS DE LA DIGESTIBILIDAD DURANTE EL PERIODO DE EVALUACIÓN.....	33
5.2.2. RESULTADOS DE LA DIGESTIBILIDAD EN FUNCIÓN AL SEXO	38
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	44
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	45
IX. ANEXO	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cuy.....	8
Tabla 2. Valor Nutricional del alimento pelletizado comercial.....	21
Tabla 3. Resultados del periodo de adaptación para el consumo de materia seca promedio por número de días	26
Tabla 4. Resultados del periodo de adaptación para el consumo de materia seca ajustado en función al peso vivo por el número de días	28
Tabla 5. Resultados para el periodo de adaptación del consumo de materia seca ajustado en función al peso metabólico $PW^{0,75}$ por el número de días	29
Tabla 6. Resultados para el periodo de adaptación del consumo de materia seca, consumo de materia seca en función al peso vivo y consumo de materia seca en función al peso metabólico $PW^{0,75}$, de cuyes machos y hembras	31
Tabla 7. Resultados de medias para el periodo de digestibilidad de materia seca ajustado (DMSAJ) para los 21 días	34
Tabla 8. Resultados de medias para el periodo de digestibilidad de materia orgánica ajustado (DMOAJ) para los 21 días.....	36
Tabla 9. Pruebas de rango múltiple para digestibilidad de materia orgánica ajustado (DMOAJ) para los 21 días.....	37
Tabla 10. Resultados de medias para el periodo de digestibilidad de materia seca (DMS) para sexo.	38
Tabla 11. Pruebas de rango múltiple para digestibilidad de materia seca (DMS) para sexo	38
Tabla 12. Resultados de medias para el periodo de digestibilidad de materia orgánica (DMO) para sexo.....	39

Tabla 13. Pruebas de rango múltiple para digestibilidad de digestibilidad de materia Orgánica (DMO) para sexo.....	39
Tabla 14. Resultados de medias para el consumo de materia seca (CMS) para sexo.....	40
Tabla 15. Resultados de medias para el consumo de materia seca en función del peso vivo (CMS100) para sexo.....	40
Tabla 16. Resultados de medias para el consumo de materia seca en función del peso metabólico (CMSPW) para sexo.....	41
Tabla 17. Pruebas de rango múltiple para el consumo de materia seca en función del peso metabólico (CMSPW) para sexo.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del diseño experimental sobre un eje temporal	23
Figura 2. Consumo acumulado por modelo de predicción	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Fotografía 1. Instalaciones de las jaulas metabólicas, bebederos y distribución	48
Fotografía 2. Pesado y ubicación de los cuyes en las jaulas metabólicas	49
Fotografía 3. Recolección de heces	49
Fotografía 4. Pre secado de las heces	50
Fotografía 5. Molienda de las heces	51
Fotografía 6. Análisis químico de materia seca	52
Fotografía 7. Análisis químico de materia orgánica	53
Anexo 1. Prueba de normalidad establecida para datos desde el 5to al 10mo día	54
Anexo 2. Resultados del peso promedio vivo de cuyes machos y hembras	54
Anexo 3. Resultados del periodo de adaptación para el Consumo de Materia Seca	54
Anexo 4. Resultados del periodo de adaptación para el Consumo de Materia Seca en función al peso vivo.....	55
Anexo 5. Resultados para el periodo de adaptación del Consumo de materia seca y el consumo de Materia Seca Ajustado de los 26 cuyes con un tamaño de muestra 8,9,10 días.	56
Anexo 6. Resultados para el periodo de adaptación del Consumo de materia seca en función al peso vivo de los 26 cuyes con un tamaño de muestra 8,9,10 días	57
Anexo 7. ANOVA para el consumo de materia seca (CMS) del periodo de adaptación para sexo	58

Anexo 8. ANOVA para el consumo de materia seca en función del peso vivo (CMS100) del periodo de adaptación para sexo.....	58
Anexo 9. ANOVA para el consumo de materia seca en función del peso metabólico (CMSKPW) del periodo de adaptación para sexo.....	58
Anexo 10. Pruebas de rango múltiple para digestibilidad de materia seca ajustado (DMSAJ) para los 21 días.....	59
Anexo 11. ANOVA para DMSAJ por número de días.....	60
Anexo 12. ANOVA para DMSOJ para número de días.....	60
Anexo 13. Pruebas de rango múltiple para el consumo de materia seca (CMS) para sexo.....	60
Anexo 14. Pruebas de rango múltiple para el consumo de materia seca en función del peso vivo (CMS100) para sexo.	61
Anexo 15. Base de datos de la fase de adaptación del consumo de materia seca, consumo de materia seca en función al peso vivo y consumo de materia seca en función al peso metabólico	62

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

CD: Coeficiente de digestibilidad

CMS: Consumo de materia seca

CMSPV: Consumo de materia seca en función al peso vivo

CMSKPW: Consumo de materia seca en función del peso metabólico

DA: Digestibilidad aparente

DMS: Digestibilidad de materia seca

DMO: Digestibilidad de materia orgánica

EGRAN: European Group on Rabbit Nutrition

MS: Materia seca

MO: Materia

orgánica

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del sexo, el periodo de adaptación y la duración de prueba de digestibilidad *in vivo* en cuyes en crecimiento, trabajo que se realizó en las instalaciones del bioterio del Centro Agronómico de la Granja K'ayra. Para la investigación se utilizaron 26 cuyes (13 machos y 13 hembras) distribuidos en jaulas metabólicas individuales de acero galvanizado, con comederos y bebederos individuales ingresados al bioterio con 35 días de edad; Para las variables de CMS, CMSPV, CMSKPW, DMS y DMO se determinaron la media, rango, máximo y mínimo, desviación estándar, error estándar. Para evaluar el efecto del sexo sobre la DMS y DMO se utilizó el diseño completo al azar (DCA), En la comparación de los promedios de las variables estudiadas, se aplicó la prueba de Tukey, utilizando un nivel de confianza del 95% (con un nivel de significancia del 5%). El análisis estadístico fue realizado mediante el software Statgraphics Centurion 18, la investigación se estructuró en dos fases, la fase de adaptación que tuvo una duración de 10 días y la fase experimental con 21 días, se suministró alimento comercial pelletizado de nombre "Cuy Integral La Molina". De acuerdo a la prueba de medias establecido, se determinó que el periodo de adaptación al consumo de alimentos fue de 5 días, mientras que los resultados de la digestibilidad de la materia seca (DMS) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO) fueron similares a partir del sexto día del experimento, asimismo, no se obtuvieron diferencias ($p>0.05$) de digestibilidad de la materia seca (DMS) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO) entre sexos.

Palabras clave: Cuy, digestibilidad, materia seca, materia orgánica, sexo.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the impact of sex, adaptation period, and trial duration on in vivo digestibility in growing guinea pigs. The study was conducted at the bioterium of the K'ayra Agricultural Center. Twenty-six guinea pigs (13 males and 13 females) were housed individually in galvanized steel metabolic cages and fed a commercial pelleted diet ("Cuy Integral La Molina") from 35 days of age. Variables including dry matter intake, crude protein intake, crude fiber intake, dry matter digestibility (DMD), and organic matter digestibility (OMD) were measured. A completely randomized design (CRD) was used to assess the effect of sex on DMD and OMD. Tukey's test was applied at a 95% confidence level to compare means. Statistical analysis was performed using Statgraphics Centurion 18. The study comprised two phases: a 10-day adaptation phase and a 21-day experimental phase. Results indicated that a 5-day adaptation period was sufficient, and DMD and OMD values were similar from the sixth day onward. No significant differences ($p>0.05$) in DMD and OMD were found between sexes.

Keywords: Guinea pig, digestibility, dry matter, organic matter, sex.

INTRODUCCIÓN

La digestibilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de las raciones que consumen los animales domésticos, porque indica el grado en que los nutrientes de los ingredientes van a ser aprovechados directamente por el animal. Una buena digestibilidad de la dieta resultará en una mayor productividad por parte del animal. Existen diferentes maneras de determinar la digestibilidad de los nutrientes, tales como las pruebas de digestibilidad *in vivo* (método de colección total o parcial), digestibilidad *in situ* y digestibilidad *in vitro* (Barreyro, 2000)

Maynard (1981), menciona que la digestibilidad es conocida como la absorción y digestión de nutrientes de un alimento y que se realiza mediante una metodología de “prueba de digestibilidad” donde se considera el proceso de adaptación y el tiempo de digestibilidad dentro del ensayo. Siendo así el tipo de digestibilidad *in vivo* como parte de la metodología de este trabajo.

La digestibilidad *in vivo* es aquella medición que se realiza con animales vivos, en la cual se cuantifica la desaparición del alimento y sus componentes en su paso por el tracto digestivo. Se determina cuantificando la cantidad de alimento consumido y la cantidad de heces eliminadas por el animal después de un período de acostumbramiento al alimento en evaluación (McDonald *et al.* 1999).

McDonald *et al.* (2006), indican que la fase de adaptación es la remoción de los alimentos del tracto digestivo durante un periodo de tiempo para acostumbrar al nuevo alimento a evaluar; se realiza con un número idóneo de animales para obtener datos más precisos, teniendo en cuenta dos cosas, primero que la recolección de heces sea significativa, cuantitativamente; segundo, que se descarte datos de animales que presenten enfermedad o alteraciones en la ingestión o la excreción fecal.

El grupo colaborativo europeo de investigación en conejos EGRAN (European Group on Rabbit Nutrition) integrado por cinco países (Bélgica, Francia, Italia, Portugal y España) desarrolló un método de referencia para determinar la digestibilidad del pienso en conejos de cebo (Perez *et al.*, 1995), donde recomiendan utilizar 10 conejos por tratamiento considerando como cantidad

óptima, con una edad entre 42 y 56 días, con un periodo de adaptación de siete días *ad libitum* y un periodo de recolección de heces de 4 días. Bajo estos parámetros no se reporta información para cuyes.

Varios autores entre ellos Pond *et al.* (2002); McDonald *et al.*, (2006) y Maynard, (1981) concuerdan que debe haber un período previo en el cual se debe alimentar al animal con la dieta experimental, con el objetivo de que se adapte a ella y que se realice la remoción total del tracto digestivo cualquier resto de alimentos anterior, y esto se establece para todas las especies.

Crampton y Harris (1974) mencionan un periodo de adaptación en rumiantes de una duración de siete a 14 días, tiempo en el que se eliminan los residuos de alimentos anteriores para inicio de la prueba, en este periodo de adaptación el animal recibe el alimento a estudiar. Se realiza un periodo de recolección de heces de 5 días.

Pond *et al.*, (2002) ellos recomiendan mantener una ingestión diaria de alimento constante a fin de reducir al mínimo la variación día a día de la excreción fecal. Por lo que se requiere un periodo preliminar de tres a 10 días para limpiar el conducto gastrointestinal de residuos de alimento ingeridos antes de la prueba y permitir que el animal se adapte a la nueva dieta. Luego del periodo preliminar de adaptación viene un periodo de recolección de heces que son de cuatro a 10 días. Esta información no precisa la especie animal y otros factores.

Por otro lado, Bondi (1989) considera un periodo previo para que el aparato digestivo quede libre de los restos de comidas anteriores, para adaptar al animal a la ración de ensayo, luego, se comienza la recogida y análisis de las heces; para cerdos y caballos se usa periodos de 4-6 días, iguales para las fases previas y recogida y para rumiantes es de 8 a 10 días.

McDonald (2006) sugiere la administración de los animales durante siete días, como mínimo, antes de la recogida de las heces, con la finalidad de acostumbrar a los animales a la ración y para eliminar del tracto digestivo los restos de los alimentos consumidos con anterioridad. Para el periodo experimental tiene una duración comprendida de cinco a catorce días proporcionando mayor exactitud los periodos más prolongados. Conviene administrar las dietas siempre a la misma

hora con el fin de que las cantidades consumidas no cambien de un día para otro.

La información precedente muestra diferentes recomendaciones para orientar la propuesta de ensayos de digestibilidad en cuyes para determinar el periodo de adaptación y el periodo de prueba de digestibilidad en un alimento base, analizando si existe una diferencia significativa o no entre machos y hembras de la misma edad en la digestibilidad de un alimento y así establecer un método estandarizado de referencia para evaluar la digestibilidad de los nutrientes en cuyes.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

No se reportan resultados de trabajos de investigación que aborden la duración de periodos de adaptación de alimentos, periodos de prueba de recogida de heces y así mismo no se reportan trabajos que midan el efecto del sexo sobre la digestibilidad, en cuyes.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No se cuenta con un protocolo estandarizado para pruebas de digestibilidad in vivo en cuyes. No se reportan resultados de trabajos de investigación que aborden la duración de periodos de adaptación de alimentos, periodos de prueba de recogida de heces y así mismo no se reportan trabajos que midan el efecto del sexo sobre la digestibilidad, en cuyes. De esta manera, es necesario realizar estudios que permitan concretar una metodología adecuada, que debería ser utilizadas para valorar la digestibilidad de materias primas y recursos alimenticios empleados en la alimentación de cuyes. Por lo tanto, se plantea generar información más precisa de periodos de adaptación a dietas experimentales, de duración de periodos de digestibilidad y el efecto del sexo de los cuyes en la digestibilidad de dietas en prueba.

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo es el periodo de adaptación, la duración de la prueba y el efecto del sexo sobre la digestibilidad de materia seca y materia orgánica en cuyes en crecimiento?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

a) ¿Cuánto es el periodo de adaptación del consumo de materia seca, el consumo de materia seca en función al peso vivo y el consumo de materia seca en función al peso metabólico?

b) ¿Cuánto es la duración de la prueba de la digestibilidad de la materia seca y la materia orgánica?

c) ¿Cómo influye el efecto del sexo sobre la digestibilidad de la materia seca y la materia orgánica?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el periodo de adaptación, duración de la prueba y el efecto del sexo, en la digestibilidad de la materia seca y materia orgánica en cuyes en crecimiento.

2.1.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- a. Determinar el periodo de adaptación al alimento en función al consumo de materia seca (g/día/cuy), al consumo de materia seca en función al peso vivo (g/MS/Pv/día/cuy), y al consumo de materia seca en función al peso metabólico(g/KgPw0.075/día/cuy)
- b. Determinar la duración de la prueba de la digestibilidad de la materia seca y materia orgánica.
- c. Determinar el efecto del sexo sobre la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica.

2.2. JUSTIFICACIÓN

La determinación precisa de la digestibilidad en especies pequeñas como el cuy es fundamental para optimizar su nutrición y producción. Si bien existen numerosos estudios que han evaluado la digestibilidad en especies como el conejo, y se ha documentado la importancia de factores como el sexo y el periodo de adaptación en estos modelos, la investigación en cuyes ha sido más limitada. Estudios previos en conejos tienen determinado el periodo de adaptación y el periodo de digestibilidad y la diferencia de la digestibilidad entre machos y hembras lo cual es adecuados para garantizar la precisión de los resultados.

El presente estudio busca llenar este vacío de conocimiento al evaluar la digestibilidad de un alimento comercial y analizar el efecto del sexo en la digestibilidad de la materia seca y orgánica. Los resultados obtenidos permitirán sentar las bases para futuras investigaciones los resultados de este estudio servirán como punto de partida para explorar otros factores que pueden influir en la digestibilidad, como la edad, la genética el estado fisiológico y el tipo de alimento.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY

Fisiología digestiva es el estudio de los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Esto comprende la ingestión, digestión, la absorción de nutrientes y el desplazamiento de los mismos a lo largo del tracto digestivo. (Chauca, 1993)

Esto se debe a que el cuy posee un ciego que soporta una ración que contiene un material inerte y voluminoso, además permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra. (Aliaga *et al.*, 2009) esto es importante para la digestión de una dieta balanceada en el cuy, de esta manera, se tiene en cuenta la absorción de los nutrientes y el aprovechamiento productivo que se pueda dar durante una crianza.

El cuy es un roedor herbívoro y monogástrico que presenta un solo estómago y un ciego funcional lo cual permite tener dos tipos de digestión: una enzimática, a nivel de estómago, y otra microbial, a nivel del ciego. Por consiguiente, es clasificado, por su anatomía gastrointestinal, como un animal de fermentación postgástrica, debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego (Van soest, 1991 citado por Aliaga, 2009).

3.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cuy

Nutrientes	Unidad	Cantidades
Proteínas	(%)	18.0
Energía Digestible	(Mcal/kg)	3.0
Fibra cruda	(%)	15.0
Lisina	(%)	0.84
Metionina	(%)	0.36
Metionina + Cistina	(%)	0.6
Arginina	(%)	1.2
Treonina	(%)	0.6
Triptófano	(%)	0.18
Calcio	(%)	0.8
Fósforo	(%)	0.4
Magnesio	(%)	0.1
Potasio	(%)	0.5
Vitamina C	(mg/100g)	200

Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals (NRC, 1995) National Research Council

3.3. DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad de los alimentos se define, con cierto grado de exactitud, como la cantidad que no se excreta en las heces y que, por tanto, se considera absorbida por el animal. (McDonald *et al.*, 2006)

Jimenez (2006) menciona a Albert *et al.* (2006), que la digestibilidad se reduce a la absorción y digestión de los nutrientes, siendo así, preciso para evaluar la calidad nutritiva de las raciones en base a estos dos procesos. La digestión también corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos y a la absorción de pequeñas moléculas como aminoácidos y ácidos grasos en el intestino. La experiencia muestra, sin embargo, que en los cuyes se observa a menudo valores muy similares que en especies incluso zoológicamente diferentes como en los peces.

Es de conocimiento generalizado que la digestibilidad está afectada por diferentes factores, siendo la fracción fibrosa de los alimentos la que tiene mayor incidencia. Dependiendo tanto de la cantidad como la calidad de la fibra. Otro factor a considerar en la digestibilidad es el nivel proteico de la dieta, al aumentar este aumenta la digestibilidad aparente de la proteína bruta, aunque la digestibilidad real sea constante. (Martínez, 2004)

Por lo tanto, para la evaluación de nutrientes la determinación de la digestibilidad es fundamental. Ya que es la cantidad de alimento que se asimila y no se excreta y se estudia teóricamente como alimento digerido y utilizado por los animales. Las heces contienen metabolitos que no se derivan directamente de los alimentos, lo que requiere una subestimación de la cantidad de alimento realmente absorbida por el tracto digestivo.

3.3.1. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

La digestibilidad es una medida biológica de utilidad para la evaluación nutritiva de los alimentos. Existen diversas técnicas para determinar la digestibilidad de los alimentos, éstas se pueden clasificar en dos grupos: técnicas *in vitro* utilizando métodos de laboratorio y técnicas *in vivo* utilizado en animales. Las determinaciones *in vivo* se utilizan como métodos de referencia. Son más laboriosas, más costosas es por todo esto por lo que se desarrolla técnicas alternativas tales como metodología *in vitro*, sistemas de predicción basados en la composición química y la aplicación de la tecnología de espectrofotometría de reflectancia del infrarrojo cercano (NIRS). (Martínez, 2004)

a. Determinación *in vivo*

En este método se utilizan animales en una cantidad adecuada para realizar repeticiones y evitar las pequeñas diferencias digestivas entre cada individuo, son sometidos en jaulas metabólicas siendo de la misma edad y sexo. Es donde se realiza la recolección de heces y se realiza la fase previa de adaptación al alimento a experimentar.

En los experimentos con animales mamíferos, son preferibles los machos a las hembras, ya que resulta más fácil la recogida independiente de las heces y la orina en los primeros. (McDonald *et al.*, 1999) este método es para tomar solo muestras representativas de heces y alimento, es propicio a errores no tan significativos siempre que el análisis del marcador no es muy exacto.

En el uso de indicadores Maynard (1981) señala que debe ser fisiológicamente inerte y no tiene que contener ninguno de los elementos que se está investigando. Se usa indicadores como carmín, óxido férrico, óxido crómico y el hollín. Que quiere decir, que el indicador se utiliza para controlar aspectos físicos como la tasa de pasaje y químicos como hidrolisis y síntesis, haciendo estimaciones cuantitativas de la fisiología nutricional. (Martínez, 2004)

Los indicadores, son denominados como trazadores, sustancias de referencia o sustancias indicadoras y se ha denotado de manera especial, como marcadores de las dietas a aquellos que pueden ser colocados en ella. Puede ser constituyentes naturales de la misma o ser administrados de forma oral (Kob y Luckey, 1972)

b. Determinación *in vitro*

En esta metodología una de sus características principales es de ser una técnica útil para evaluar de manera rápida, fácil y menos costosa utilizando una serie de enzimas para simular la actividad de los componentes del estómago como el ácido clorhídrico y pepsina

Se ha realizado muchos intentos para determinar la digestibilidad de los alimentos reproduciendo en el laboratorio las reacciones que tienen lugar en el tracto digestivo de los animales. No es fácil imitar en su totalidad la digestión en los animales monogástricos. La digestibilidad determinada *in vitro* suele ser ligeramente inferior

a la determinada in vivo, por lo que se hace necesario emplear ecuaciones de corrección para relacionar ambas determinaciones. (McDonald *et al.*, 2006)

c. Métodos de predicción

Con el desarrollo de nuevas tecnologías este método se desarrolla a partir de la espectrofotometría de reflectancia del infrarrojo cercano NIRS.

Un método rápido y de bajo costo para analizar el valor nutritivo de los alimentos. Es una técnica en la cual se relaciona el espectro de la muestra obtenido en infrarrojo cercano con la composición química, los valores digestibles o cualquier otra característica del pienso previamente determinada y calibrada. (Martínez, 2004)

3.3.2. VALORACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

La valoración de materias primas constituyente de las raciones para los animales de granja se determina mediante métodos

a. Método directo

Se Puede determinar mediante dos formas: por colección total de las heces o por el uso de un indicador. En estos tipos de ensayos realizados con mamíferos se usan de preferencia a los machos que, a las hembras, porque con ellos es más fácil recoger la orina y las heces por separado. (McDonald *et al.*, 2006)

Maynard (1981), considera que la determinación de un alimento sea administrada solo da una ración suficiente durante el experimento.

Al respecto, Church y Pond, (2010), indican que es necesario de un periodo de adaptación de tres a 10 días para limpiar el conducto gastrointestinal de residuos de alimento ingeridos antes de la prueba y un periodo de recolección de heces de cuatro a 10 días. Debido a que el tiempo preciso para que los alimentos atraviesen el tracto gastrointestinal es de uno a tres días en los animales monogástricos y de cinco a 10 días para los rumiantes. La variabilidad entre animales tiende a ser menor que en un ensayo de crecimiento típico. Por lo tanto, comúnmente es necesario de cuatro a seis animales por tratamiento para detectar diferencias entre dietas.

Se utilizan las jaulas para el método *in vivo*, llamadas jaulas de digestibilidad, tiene como objetivo disminuir el movimiento del animal, estas además deben tener piso ranurado, para evitar el exceso de humedad y poder recoger las heces fecales (Cañas, 1995). Las heces fecales en este tipo de jaula caen en el recipiente de más atrás y la orina es conducida al recipiente de adelante.

Mcdonald *et al.*, (1999) señalan que el período de recolección de heces debe durar de tres a 14 días, mientras más largo sea el período, más exactos son los resultados obtenidos. Cañas, (1995) considera además que debiera existir como mínimo tres repeticiones.

b. Método Indirecto o de sustitución

Llamado también método por diferencia, que a su vez puede emplearse la colección total o el uso de un indicador, es un procedimiento utilizado para alimentos que no pueden constituir la única fuente de nutrientes de la ración, por varias razones; por ser desbalanceado nutricionalmente, por producir efectos tóxicos o efectos adversos al animal (Crampton y Harris, 1974).

En muchos casos puede desearse evaluar la digestibilidad de una sustancia alimenticia cuando se administra mezclada con una o más sustancias. Un ejemplo podrían ser los suplementos de proteínas o granos (alimentos que normalmente no constituyen raciones completas) en estos casos hay que determinar la digestibilidad por diferencia. El método consiste en determinar previamente el alimento que va a acompañar el alimento problema, generalmente el alimento base es un forraje al cual se le determina la digestibilidad (Mcdonald *et al.*, 1999).

El método indicador es evidentemente laborioso y prolongado. Requiere el uso de una sustancia inerte de referencia y esta debe cumplir con ciertas especificaciones: que sea totalmente indigerible e inabsorbible, que carezca de acción farmacológica en el aparato digestivo, que pase por el tubo digestivo a velocidad uniforme, que pueda determinarse químicamente con facilidad y preferentemente que sea un componente natural del alimento que se ensaya (Maynard, 1981).

c. Factores que afectan la digestibilidad

Según Mora (2002), entre los factores que afectan la digestibilidad de los alimentos se encuentran la manipulación de los mismos mediante procesos como el molido, el peletizado y el hojuelado, los cuales, en general, aumentan la velocidad de tránsito del alimento por el tracto gastrointestinal. Aunque dicho efecto disminuye ligeramente la digestibilidad, esto se compensa con un mayor consumo de alimento, que a su vez se refleja en una mejor respuesta animal. Los animales monogástricos, como los cerdos y las aves, tienen la capacidad de digerir alimentos con elevado contenido de proteína y almidón y con baja cantidad de fibra. En contraste, los rumiantes poseen una gran capacidad de aprovechamiento de los alimentos fibrosos con bajo contenido proteico. Por lo tanto, la especie animal es otro factor importante que influye en la variabilidad de la digestión

Según Maynard (1981), la digestibilidad quedaría limitada por falta de tiempo para la acción digestiva completa sobre las sustancias menos digeribles, o por no ser completa la absorción, mientras el alimento sea en su consistencia más rápido de asimilar por el tubo digestivo es más conveniente que cuando el alimento demora en ser asimilado porque el alimento queda más expuesto a las fermentaciones destructivas. La falta de tiempo para la digestión y para la absorción explica porque al sobrepasar la cantidad de alimento un valor determinado, la digestibilidad de todas las sustancias tienden a decrecer (Maynard, 1981).

Por su parte Aliaga *et.al*, (2009) define la digestibilidad como la porción de un alimento que no es excretado con las heces y por lo tanto han sido absorbida, los factores que afectan la digestibilidad son:

- Propios del alimento:
 - Composición química del alimento.
 - Volumen de la ración
 - Deficiencias de los nutrientes.

- Factores que depende del animal:
 - Especie
 - Raza

- Individualidad
- Los Trastornos digestivos.

3.3.3. ANÁLISIS GRAVIMÉTRICOS (QUÍMICOS)

El análisis químico es el punto de partida para determinar el valor nutritivo de los alimentos (Maynard, 1981).

a. Materia Seca

El método más utilizado para determinar la materia seca es el de la eliminación del agua libre por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo, siendo necesario someter las muestras a temperaturas que aseguren un secado rápido para eliminar pérdidas por acción enzimática y respiración celular (Batteman, 1970).

Las necesidades nutritivas de los animales se satisfacen a partir de dos grandes grupos de alimentos: concentrados y alimentos bastos, en particular los forrajeros. Para éstos últimos, en los pastos y forrajes verdes, aún no existe un acuerdo general sobre cómo determinar el porcentaje de materia seca (MS) en muestras originales, previo a su análisis. El INRA (1981) recomienda un secado a 80°C en estufa de aire forzado; el ADAS, (1978) recomienda a 102°C y AOAC, (2002) a 105°C, en las mismas condiciones.

Van Soest, (1994) recomienda 70°C en estufa de aire forzado, para evitar pérdidas sensibles de carbohidratos solubles y formación de complejos indigestibles proteína-carbohidratos. La formación de proteínas insolubles y productos de Maillard incrementa con la temperatura. El INRA (1981), establecieron una "materia seca no corregida" y "materia seca corregida" en función de los coeficientes de volatilidad de alcoholes, amoníaco, ácidos grasos volátiles y ácido láctico, tabulados para temperaturas de secado de 80 y 100°C.

Los animales, para el correcto funcionamiento de su aparato digestivo, necesitan ingerir, como mínimo, una cierta cantidad de alimento. En los rumiantes, por su especialización y diversificación, esa cantidad es particularmente alta. Sin embargo, debido al volumen limitado del aparato digestivo y a la también limitada velocidad de tránsito de los alimentos a través del mismo, tienen, por otra parte, una

capacidad máxima de ingestión diaria. Para comparar ambas con las características de los alimentos se utiliza como variable el peso, que, para evitar imprecisiones, se expresa en forma de materia seca (MS). (San Miguel, 2006)

b. Ceniza

Las cenizas son el residuo que queda después que todo el material combustible se ha quemado (oxidado completamente) en un horno a una temperatura entre 500 y 600 °C. Desde el punto de vista de la nutrición, los valores de las cenizas tienen poca importancia, aunque valores muy elevados podrían indicar que existe contaminación con suelo o dilución de alimentos con sustancias como sal y roca caliza. En el análisis inmediato se requieren datos sobre las cantidades de cenizas para obtener otros valores. Obsérvese que algunos elementos minerales, como el yodo y el selenio, podrían ser volátiles y se pierden al convertir la sustancia en ceniza (Pond *et al.*, 2002)

3.4 ANTECEDENTES

3.4.1 ENSAYOS DE DIGESTIBILIDAD DE ALIMENTOS

a. Duración del periodo de adaptación al alimento

Montalvo y Navarro (2012), Se emplearon 7 días de adaptación a la nueva dieta experimental, la cual consistió en utilizar 2 días para el consumo del alimento de procedencia de los cuyes, incrementando progresivamente la dieta experimental hasta alcanzar el 100% en el transcurso de los últimos 4 días.

Farro (2012), en su trabajo de investigación en cuyes utilizó un periodo de adaptación de 10 días a la nueva dieta experimental y un ambiente controlado, la densidad poblacional fue en jaulas individuales y se suministró el insumo en estudio para evitar la presencia de otros insumos en el tracto gastrointestinal de los animales. Utilizó 20 cuyes machos con un peso promedio de 539 gr, de dos meses de edad, de la línea Inti.

Clemente *et al.* (2003), utilizaron 10 cuyes, proporcionaron como dieta única la *Puya llantensis* durante una fase de adaptación de 10 días. Emplearon 10 cuyes machos de 12 semanas de edad y con un peso promedio de 650 gr, que fueron distribuidos en jaulas metabólicas individuales.

Prado (2018), utilizó como resultado de un trabajo colaborativo del grupo EGRAN (European Group on Rabbit Nutrition), una fase de adaptación de 7 días. Propuso utilizar 10 animales/pienso (con 42 a 56 días de vida al comienzo de la fase de adaptación, destetados al menos una semana antes) para que se disponga de un mínimo de 7 animales válidos/pienso de acuerdo al trabajo colaborativo del grupo EGRAN (European Group on Rabbit Nutrition), pero para el desarrollo experimental se utilizaron 13 conejas lactantes (de 3^a, 4^a o 5^a lactación).

Estos trabajos de investigación como tesis basaron sus periodos de adaptación de acuerdo a los autores ya mencionados. periodos de adaptación que fueron hechas en otras especies y no específicamente en cuyes

b. Duración del periodo del ensayo

Montalvo y Navarro (2012), en su investigación, el periodo experimental la colección de las heces y orina, tuvo una duración de cinco días.

Farro (2012), en la fase de colección, realizó un estudio en el que se tomaron mediciones de peso inicial, peso final y consumo de alimento de los cuyes durante la fase de recolección. El alimento se suministró dos veces al día, 50 gramos por cuy, y se registraron diariamente las cantidades de alimento ofrecido, sobrante, desperdiciado y consumido. La fase experimental fue de 6 días

Clemente *et al.* (2003), utilizaron 10 días como fase experimental donde se aplicó el método directo de colección diaria de heces.

Prado (2018), utilizó un periodo de control de la ingestión/colecta fecal de cuatro días para valorar la digestibilidad del pienso en conejas lactantes.

Al igual que el periodo de adaptación la parte experimental o recolección de las heces se dio en tiempos de acuerdo al objetivo de la investigación y a criterio de los investigadores.

c. Efecto del sexo sobre la digestibilidad

Falcón *et al.* (2006), observaron que, al utilizar modelos experimentales en ratas, el sexo de las ratas no tiene influencia sobre la respuesta de digestibilidad de materia seca, digestibilidad de nitrógeno aparente y verdadero, ni sobre la razón neta de proteína en las dietas experimentales de leche entera en polvo, soya texturizada y cereal. Esto sugiere que es factible utilizar ratas de diferente sexo en estas evaluaciones de calidad proteica.

Zuprizal y Chagneu, (1992), utilizaron 64 pollos hembras y machos de engorde con tres periodos, hasta llegar a la sexta semana, sobre la verdadera digestibilidad de los aminoácidos de las semillas de colza y soja, y concluyeron que el efecto del sexo que realizaron con pollos no tuvo significancia en los valores de digestibilidad de proteína verdadera, y cuando evaluaron la influencia de la edad y el sexo sobre la digestibilidad verdadera de las proteínas.

Lemus *et al.* (2010) en su estudio sobre el efecto del peso corporal y el sexo sobre la digestibilidad rectal de nutrientes y la producción de heces en cerdos Cuino mexicanos, utilizaron 14 cerdos alimentados con una dieta convencional en forma de comida alimentados a voluntad encontraron que no hubo una influencia sexual significativa en la digestibilidad rectal de MS, la materia orgánica y la digestibilidad rectal de Nitrógeno (N) de los animales. No hubo efecto del peso corporal sobre la digestibilidad del N y la producción de heces no fue influenciada por el sexo.

En los trabajos de investigación mencionados concluyeron que no existe un efecto del sexo sobre la digestibilidad haciendo una comparación con el peso y teniendo en cuenta el periodo de prueba en que se encontraban.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. LUGAR DEL EXPERIMENTO

El presente estudio se realizó en el Bioterio del Centro Agronómico de la Granja K'ayra, Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco; que se encuentra ubicada a una longitud de 71°52' 29.8" W, latitud de 13°25 24.9" S y una altitud de 3238 m.s.n.m.

4.2. EQUIPOS Y MATERIALES

4.2.1. JAULAS INDIVIDUALES

Se utilizaron 26 jaulas metabólicas individuales de metal (acero galvanizado) con piso de malla de acero, con una bandeja ubicada por debajo de la misma jaula para la caída y colección heces y orina por separado, cuenta con comederos tipo tolva para suministrar el alimento y bebederos tipo chupón. Las dimensiones de las jaulas fueron: 40.0 cm de largo x 25.5 cm de ancho x 25.5 cm de altura. Las jaulas están distribuidas en dos baterías gemelas con capacidad de 12 y 14 jaulas, respectivamente (Anexo 1).

4.2.2. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 13 cuyes machos y 13 cuyes hembras mejorados de la "línea Perú" procedentes de una granja comercial con un promedio de edad de 35 ± 2 días, los mismos que fueron distribuidas al azar en las jaulas metabólicas en secuencia, en 4 filas, dos de machos y dos de hembras. Los cuales fueron asignados con números del 1 al 26 para su identificación (Anexo 2). Esta numeración sirvió para un adecuado registro de cada animal. Las condiciones bioclimáticas del bioterio en temperatura fluctuaron entre los 19 a 22°C, humedad relativa menor a 65%, ciclos de iluminación de 12 h luz-oscuridad y con un sistema de ventilación y extracción de aire configurado para funcionar automáticamente en tres momentos específicos durante un período de 24 horas: a las 8:00, 12:00 y 18:00 horas, con una duración de 30 minutos en cada ocasión.

4.2.3. MATERIALES DE CAMPO

- Bolsas de papel y de plástico
- Balanza de precisión electrónica (30kg/1g y 15kg/1g)
- Congeladora de -20°C, modelo CH40 Coldex, Capacidad de 339 litros.
- Fichas de registro

4.2.4. MATERIALES DE LABORATORIO

- Crisoles y envases de aluminio
- Muestras de heces
- Muestras de alimento
- Mandil, barbijo, guantes quirúrgicos, alcohol y papel toalla
- Desecador de vidrio con tapa con borde de vidrio esmerilado
- Pinzas de crisol de hierro cromado
- Estufa Elos Heat con circulación natural, acero inoxidable con rango de temperatura de +10 °C sobre temperatura ambiente a +220 °C
- Mufla Linn high therm VMK hasta 1200 °C capacidad camara de 13.5 lt
- Molino electrónico.
- Balanza analítica marca: Pioneer de 210x0.001g

4.3. DIETA EXPERIMENTAL

Se les suministró una dieta pelletizada comercial de la planta de alimentos de la UNALM. Denominación comercial “Cuy Integral La Molina” y se le suministró agua de bebida *ad libitum*.

Tenemos la siguiente tabla de valoración nutricional de la dieta experimental

Tabla 2. Valor Nutricional Del Alimento Pelletizado Comercial

Nutrientes	Contenido
E. digestible, Mcal/kg, Mín.	2.9
Proteína, % Mín.	19
Fibra, % Mín.	10
Calcio, % Máx.	0.8
Fósforo total, % Mín.	0.8
Sodio, % Mín.	0.2
Lisina, % Mín.	0.84
Metionina - Cistina % Mín.	0.6
Arginina, % Mín.	1.2
Treonina, % Mín.	0.6
Triptófano, % Mín.	0.18
Ácido ascórbico, mg/100g	15

Fuente: Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia, UNALM. Denominación comercial "Cuy Integral La Molina".

4.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

4.4.1. PERIODO DE ADAPTACIÓN AL CONSUMO DE LA DIETA EXPERIMENTAL

La alimentación previa de los cuyes era en base a alfalfa fresca y sutuche de cervecería, la misma que fue reemplazada paulatinamente con la dieta experimental, momento en que se inició el periodo de adaptación, que tuvo un periodo de 10 días, donde se hizo un control diario e individual del consumo de la dieta experimental, para ello previamente se obtuvo el peso del comedero y se añadió 400 g de la dieta experimental, y por diferencias de pesos del comedero + peso de la dieta del día 01 y día 02 se obtuvo en forma sucesiva el consumo del alimento por día y por cuy. Los cuyes iniciaron el periodo con una edad de 40 días, registrándose los pesos de los cuyes al inicio y final del periodo.

El suministro de agua de bebida fue a voluntad a través de bebederos tipo chupón por medio de una red de tuberías de PVC, instalada en cada jaula.

La información de consumo diario de los cuyes permitió establecer el periodo de duración de la adaptación a la dieta experimental, considerando el consumo de g MS/día/cuy.

4.4.2. PERIODO EXPERIMENTAL DE LA DURACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD.

Utilizando los cuyes del periodo de adaptación, este periodo tuvo una duración de 21 días de evaluación, donde se procedió al control diario del consumo de alimento y colección total de heces en cada uno de los cuyes alojados en sus jaulas individuales. Se determinó la digestibilidad de la materia seca (DMS) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO).

Para estimar los consumos de materia seca (CMS) y consumo de materia orgánica (CMO) de la dieta experimental, se determinó el contenido de humedad de la dieta experimental ofrecida en una estufa a 105 °C por 24 horas (934.01, AOAC, 2002), y para determinar la MO, se utilizó una mufla a 600°C de temperatura por 3 horas (942.05, AOAC, 2002) (ver Anexo 7).

Las heces se colectaron en forma individual y diaria entre las 9:30 a 12:00 hrs, en bolsas de polietileno, fueron identificadas y almacenadas en una congeladora a -

20°C. Posteriormente, las heces fueron descongeladas y desecadas en horno a 80 °C por 24 horas hasta que alcance su peso seco (adaptado de Perez *et al.*, 1995), datos que se emplearon para determinar la digestibilidad de la MS según los métodos de la AOAC (2002) (Anexo 4).

Para determinar la DMO de las muestras de heces correspondientes a cada animal y día se sometieron a combustión en una mufla a 600 °C por 3 horas, calculando el porcentaje de MO (942.05, AOAC, 2002).

Para ajustar los valores de MO en base seca, de las heces y dieta experimental, se determino el porcentaje de MS de las muestras molidas correspondientes en un horno a 105 °C por 24 horas (AOAC, 2002) (Anexo 6)

4.4.3 MUESTRA DEL ESQUEMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL SOBRE UN EJE TEMPORAL

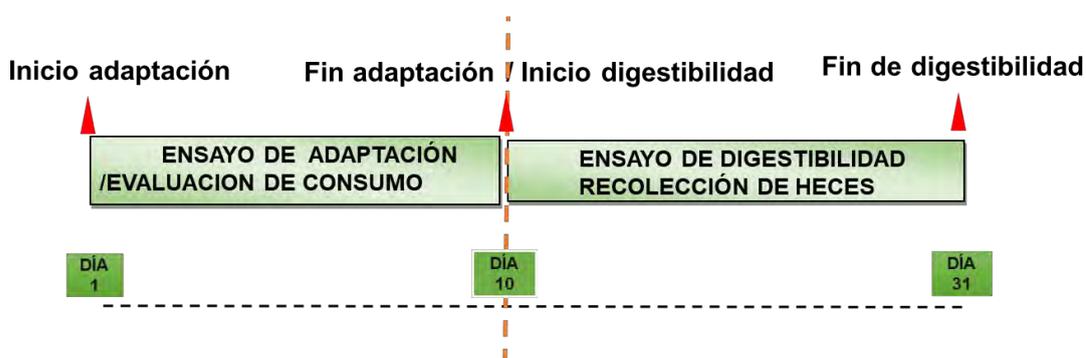


Figura 1. Esquema del diseño experimental sobre un eje temporal

4.4.4. CALCULO DE CONSUMO DE ALIMENTO EN MATERIA SECA

Se utilizó la siguiente formula:

$$\text{CMS (g/día/cuy)} = \text{Alimento ofrecido (g MS)} - \text{Alimento no consumido (g MS)}$$

4.4.5. CALCULO DE CONSUMO DE ALIMENTO EN FUNCIÓN AL PESO VIVO (CMSPV)

Se utilizó la siguiente formula:

$$\text{CMSPV (\%)} = \text{CMS (g)} \times 100 / \text{Peso vivo (g)}$$

4.4.6. CONSUMO DEL ALIMENTO EN FUNCIÓN AL PESO METABÓLICO (CMS PW^{0.75})

$$\text{CMS PW}^{0.75} \text{ (g)} = \text{CMS (g)} / \text{PV}^{0.75}$$

PV: Peso vivo (g)

4.4.7. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE MS Y MO (CD_A.)

Se determinó el coeficiente de digestibilidad aparente (CD_a) aplicando el método directo, mediante las fórmulas descritas por Crampton y Harris (1974)

$$\text{CD}_a = \frac{\text{MS consumida (g)} - \text{MS heces (g)}}{\text{MS consumida (g)}} \times 100$$

4.5. ANÁLISIS DE DATOS

4.5.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Para las variables de CMS, CMSPV, CMSPW, DMS y DMO se determinaron la media, rango, máximo y mínimo, desviación estándar, error estándar.

4.5.2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Para evaluar el efecto del sexo sobre la DMS y DMO se utilizó el diseño completo al azar (DCA). Se empleó el siguiente modelo lineal aditivo.

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Dónde: y_{ij} : Registro del valor de la DMS

μ : Media general de las observaciones

α_i : Efecto fijo de la i -ésimo sexo sobre DMS

e_{ij} : Error aleatorio

4.5.3 PRUEBA DE TUKEY (P<0.05)

En la comparación de promedios de las variables en estudio se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de confianza de 95% (5% significancia), empleando el software Statgraphics Centurion 18

4.5.4 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Para establecer el periodo de adaptación y periodo experimental, se utilizó el modelo de regresión lineal. De igual forma se hizo uso del programa estadístico Statgraphics Centurion 18.

$$y_{ij} = \alpha_i + \beta_j + e$$

Dónde: y_{ij} = Variable dependiente o respuesta

β_j = Coeficiente de la Regresión/pendiente de la recta

α_i = Variable independiente (nro. de días)

e = Error experimental

Para las diferencias estadísticas entre media

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE ADAPTACIÓN AL CONSUMO DE LA DIETA EXPERIMENTAL.

Para establecer la duración del periodo de adaptación de los cuyes a la dieta experimental se realizó utilizando la variable CMS (g/día/cuy), en tanto, que la cantidad ingerida por el animal alcance un peso estándar máximo en el tiempo y se mantenga en los siguientes días.

En la Tabla 3, se observan los resultados de CMS (g/día/cuy) de valores estadísticos descriptivos, obtenidos en un ensayo de 10 días de duración con 26 cuyes (13 machos y 13 hembras).

Tabla 3. Resultados del periodo de adaptación para el Consumo de Materia Seca promedio por número de días.

N° Días	N° Datos	CMS (gr/día/cuy)			
		Media±DS	EE	Mín.	Máx.
1	24	52.23±8.48	1.73	40.1	76.42
2	25	52.73±7.79	1.56	38.7	68.50
3	25	55.09±6.99	1.40	42.6	70.21
4	26	52.51±7.32	1.44	39.8	69.43
5	26	55.06±7.58	1.49	42.9	68.97
6	26	54.64±7.74	1.52	43.0	68.35
7	26	54.66±8.04	1.58	40.1	68.44
8	26	55.27±8.00	1.57	42.9	69.43
9	26	55.41±8.09	1.59	42.3	71.09
10	26	55.51±8.22	1.61	41.8	72.42
Media		54.31±7.83	1.55	41.4	70.33
DS		1.29±0.44	0.09	1.58	2.50

Leyenda: N° datos: número de cuyes; CMS: consumo de materia seca; DS: desviación estándar; EE: error estándar; Mín.: mínimo; Máx.: máximo

Los datos mostrados en la Tabla 3, sugieren que el periodo de adaptación de los cuyes a la dieta estudiada se estandariza a partir del quinto día con un CMS de 55.06 g/día/cuy, manteniéndose constante hasta el 10mo días. La prueba de normalidad establecida para datos desde el quinto al décimo día, con una media de 55.09 ± 0.37 , mínimo 54.64 máximo 55.01, demuestra que los datos provienen de una distribución normal (ver Anexo 1).

Perez *et al.*, (1995) mediante el grupo EGRAN establecieron la fase adaptación para conejos en 7 días. Por otro lado, Cuibin *et al.*, (2020) realizaron un experimento para cuyes donde el periodo de adaptación fue de 14 días, Determinaron también el consumo de alimento diario, de los insumos alimenticios: harina de kudzu, subproducto de trigo, la mezcla de ambos (60% subproducto de trigo40% harina de kudzu). En cuanto, Montalvo y Navarro (2012), utilizaron el periodo de adaptación a la nueva dieta y tuvo una duración de 7 días con alimento concentrado.

Los valores máximos y mínimos presentan los consumos extremos diarios, debido a que el proceso de evaluación de los consumos se realizó de forma diaria. El consumo de los animales no es constante; un día consumen más y al siguiente menos. Por esta razón, se plantea no medir en un solo día, sino durante varios días hasta alcanzar un consumo constante.

En el análisis de los datos se identificó varios datos outliers utilizando un diagrama de caja. Estos outliers correspondían a cuyes con mayor peso o menor peso. Se decidió mantener estos datos en la base de datos, pero se consideraron outliers aquellos cuyes cuyo peso final se desviaba del peso promedio del grupo. Un análisis de sensibilidad mostró que la eliminación de estos datos no afectó significativamente las conclusiones generales del estudio, lo que sugiere que la decisión de eliminarlos fue justificada.

Tabla 4. Resultados del periodo de adaptación para el consumo de materia seca ajustado en función al peso vivo por el número de días

N° Días	N° Datos	CMS100PRODIA			
		Media; DS %Pv/gr/día/cuy	E. E	Mín	Máx
1	24	6.86±0.72	0.15	5.73	8.14
2	25	7.01±0.66	0.13	5.93	8.30
3	25	7.29±0.65	0.13	6.26	8.66
4	26	6.84±0.64	0.13	5.75	8.13
5	26	7.10±0.59	0.12	6.15	8.33
6	26	7.00±0.62	0.12	6.06	8.38
7	26	6.95±0.66	0.13	5.84	8.38
8	26	6.98±0.64	0.12	6.09	8.36
9	26	6.95±0.65	0.13	6.10	8.34
10	26	6.91±0.65	0.13	6.02	8.30
Media		6.99±0.65	0.13	5.99	8.33
DS		0.13±0.03	0.01	0.18	0.15

Leyenda: N° datos: número de cuyes; CMS100PRODIA: consumo de materia seca promedio por número de días en función del peso vivo; DS: desviación estándar; E.E: error estándar; Mín: mínimo; Máx.: máximo; %Pv : porcentaje de peso vivo

La Tabla 4, muestra los resultados del periodo de adaptación del consumo de la dieta (CMS100PRODIA) ajustada al peso corporal vivo durante un período establecido de 10 días. Los datos muestran el consumo medio diario de materia seca por cuy (CMS100PRODIA, medido en gramos por día) y se estandariza según el peso corporal del animal para garantizar una comparación precisa independientemente de las diferencias de tamaño individuales.

La Tabla 4, indica que el consumo medio de materia seca por cuy, ajustado al peso vivo, se estabiliza alrededor del séptimo día con una ingesta media de 6.95 %PV/gr/día/cuy. La desviación estándar (DS) es bastante baja, lo que sugiere una pequeña variación en el consumo entre los animales, lo que indica una adaptación consistente a la dieta. El error estándar (EE) también es bajo, lo que implica que los valores medios son confiables. En resumen, la Tabla 4 presenta una adaptación consistente de los cuyes a una nueva dieta durante un período de 10 días, siendo el consumo de materia seca relativamente estable y mostrando poca variación cuando se ajusta al peso corporal vivo de los animales. Esto podría sugerir que la nueva dieta es bien aceptada por los animales y que el periodo de adaptación es suficiente para que se establezca un consumo estable.

Tabla 5. Resultados para el periodo de adaptación del consumo de materia seca ajustado en función al peso metabólico $PW^{0,75}$ por el número de días

N° Días	N° Datos	CMSKWPRODIA			
		Media±DS gr/kgPw ^{0,75} /día/cuy	E.E	Mín	Máx
1	24	0.064±0.0067	0.0012	0.055	0.080
2	25	0.065±0.0066	0.0012	0.053	0.077
3	25	0.068±0.0057	0.0012	0.060	0.079
4	26	0.064±0.0057	0.0011	0.055	0.074
5	26	0.067±0.0054	0.0011	0.059	0.078
6	26	0.066 ±0.0057	0.0011	0.058	0.079
7	26	0.065±0.0061	0.0012	0.053	0.078
8	26	0.066±0.0059	0.0012	0.057	0.078
9	26	0.066±0.0060	0.0012	0.058	0.077
10	26	0.065±0.0061	0.0012	0.055	0.077
Media		0.066±0.0060	0.0012	0.056	0.078
DS		0.001±0.0004	0.00008	0.0023	0.0015

Leyenda: N° datos: número de datos/cuyes; CMSKWPRODIA: consumo de materia seca promedio por número de días en función del peso metabólico; DS: desviación estándar; E.E: error estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; kgPw^{0,75}: kilogramos de peso vivo elevado a la potencia de 0.75

La Tabla 5 presenta los resultados del período de adaptación para el consumo de materia seca promedio por número de días en función al peso metabólico (CMSKWPRODIA) ($PW^{0,75}$) durante un período de 10 días. Este ajuste metabólico del peso corporal se utiliza para estandarizar el consumo en diferentes tamaños de animales relacionando la ingesta con el tamaño metabólico del cuerpo en lugar del peso corporal real de los animales, lo que permite una evaluación más precisa de su ingesta nutricional en relación con sus necesidades energéticas.

De los datos, el consumo medio diario por cuy (CMSKWPRODIA, medido en gramos/día/cuy) muestra ligeras variaciones día a día, pero generalmente ronda un valor medio de 0,065 gr/kgPw^{0,75}/día/cuy al final del período de adaptación. La desviación estándar (DS) es extremadamente baja, lo que refleja una ingesta constante en toda la población del estudio. Esta consistencia es esencial para reducir la variabilidad que podría afectar los resultados experimentales.

Los valores de error estándar (EE) también son muy bajos, lo que indica un alto nivel de precisión en las mediciones de CMS en relación con el peso metabólico de los cuyes. Esta precisión es crucial para los estudios científicos, ya que sugiere que

los datos pueden considerarse confiables.

Se proporcionan valores mínimos (Min) y máximos (Max) para mostrar el rango de ingesta en toda la población. Son bastante ajustados, lo que sugiere que todos los cuyes tienen una ingesta similar cuando se ajusta al peso metabólico, lo cual es un resultado deseable al evaluar los efectos de la dieta en un estudio controlado.

La Tabla 5 indica una adaptación estable y uniforme de los cuyes a la nueva dieta basada en su peso corporal metabólico desde el día cinco al día diez con variaciones muy leves, los valores medios rondan los 0.065 gr/kgPw^{0,75}/día/cuy. La desviación estándar y el error estándar también se mantienen bajos a lo largo de estos días, lo que sugiere que el consumo puede considerarse estandarizado durante este período.

En resumen, la tabla indica una constante adaptación a la dieta considerando el peso metabólico de los cuyes. Esta forma de medición es útil para comparar animales de diferentes tamaños y garantiza que la dieta se evalúe en función de las necesidades metabólicas del animal y no solo de su tamaño.

Tabla 6. Resultados para el periodo de adaptación del consumo de materia seca, consumo de materia seca en función al peso vivo y consumo de materia seca en función al peso metabólico $PW^{0,75}$, de cuyes machos y hembras

Variables	SEXO		Macho	Hembra
	N° Datos	p-Valor	Media; DS	Media; DS
CONMS (gr)	128	0.0001	59.12 ± 10.80	52.002±11.13
CMS100 (%)	128	0.1818	6.82 ± 11.06	7.03±1.43
CMSKPW (gr)	128	0.6986	0.07 ± 0.01	0.06±0.01

Leyenda: N° Datos: número de cuyes; CONMS: consumo de materia seca; CMS100: consumo de materia seca en función del peso vivo; CMSKPW: consumo de materia seca en función del peso metabólico; DS: desviación estándar; E.E: error estándar; Mín: mínimo; Máx.: máximo.

En la Tabla 6, se proporcionan datos sobre el periodo de adaptación al consumo de materia seca de los cuyes, separado por sexo. Incluye tres variables: el consumo de materia seca (CONMS), el consumo de materia seca ajustado por peso vivo (CMS100) y el consumo de materia seca ajustado al peso metabólico (CMSKPW). Para cada variable, la tabla presenta el consumo medio junto con la desviación estándar (DS).

A partir de estos datos, se puede decir que los cuyes machos consumieron significativamente (CONMS) más que las hembras ($p < 0.0001$). No se encontró una diferencia significativa en el consumo de materia seca en función al peso vivo (CMS100) de los cuyes machos y hembras ($p = 0.1818$) al igual que el consumo de materia seca en función al peso metabólico (CMSKPW) ($p = 0.6986$). Esto sugiere que, al considerar las necesidades metabólicas, el consumo entre cuyes machos y hembras es casi equivalente.

Los datos generales sugieren que el sexo puede influir en los patrones de consumo de materia seca en los cuyes.

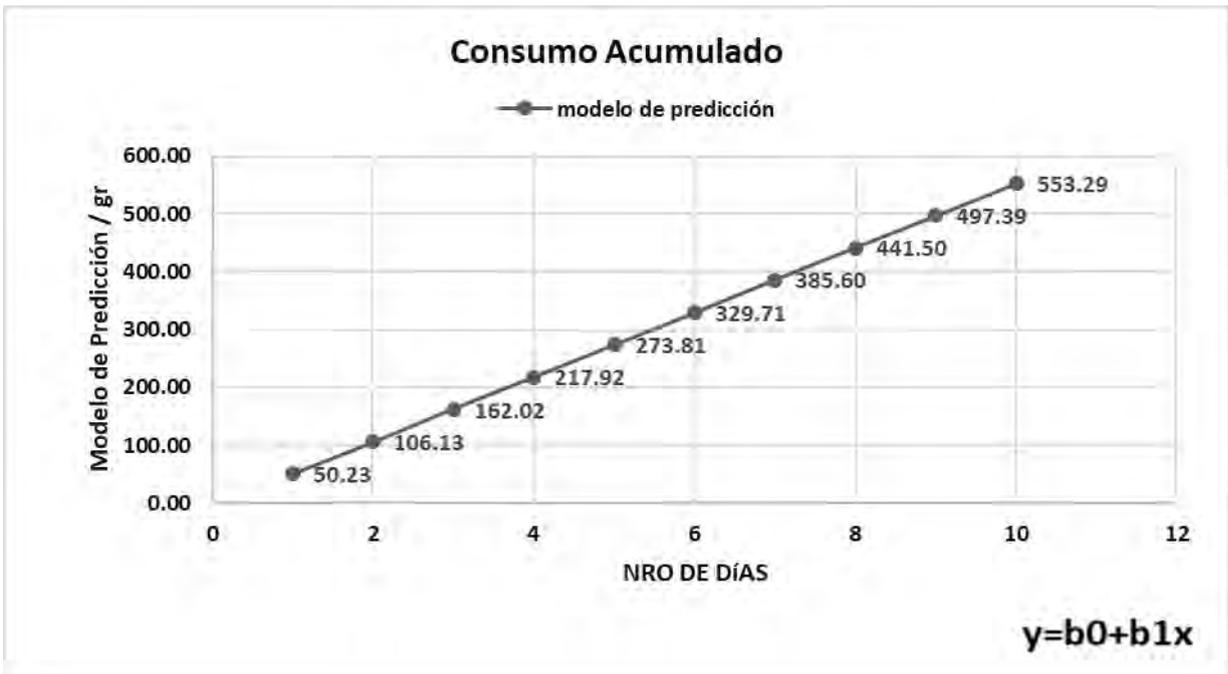


Figura 2. Consumo acumulado por modelo de predicción

➤ **FORMULA:** Se tiene la siguiente fórmula para una regresión lineal simple

Regresión Lineal Simple **$y=b_0+b_1x$**

Donde: y = Consumo

X = Número de días

b_0 = Valor de consumo cuando número de días número de días es 0

b_1 = Consumo por cada cambio unitario en número de días.

La gráfica muestra una representación del consumo acumulado basada en el nivel de consumo de los cuyes en función del número de días. La relación que se observa en el gráfico parece ser una línea recta ascendente, lo que indica que hay una relación directamente proporcional entre el número de días y el consumo acumulado según el modelo de predicción. A partir de la gráfica, se puede hacer algunas observaciones. La línea tiene una pendiente positiva, lo que indica que a medida que aumenta el número de días, también aumenta el consumo acumulado.

5.2. DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD

5.2.1. RESULTADOS DE LA DIGESTIBILIDAD DURANTE EL PERIODO DE EVALUACIÓN

En la Tabla 7, se presentan los resultados de los estadígrafos descriptivos de las digestibilidades obtenidas durante 21 días de evaluación, con una media general de 73.89 ± 1.78 de 536 datos. Un aspecto relevante a señalar es que las medias de las digestibilidades mantienen promedios muy similares entre 74.12 y 74.42, lo que indicaría que a partir del sexto día se uniformiza la digestibilidad.

Realizado el ANOVA de los datos de digestibilidad de 21 días de evaluación con 26 cuyes, cuyos resultados se presenta en el anexo 11, indica que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$) de las DMS entre los días de evaluación.

Realizada la comparación de medias de las digestibilidades que se presenta en el anexo 10, se señala que las digestibilidades estadísticamente son iguales ($P > 0.05$) a partir del sexto día de evaluación, sin embargo, son similares a partir del cuarto día de evaluación.

Tabla 7. Resultados de medias para el periodo de digestibilidad de materia seca ajustado (DMSAJ) para los 21 días

N° Días	N° Datos	Media±DS /%/día/cuy	E.E	Mín	Máx
1	26	71.12±3.60	0.33	70.67	71.58
2	26	72.91±1.71	0.33	72.46	73.37
3	24	73.83± 1.61	0.34	73.36	74.30
4	26	73.50±1.84	0.33	73.05	73.95
5	25	73.66±1.84	0.33	73.19	74.12
6	26	74.12±1.59	0.33	73.66	74.57
7	26	74.42±1.58	0.33	73.97	74.88
8	25	74.26±1.40	0.33	73.8	74.72
9	25	74.19±1.46	0.33	73.73	74.65
10	26	74.28±1.45	0.33	73.82	74.73
11	26	74.29±1.48	0.33	73.83	74.74
12	26	74.27±1.39	0.33	73.82	74.72
13	26	74.03±1.39	0.33	73.58	74.48
14	26	74.14±1.37	0.33	73.69	74.59
15	26	74.11±1.38	0.33	73.66	74.56
16	26	74.08±1.36	0.33	73.63	74.54
17	26	74.13±1.39	0.33	73.68	74.58
18	26	74.16±1.39	0.33	73.71	74.62
19	24	74.06±1.44	0.34	73.58	74.53
20	24	74.07±1.35	0.34	73.6	74.54
21	25	74.10±1.34	0.33	73.64	74.56
Total	536				
Media		73.89±1.78	0.33	73.43	74.35
DS		0.71±0.49	0.005	0.715	0.716

Leyenda: N° datos: número de cuyes; DS: desviación estándar; E.E: error estándar; Mín: mínimo; Máx.: máximo

La digestibilidad de la materia seca ajustada se estabiliza a partir del sexto día. Esta conclusión se basa en que, según los resultados de las pruebas de rango múltiple, (ver anexo 10) desde el sexto día en adelante, los días caen mayoritariamente en el mismo grupo homogéneo, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la digestibilidad de la materia seca entre estos días.

La Tabla ANOVA (ver anexo 11) apoya esta conclusión al mostrar que existen diferencias significativas en la digestibilidad entre los grupos de días, pero el agrupamiento homogéneo a partir del sexto día sugiere que estas diferencias ya no son significativas en el período posterior.

Además, los datos adicionales de medias, mínimos, máximos y errores estándar, si son consistentes y muestran poca variabilidad a partir del quinto día, refuerzan la idea de que se ha alcanzado una estabilización en la digestibilidad de la materia seca.

Cuibin *et al.*, (2020) realizó el experimento donde el periodo experimental fue de 6 días. Donde se realizó la colección de heces. La digestibilidad de la materia seca (MS) y de la materia orgánica (MO) fue de 42.9 y de 40.56%, respectivamente.

Prado (2018), utilizó un periodo de control de la ingestión/colecta fecal de 4 días para valorar la digestibilidad del pienso en conejas lactantes.

Farro (2012), en la fase experimental la colección de heces fue de 6 días. Clemente *et al.* (2003), utilizaron 10 días como fase experimental donde se aplicó el método directo de colección diaria de heces. donde la alimentación fue a base de cascarilla de cacao, polvillo de arroz, y harina de pituca en cuyes en crecimiento.

Tabla 8. Resultados de medias para el periodo de digestibilidad de materia orgánica ajustado (DMOAJ) para los 21 días

N° Días	N° Datos	Media±DS %/día/cuy	E. E	Mín	Máx
1	26	74.25±3.23	0.29	73.85	74.65
2	26	75.86±1.54	0.29	75.46	76.26
3	24	76.68±1.42	0.30	76.27	77.10
4	26	76.34±1.63	0.29	75.94	76.74
5	25	76.46±1.64	0.29	76.05	76.87
6	26	76.91±1.42	0.29	76.51	77.31
7	26	77.21±1.41	0.29	76.82	77.61
8	25	77.08±1.22	0.29	76.67	77.49
9	25	76.97±1.28	0.29	76.56	77.38
10	26	77.06±1.26	0.29	76.66	77.46
11	26	77.05±1.29	0.29	76.65	77.45
12	26	77.00±1.21	0.29	76.60	77.40
13	26	76.79±1.22	0.29	76.39	77.19
14	26	76.87±1.19	0.29	76.47	77.27
15	26	76.84±1.21	0.29	76.44	77.24
16	26	76.80±1.18	0.29	76.40	77.20
17	26	76.85±1.21	0.29	76.45	77.25
18	26	76.87±1.21	0.29	76.47	77.27
19	24	76.79±1.25	0.30	76.37	77.20
20	24	76.78±1.16	0.30	76.36	77.20
21	25	76.81±1.17	0.29	76.41	77.22
Total	536				
Media		76.68±1.40	0.29	76.28	77.08
DS		0.63±0.45	0	0.63	0.63

Leyenda: N° datos: número de cuyes; DS: desviación estándar; E.E: error estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo

Tabla 9. Pruebas de rango múltiple para digestibilidad de materia orgánica ajustado (DMOAJ) para los 21 días

N° Día	N° Datos	Media %/día/cuy	Grupos homogéneos
1	26	74.2491	A
2	26	75.8612	B
3	25	76.7939	CD
4	25	76.4157	BC
5	25	76.4754	BCD
6	26	77.0184	CD
7	26	77.3049	D
8	25	77.1613	CD
9	25	77.0427	CD
10	26	77.1268	CD
11	26	77.1094	CD
12	26	77.0556	CD
13	26	76.8337	CD
14	26	76.9157	CD
15	26	76.8818	CD
16	26	76.8416	CD
17	26	76.8836	CD
18	26	76.9076	CD
19	24	76.7913	CD
20	24	76.7831	CD
21	25	76.8164	CD

Leyenda: N° de datos: número de cuyes; Los grupos homogéneos están indicados por letras (A, B, C, etc.). Los días que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas en la digestibilidad de la materia seca ajustada, según las pruebas de rango múltiple. Por ejemplo, los días asignados al grupo 'A' tienen valores de digestibilidad estadísticamente similares entre sí, pero diferentes de aquellos en el grupo 'B'."

Las Tablas 8 y 9 presentan los valores medios de digestibilidad junto con el error estándar, así como los resultados del análisis de rango múltiple. La Tabla 8 muestra valores medios estabilizados y un error estándar constante. El análisis ANOVA (ver anexo 9) revela diferencias significativas entre grupos (p -valor = 0.0001), indicando variabilidad en la variable estudiada. La tabla 9 agrupa los días según su digestibilidad media similar, donde días con letras iguales no difieren estadísticamente. Esto sugiere que a partir del día 3 en adelante no hay cambios estadísticamente significativos en la digestibilidad de MO.

Por lo tanto, con base en la prueba de rangos múltiples y los valores medios de digestibilidad junto con el error estándar podemos inferir que la digestibilidad de la materia orgánica se estabiliza al quinto día y se mantiene estadísticamente consistente a partir de este momento durante el resto del período de 21 días. Esta estabilización indica una consistencia en la capacidad de los animales para digerir la materia orgánica del alimento.

En resumen, la estabilización de la digestibilidad de la DMOAJ ocurre a partir del quinto día, ya que, desde este día en adelante, los valores de digestibilidad, lo que indica una consistencia en la digestibilidad a partir de este punto. Los días siguientes mantienen esta tendencia, lo que sugiere que la variabilidad en la digestibilidad se ha minimizado y se ha alcanzado un estado estacionario en la capacidad de los animales para digerir la materia orgánica del alimento.

5.2.2. RESULTADOS DE LA DIGESTIBILIDAD EN FUNCIÓN AL SEXO

Tabla 10. Resultados de medias para el periodo de digestibilidad de materia seca (DMS) para sexo.

Sexo	N° Datos	Media %/sexo	E. E	Mín	Máx
Macho	265	73.87	0.22	73.56	74.17
Hembra	271	74.32	0.22	74.02	74.62
Total	536	74.09			

Leyenda: N° datos: número de cuyes; E.E: error estándar; Mín.: mínimo; Máx.: máximo.

Tabla 11. Pruebas de rango múltiple para digestibilidad de materia seca (DMS) para sexo.

Sexo	N° Datos	Media %/sexo	p-valor	Grupos homogéneos
Macho	265	73.87	0.1453	A
Hembra	271	74.32		A

Leyenda: N° datos: número de cuyes; p-valor: nivel de significancia (<0.05); p-valor: nivel de significancia (<0.05), Los grupos homogéneos están indicados por la letra (A, B, C, etc.). Los días que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas en la digestibilidad de la materia seca ajustada, según las pruebas de rango múltiple. Por ejemplo, los días asignados al grupo 'A' tienen valores de digestibilidad estadísticamente similares entre sí, pero diferentes de aquellos en el grupo 'B'."

En la Tabla 10 Las medias para machos y hembras son de 73.87% y 74.32% respectivamente, lo que indica que no hay diferencia estadística entre sexos.

La Tabla 11 muestra el p- valor de 0.1453 lo que sugiere que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los sexos de machos y hembras en cuyes en crecimiento para la determinación de la digestibilidad de la materia seca. Esto se confirma también mediante la prueba de rango múltiple que ambos sexos se encuentran en el mismo grupo homogéneo 'A'. Por lo tanto, No existe diferencia significativa en la determinación de la materia seca por efecto del sexo.

Tabla 12. Resultados de medias para el periodo de digestibilidad de materia orgánica (DMO) para sexo

Sexo	N° Datos	Media %/sexo	E. E	Mín	Máx
Macho	265	76.61	0.20	76.33	76.88
Hembra	271	76.99	0.19	76.72	77.26
Total	536	76.80			

Leyenda: N° datos: número de cuyes; E.E: error estándar; Mín.: mínimo; Máx.: máximo.

Tabla 13. Pruebas de rango múltiple para digestibilidad de digestibilidad de materia Orgánica (DMO) para sexo.

Sexo	N° Datos	Media %/sexo	p-valor	Grupos homogéneos
Macho	265	76.61	0.1630	A
Hembra	271	76.99		A

Leyenda: N° datos: número de cuyes; p-valor: nivel de significancia (<0.05); Los grupos homogéneos están indicados por la letra (A, B, C, etc.)

La Tabla 12 muestra las medias para machos y hembras el periodo de digestibilidad de materia orgánica (DMO), 76.61% y 76.99% respectivamente. Los errores estándar son similares entre los sexos, lo que indica una precisión comparable en las mediciones. Los valores mínimos y máximos están en rangos similares, sugiriendo que no hay diferencia en la variabilidad de la digestibilidad de la materia orgánica entre machos y hembras.

La Tabla 13 muestra el p-valor 0.1630 lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los sexos machos y hembras. Las pruebas de rango múltiple para DMO indica que ambos sexos están asignados al mismo grupo homogéneo 'A'. Esto demuestra que tampoco existe diferencias estadísticamente significativas por efecto del sexo en cuanto a la digestibilidad de la materia orgánica.

Tabla 14. Resultados de medias para el consumo de materia seca (CMS) para sexo

Sexo	N° Datos	Media/ gr	E. E	Mín	Máx
Macho	265	67.88	0.65	66.99	68.78
Hembra	271	56.28	0.64	55.39	57.17
Total	536	62.02			

Leyenda: N° datos: número de cuyes; E.E: error estándar; Mín.: mínimo; Máx.: máximo.

El ANOVA (ver Anexo 13) muestran que existe una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$) en el consumo de materia seca entre machos y hembras, con los machos consumiendo más en promedio que las hembras. Por lo tanto, se puede concluir que el sexo tiene un efecto significativo en el consumo de materia seca en los cuyes estudiados.

Tabla 15. Resultados de medias para el consumo de materia seca en función del peso vivo (CMS100) para sexo

Sexo	N° Datos	Media /%Pv/gr	E. E	Mín	Máx
Macho	265	6.39	0.06	6.31	6.47
Hembra	271	6.37	0.06	6.29	6.44
Total	536	6.38			

Leyenda: N° datos: número de cuyes; E.E: error estándar; Mín.: mínimo; Máx.: máximo; %Pv: porcentaje de peso vivo

A pesar de una ligera diferencia numérica en las medias de CMS100, donde las hembras muestran un promedio ligeramente más alto que los machos, esta diferencia no alcanza significancia estadística. Por lo tanto, se concluye que el sexo de los cuyes no tiene un efecto significativo en el consumo de materia seca ajustado al peso vivo, considerando el peso promedio vivo de machos y hembras (ver Anexo 2).

Se observó, que los cuyes machos tienen un mayor consumo de alimento y un peso vivo más elevado en comparación con las hembras. Por el contrario, las hembras mostraron un menor consumo de materia seca y un peso vivo inferior. Sin embargo, al calcular la relación entre el consumo y el peso vivo, se encontró que esta relación es similar entre machos y hembras.

Tabla 16. Resultados de medias para el consumo de materia seca en función del peso metabólico (CMSPW) para sexo

Sexo	N° Datos	Media gr/kgPw ^{0,75}	E. E	Mín	Máx
Macho	265	0.063	0.00056	0.064	0.066
Hembra	271	0.062	0.00055	0.061	0.062
Total	536	0.063			

Leyenda: N° datos: número de cuyes; E.E: error estándar; Mín.: mínimo; Máx.: máximo; kgPw^{0,75}: kilogramos de peso vivo elevado a la potencia de 0.75.

Tabla 17. Pruebas de rango múltiple para el consumo de materia seca en función del peso metabólico (CMSPW) para sexo.

Sexo	N° Datos	Media gr/kgPw ^{0,75}	p-valor	Grupos homogéneos
Hembra	271	0.062	0.0001	A
Macho	265	0.063		B

Leyenda: N° datos: número de cuyes; p-valor: nivel de significancia (<0.05); Los grupos homogéneos están indicados por la letra (A, B, C, etc.); kgPw^{0,75}: kilogramos de peso vivo elevado a la potencia de 0.75

La Tabla 16 y la tabla 17, que reportan el consumo de materia seca CMSPW por sexo. La Tabla 16 muestra los resultados de medias para CMSPW por Sexo.

La Tabla 17 muestra los machos tienen una media de CMSPW de 0.063 gr/kgPw^{0,75} y las hembras tienen una media de CMSPW de 0.062 gr/kgPw^{0,75}. Los errores estándar son bajos para ambos sexos, lo que indica una buena precisión en las mediciones. Los rangos de valores mínimos y máximos son bastante cercanos entre los sexos.

La Tabla 17 muestra el p-valor 0.0001 lo que indica que si hay diferencias estadísticamente significativas entre los sexos de machos y hembras en cuyes en crecimiento para el CMSPW por sexo y también muestra las hembras están clasificadas en el grupo homogéneo 'A' y los machos en el grupo 'B'. Esto sugiere que existe una diferencia estadística significativa en el consumo de materia seca ajustado al peso metabólico entre machos y hembras.

Basado en las pruebas de rango múltiple, hay una diferencia estadísticamente significativa en el consumo de materia seca en función del peso metabólico entre machos y hembras. Los machos consumen ligeramente más materia seca ajustada por peso metabólico que las hembras, según se refleja en las medias y la asignación a diferentes grupos homogéneos.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en la que se desarrolló el presente trabajo de investigación se concluye:

- a) La duración del periodo de adaptación en función al consumo de materia seca (g/MS/día/cuy), consumo de materia seca en relación en función al peso vivo(%/CMS/Pv/día/cuy) y el consumo de materia seca en función al peso metabólico (g/KgPw^{0.075}/día/cuy), se concluye que es a partir del quinto día.
- b) La duración del periodo de digestibilidad de la materia seca (DMS) y digestibilidad de materia orgánica (DMO) se concluye que es a partir del sexto día en la que se alcanza la estabilidad de la digestibilidad.
- c) No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) de digestibilidad de la materia seca (DMS) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO) entre sexos.

VII. RECOMENDACIONES

En el marco de la investigación sobre la determinación de la fase de adaptación y digestibilidad en cuyes, se sugiere realizar un análisis más detallado considerando distintas categorías por edad y estado fisiológico. La diferenciación en grupos específicos, tales como cuyes destetados hasta los 30 días, cuyes en crecimiento (50 a 60 días), adultos, hembras gestantes y hembras lactantes, permite una evaluación más precisa y contextualizada de los patrones de adaptación y periodo de digestibilidad en función de estas variables.

Es importante tener en cuenta el tipo de alimento que se suministra de acuerdo a las necesidades nutricionales de los cuyes que experimentan variaciones en diferentes estados fisiológicos. La distinción por edades y estados reproductivos permitirá identificar cómo estas variaciones se reflejan en los patrones de adaptación y periodo de digestibilidad.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ADAS.1978. Nutrition Chemistry Feed Evaluation Unit.

Aliaga, R; Moncayo, G; Rico, N y Caycedo, V. 2009. Producción de Cuyes. Edit. Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.Lima-Perú.

AOAC. 2002. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Aoac International.17th Ed. Gaithersburg, MD,Usa.

Barreyro A. 2000. Evaluación de la digestibilidad in vivo de raciones para becerros en crecimiento conteniendo desechos de la industrialización de los cereales. Universidad Autónoma de Querétaro. México.

Batteman, J.1970. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Edit. Herrero Hermanos S.A. México.

Bondi, A.1989. Nutrición Animal. Edit. Acribia. Zaragoza, España.

Cañas,R.1995. Alimentación y Nutrición Animal. Edit. Colección en Agricultura Universidad Católica de Chile. Chile.

Chauca, F. 1993. Experiencias de Perú en la Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). Iv Symposium de Especies Animales Subutilizadas. Libro de Conferencias, Unellez-Avpa. Barinas,Venezuela.

Clemente,E. Arbaiza, T. Carcelén, C. y Bazán, V. 2003. Evaluación del valor nutricional de la Puya Llatensis en la alimentación del Cuy (*Cavia porcellus*). Revista de Investigación Veterinaria Perú. Perú. 6p.

Crampton, E. y Harris, L. 1974. Nutrición Animal Aplicada. Edit. Acribia. Zaragoza, España.

Cuibin, R. Zea, O. Palacios, G. Norabuena, E. Collazos, L. y Sotelo, A. 2020. Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de Kudzu (*Pueraria Phaseoloides*) en el Cuy (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. Perú. 31-4pp.

Falcón, V. Yañez, F. y Barrón, H. 2006. Efecto del sexo de la rata (*Spraguey Dawley*) sobre la digestibilidad y razón neta de proteína en alimentos de distintas calidad proteica. Revista Chilena De Nutrición. Chile. 33. (3.) 511-517.

Farro, G. 2012. Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (*Colocasia esculenta*) en Cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

INRA, Dulphy, J. y Demarquilly, C. 1981. Probléms particuliers aux llages en prevision de la valeur nutritive des aliments de ruminants. Paris, France.

Jimenez, R. 2016. Evaluación In Vivo de la conversión alimenticia de la mezcla a base de maíz, trigo y cebada, bajo dos presentaciones en la alimentación para Cuyes (*Cavia porcellus*). Andahuaylas, Perú.

Kob, A. y Luckey, T. 1972. Marker In Nutrition. Nutrititon Abstracts and reviews, 42. 813-845.

Lemus, C. Huerta, R. Grageola, F. Ramírez, H. Díaz, C. y Ly, J. 2010. Efecto de peso corporal y sexo en la digestibilidad rectal de nutrientes y salida fecal en cerdos Cuino Mexicanos. *Zootecnia Tropical*. México. 28(2) 213-220.

Martínez, G. 2004. Metodología de valoración nutritiva de materias mediante ensayos de digestibilidad en conejos. Tesis Doctoral. Universidad Politecnica de Valencia. España.

Maynard, L. 1981. *Nutrición Animal*. Septima Edición. México.

Mcdonald, P. Edwards, R. Greenhalgh, J. y Morgan, C. 1999. *Nutrición Animal*. Acribia S.A. Zaragoza, España.

Mcdonald, P. Edwards, R. Greenhalgh, J. y Morgan, C. 2006. *Nutrición Animal*. Acribia, S.A, Sexta Edición. Zaragoza, España.

Montalvo, K. y Navarro, M. 2012. Determinación De La Digestibilidad, Energía Digestible Y Metabolizable De Broza De Arveja (*Pisum Sativum L.*) Y De Beterraga (*Beta vulgaris*) Para La Formulación De Raciones En La Alimentación De Cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis para optar título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Mora, I. 2002. *Nutrición animal*. 2a. Edit. Editorial. Universidad de Madrid. España. Pg. 13,29.

- National Research Council. 1995. Nutrient Requirements Of Laboratory Animals.
- Perez, J. Lebas, F. Gidenne, T. Maertens, L. Xiccato, G. Parigi-Bini, R. and Bengala-Freire, J. 1995. European Reference Method For In Vivo Determination Of Diet Digestibility In Rabbits. EGRAN. World Rabbit Sci. 3, 41-43.
- Pond, W. Church, D. y Pond, K. 2002. Fundamentos de Nutrición Y Alimentación de Animales. Edit Limusa. México.
- Prado B. 2018. Digestibilidad del pienso en conejos lactantes y conejos de cebo Estudio Comparativo. Tesis Máster en Producción Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- San Miguel, A. 2006. Alimentación y nutrición del ganado. Fundamentos De Alimentación Y Nutrición Del Ganado. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Van Soest, P. 1994. Nutritional Ecology Of The Ruminant. Cornell University Press. EE.UU
- Zuprizal, L. y Chagneu, A. 1992. Effect of age and sex on true digestibility of amino acids of rapeseed and soybean meals in growing broilers. Poultry Science. 71: 1486-1492.

IX. ANEXO

Fotografía 1. Instalaciones de las jaulas metabólicas, bebederos y distribución



- Jaulas metabólicas individuales con acero galvanizado con bandejas para recolección de heces, bandejas para desechar la orina y bebederos individuales con tubería pvc.

Fotografía 2. Pesado y ubicación de los cuyes en las jaulas metabólicas



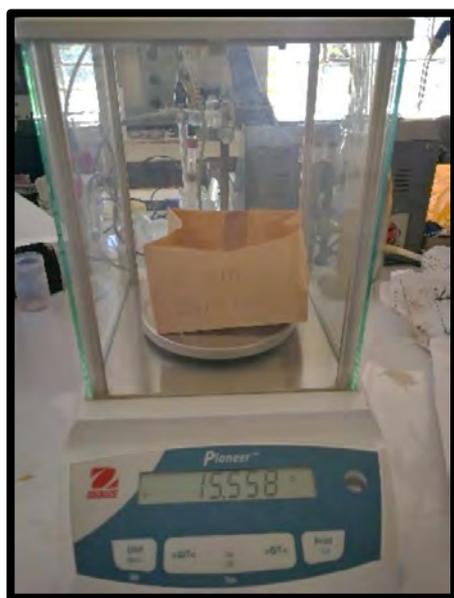
- Pesaje del cuy y periodo de adaptación

Fotografía 3. Recolección de heces



- Colecta de las heces en bolsas de polietileno

Fotografía 4. Pre secado de las heces y peso parcial de las heces



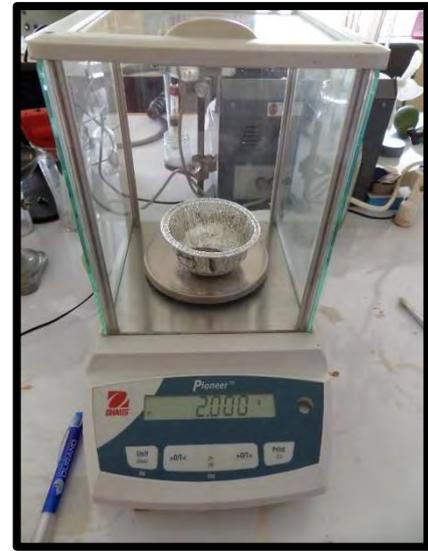
➤ Secado de muestras para la determinación de materia seca parcial

Fotografía 5. Molienda de las heces



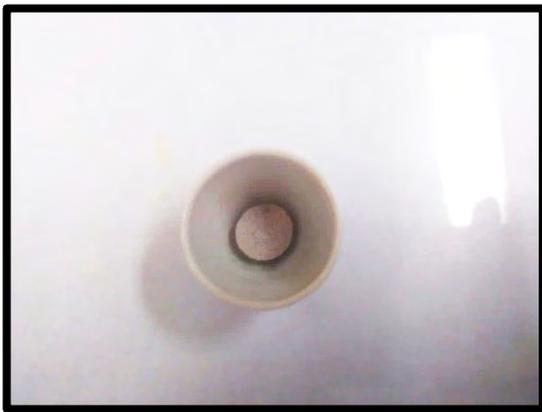
- Se muele las heces y se colocan en envases individuales para posteriormente ser utilizados para análisis de la materia seca y materia orgánica

Fotografía 6. Análisis químico de materia seca



- Se realizó el análisis de la materia seca utilizando una estufa a 105°C por 24 horas para luego usar un desecador y finalmente hacer los apuntes correspondientes.

Fotografía 7. Análisis químico de materia orgánica



- Se realizó el análisis de la materia orgánica utilizando una mufla a 600°C por 3 horas para luego usar un desecador y finalmente hacer los apuntes correspondientes al igual que la determinación de la materia seca.

Anexo 1. Prueba de normalidad establecida para datos desde el 5to al 10mo día

Resumen Estadístico del 5to al 10mo Día	
Recuento (nro. días)	6
Promedio(gr)	55.0917
Mediana (gr)	55.165
Desviación estándar	0.374028
Coefficiente de Variación	0.68%
Mínimo (g)	54.64
Máximo (g)	55.51
Rango	0.87

Anexo 2. Resultados del peso promedio vivo de cuyes machos y hembras

SEXO	1	2
PEPRO/cuy/gr	1007.52	963.25
DSPEPRO/cuy/gr	128.63	135.48

Leyenda: Sexo: 1: machos; 2: hembras; PEPROCUY: peso promedio vivo por cuy; DSPEPROCUY: desviación estándar de peso promedio vivo por cuy

Anexo 3. Resultados del periodo de adaptación para el Consumo de Materia Seca

Día	N° Datos	CONMS			
		Media; DS /gr/día/cuy	EE	Mín.	Máx.
1	24	52.23±8.48	1.73	40.08	76.4
2	25	56.44±8.15	1.63	32.62	69.9
3	25	59.8±11.26	2.25	40.08	85.7
4	26	41.98±6.96	1.37	29.82	53.1
5	26	65.24±11.21	2.20	41.01	84.8
6	26	52.51±10.29	2.02	29.82	65.2
7	26	54.77±11.9	2.33	20.5	71.8
8	26	59.58±9.62	1.89	38.21	78.3
9	26	56.49±10.91	2.14	37.28	84.4
10	26	56.49±10.91	2.14	37.28	84.4
Media		55.55±9.97	1.97	34.67	75.4
DS		6.11±1.62	0.31	6.47	10.6

Leyenda: N° de datos: número de cuyes; CONMS: consumo de materia seca; DS: desviación estándar; EE: error estándar; Mfn.: mínimo; Máx.: máximo

Anexo 4. Resultados del periodo de adaptación para el Consumo de Materia Seca en función al peso vivo

Día	N° Datos	CMS100			
		Media; DS /gr/día/cuy	E. E	Mín	Máx
1	24	6.86±0.72	0.15	5.73	8.14
2	25	7.47±0.85	0.17	5.47	8.84
3	25	7.84±1.62	0.32	5.86	12.83
4	26	5.37±0.91	0.18	3.97	7.18
5	26	8.16±0.91	0.18	6.02	9.93
6	26	6.48±1.04	0.20	4.16	8.60
7	26	6.65±1.22	0.24	2.93	8.41
8	26	7.17±0.89	0.18	4.98	8.88
9	26	6.69±0.95	0.19	3.84	8.13
10	26	6.60±0.92	0.18	3.80	7.97
Media		6.93±1.00	0.20	4.68	8.89
DS		0.79±0.25	0.05	1.07	1.56

Leyenda: N° de datos: número de cuyes; CMS100: consumo de materia seca en función del peso vivo; DS: desviación estándar; E.E: error estándar; Mfn: mínimo; Máx: máximo.

Anexo 5. Resultados para el periodo de adaptación del Consumo de materia seca y el consumo de Materia Seca Ajustado de los 26 cuyes con un tamaño de muestra 8,9,10 días.

IDENCUY	SEXO	N° Datos	Media; DS /gr/día/cuy	CONMS		
				E.E	Mín	Máx
1	1	10	60.86±6.65	2.10	45.67	67.10
2	1	10	49.30±7.96	2.52	30.76	61.51
3	1	10	57.97±7.51	2.38	45.67	73.63
4	1	10	65.43±9.26	2.93	45.67	81.08
5	1	8	70.25±14.89	5.27	39.14	84.35
6	1	10	47.72±4.07	1.29	41.94	52.19
7	2	10	65.52±7.23	2.29	51.26	80.15
8	2	10	47.63±3.96	1.25	41.01	54.99
9	2	9	54.16±13.92	4.64	33.55	85.74
10	2	9	61.51±9.27	3.09	46.60	82.02
11	2	10	45.85±7.31	2.31	30.76	57.78
12	2	10	49.58±8.50	2.69	29.82	60.58
13	1	10	59.09±14.00	4.43	39.14	84.81
14	1	10	61.14±7.52	2.38	44.74	71.76
15	1	10	64.77±8.32	2.63	50.33	77.36
16	1	10	52.84±8.17	2.58	33.55	63.38
17	1	10	57.69±5.16	1.63	48.46	67.10
18	1	10	54.24±8.99	2.84	36.35	68.04
19	1	10	69.43±8.38	2.65	50.33	83.88
20	2	10	61.42±7.42	2.35	46.60	69.90
21	2	10	46.88±9.13	2.89	29.82	58.72
22	2	10	44.27±7.21	2.28	31.69	54.99
23	2	10	45.76±10.25	3.24	31.69	64.31
24	2	10	41.75±12.13	3.84	20.50	62.44
25	2	10	57.22±7.42	2.35	46.60	70.83
26	2	10	55.64±6.39	2.02	42.87	67.10
Media			55.69±8.50	2.73	39.79	69.45
DS			8.09±2.74	0.94	8.17	10.33

Leyenda: N° Datos: número de cuyes; Sexo: (1=machos) (2=hembras); CONMS: consumo de materia seca; DS: desviación estándar; EE: error estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo

Anexo 6. Resultados para el periodo de adaptación del Consumo de materia seca en función al peso vivo de los 26 cuyes con un tamaño de muestra 8,9,10 días.

IDENCUY	SEXO	N° Datos	CMS100			
			Media; DS /gr/%Pv/día/cuy	E.E	Mín	Máx
1	1	10	7.64±0.87	0.27	5.88	8.84
2	1	10	6.63±1.02	0.32	4.24	8.34
3	1	10	6.40±0.79	0.25	5.15	8.18
4	1	10	7.56±1.05	0.33	5.41	9.44
5	1	8	6.94±1.38	0.49	4.00	8.14
6	1	10	7.41±0.37	0.12	6.69	7.92
7	2	10	8.06±0.91	0.29	6.47	9.93
8	2	10	6.96±0.62	0.19	6.02	8.31
9	2	9	7.74±2.18	0.73	4.94	12.83
10	2	9	8.43±1.47	0.49	6.62	11.90
11	2	10	6.59±1.05	0.33	4.50	8.35
12	2	10	6.65±1.11	0.35	4.10	8.20
13	1	10	6.02±1.50	0.47	3.80	8.66
14	1	10	6.45±0.72	0.23	4.83	7.33
15	1	10	7.35±0.81	0.26	6.21	8.87
16	1	10	6.12±0.92	0.29	3.97	7.39
17	1	10	6.94±0.57	0.18	5.96	8.13
18	1	10	6.13±0.98	0.31	4.19	7.74
19	1	10	7.08±0.87	0.28	5.24	8.61
20	2	10	8.30±0.91	0.29	6.51	9.99
21	2	10	6.65±1.34	0.42	4.15	8.09
22	2	10	7.02±1.14	0.36	5.14	8.78
23	2	10	6.03±1.39	0.44	4.16	8.48
24	2	10	6.03±1.77	0.56	2.93	8.88
25	2	10	6.38±0.88	0.28	5.28	7.94
26	2	10	6.74±0.81	0.26	5.29	8.17
Media			6.93±1.05	0.34	5.06	8.75
DS			0.70±0.39	0.13	1.02	1.25

Leyenda: N° datos: número de cuyes ; CMS100: consumo de materia seca en función del peso vivo; DS: desviación estándar; E.E: error estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo

Anexo 7. ANOVA para el consumo de materia seca (CMS) del periodo de adaptación para sexo.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	P-Valor
SEXO	3238.78	1	3238.78	26.93	0.0000
Residuo	30548.7	254	120.271		
Total	33787.5	255			

(corregido)

Leyenda: Gl: grados de libertad, p-valor: nivel de significancia (<0.05). La Razón F compara la variabilidad entre grupos.

Anexo 8. ANOVA para el consumo de materia seca en función del peso vivo (CMS100) del periodo de adaptación para sexo.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	P-Valor
SEXO	2.8356	1	2.83555	1.79	0.1818
Residuo	401.77	254	1.58177		
Total	404.61	255			

(corregido)

Leyenda: Gl: grados de libertad, p-valor: nivel de significancia (<0.05). La Razón F compara la variabilidad entre grupos.

Anexo 9. ANOVA para el consumo de materia seca en función del peso metabólico (CMSKPW) del periodo de adaptación para sexo.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	P-Valor
SEXO	0.0000206	1	3238.78	26.93	0.0000
Residuo	0.0347586	254	0.00014		
Total	0.0347792	255			

(corregido)

Leyenda: Gl: grados de libertad, p-valor: nivel de significancia (<0.05). La Razón F compara la variabilidad entre grupos.

Anexo 10. Pruebas de rango múltiple para digestibilidad de materia seca ajustado (DMSAJ) para los 21 días

N° Día	N° Datos	Media	Grupos homogéneos
1	26	71.12	A
2	26	72.91	B
3	24	73.83	BCD
4	26	73.50	BC
5	25	73.66	BCD
6	26	74.12	CD
7	26	74.42	D
8	25	74.26	CD
9	25	74.19	CD
10	26	74.28	CD
11	26	74.29	CD
12	26	74.27	CD
13	26	74.03	CD
14	26	74.14	CD
15	26	74.11	CD
16	26	74.08	CD
17	26	74.13	CD
18	26	74.16	CD
19	24	74.06	CD
20	24	74.07	CD
21	25	74.10	CD

Leyenda: N° de datos: número de cuyes; Los grupos homogéneos están indicados por letras (A, B, C, etc.). Los días que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas en la digestibilidad de la materia seca ajustada, según las pruebas de rango múltiple. Por ejemplo, los días asignados al grupo 'A' tienen valores de digestibilidad estadísticamente similares entre sí, pero diferentes de aquellos en el grupo 'B'."

Anexo 11. ANOVA para DMSAJ por número de días.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Media de cuadrados	F-Ratio	P-Valor
Entre grupos	265.73	20	13.2865	4.82	0.00001
Dentro de grupos	1421.08	515	2.75938		
Total (Corr.)	1686.81	535			

Leyenda: Gl: grados de libertad, p-valor: nivel de significancia (<0.05).

Anexo 12. ANOVA para DMSOJ para número de días.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Media de cuadrados	F-Ratio	P-Valor
Entre grupos	205.377	20	10.2688	4.77	0.0001
Dentro de grupos	1108.32	515	2.15207		
Total (Corr.)	1313.69	535			

Leyenda: Gl: grados de libertad, p-valor: nivel de significancia (<0.05).

Anexo 13. Pruebas de rango múltiple para el consumo de materia seca (CMS) para sexo.

Sexo	N° Datos	Media	p-valor	Grupos homogéneos
Hembra	271	56.28	0.0001	A
Macho	265	67.88		B

Leyenda: N° datos: número de cuyes; p-valor: nivel de significancia (<0.05); Los grupos homogéneos están indicados por la letra (A, B, C, etc.) Los machos y hembras están asignados a grupos homogéneos diferentes ('A' para hembras y 'B' para machos), indicando una diferencia estadísticamente significativa en el CMS entre sexos.

Anexo 14. Pruebas de rango múltiple para el consumo de materia seca en función del peso vivo (CMS100) para sexo.

Sexo	N° Datos	Media	p-valor	Grupos homogéneos
Hembra	271	6.37	0.7993	A
Macho	265	6.39		A

Leyenda: N° datos: número de cuyes; p-valor: nivel de significancia (<0.05); Los grupos homogéneos están indicados por la letra (A, B, C, e

Anexo 15. Base de datos de la fase de adaptación del consumo de materia seca, consumo de materia seca en función al peso vivo y consumo de materia seca en función al peso metabólico.

Número de cuy	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico
1	1	1	54.99	6.952	0.066	2	1	66.17	8.366	0.079
2	1	1	43.80	5.940	0.055	2	1	51.26	6.951	0.064
3	1	1	51.26	5.696	0.055	2	1	53.12	5.903	0.057
4	1	1	57.78	6.731	0.065	2	1	67.10	7.816	0.075
5	1	1	76.42	7.692	0.077	2	1	87.61	8.818	0.088
6	1	1	41.94	6.579	0.059	2	1	45.67	7.164	0.064
7	1	2	59.65	7.391	0.070	2	2	66.17	8.200	0.078
8	1	2	44.74	6.564	0.060	2	2	54.99	8.069	0.073
9	1	2	27.03	3.909	0.036	2	2	50.33	7.278	0.066
10	1	2	21.44	2.986	0.027	2	2	58.72	8.178	0.075
11	1	2	40.08	5.791	0.053	2	2	50.33	7.273	0.066
12	1	2	41.94	5.675	0.053	2	2	55.92	7.567	0.070
13	1	1	59.65	6.090	0.061	2	1	63.38	6.470	0.064
14	1	1	57.78	6.141	0.060	2	1	60.58	6.438	0.063
15	1	1	50.33	5.772	0.056	2	1	65.24	7.482	0.072
16	1	1	47.53	5.540	0.053	2	1	56.85	6.626	0.064
17	1	1	54.99	6.661	0.063	2	1	53.12	6.435	0.061
18	1	1	47.53	5.408	0.052	2	1	54.06	6.150	0.060
19	1	1	67.10	6.890	0.068	2	1	69.90	7.177	0.071
20	1	2	51.26	7.003	0.065	2	2	56.85	7.767	0.072
21	1	2	51.26	7.302	0.067	2	2	47.53	6.771	0.062
22	1	2	47.53	7.593	0.068	2	2	32.62	5.211	0.046
23	1	2	51.26	6.758	0.063	2	2	54.06	7.127	0.067
24	1	2	44.74	6.469	0.059	2	2	56.85	8.222	0.075
25	1	2	58.72	6.579	0.064	2	2	64.31	7.205	0.070
26	1	2	51.26	6.244	0.059	2	2	55.92	6.811	0.065

Número de cuy	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico
1	3	1	66.17	8.37	0.079	4	1	45.67	5.77	0.0544
2	3	1	48.46	6.57	0.061	4	1	30.76	4.17	0.0386
3	3	1	61.51	6.83	0.067	4	1	45.67	5.07	0.0494
4	3	1	69.90	8.14	0.078	4	1	45.67	5.32	0.0512
5	3	1	74.56	7.50	0.075	4	1	39.14	3.94	0.0393
6	3	1	47.53	7.46	0.067	4	1	41.94	6.58	0.0588
7	3	2	67.10	8.32	0.079	4	2	51.26	6.35	0.0602
8	3	2	48.46	7.11	0.065	4	2	48.46	7.11	0.0646
9	3	2	85.74	12.40	0.113	4	2	33.55	4.85	0.0442
10	3	2	82.02	11.42	0.105	4	2	46.60	6.49	0.0597
11	3	2	48.46	7.00	0.064	4	2	30.76	4.44	0.0405
12	3	2	48.46	6.56	0.061	4	2	29.82	4.04	0.0374
13	3	1	68.97	7.04	0.070	4	1	47.53	4.85	0.0483
14	3	1	61.51	6.54	0.064	4	1	44.74	4.75	0.0468
15	3	1	61.51	7.05	0.068	4	1	53.12	6.09	0.0589
16	3	1	54.99	6.41	0.062	4	1	33.55	3.91	0.0376
17	3	1	56.85	6.89	0.066	4	1	48.46	5.87	0.0560
18	3	1	56.85	6.47	0.063	4	1	36.35	4.14	0.0400
19	3	1	73.63	7.56	0.075	4	1	50.33	5.17	0.0513
20	3	2	69.90	9.55	0.088	4	2	46.60	6.37	0.0589
21	3	2	54.99	7.83	0.072	4	2	39.14	5.58	0.0510
22	3	2	47.53	7.59	0.068	4	2	31.69	5.06	0.0450
23	3	2	56.85	7.50	0.070	4	2	39.14	5.16	0.0482
24	3	2	40.08	5.80	0.053	4	2	41.94	6.07	0.0553
25	3	2	55.92	6.27	0.061	4	2	46.60	5.22	0.0507
26	3	2	61.51	7.49	0.071	4	2	42.87	5.22	0.0497

Número de cuy	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico
1	5	1	67.10	8.48	0.080	6	1	57.78	7.31	0.0689
2	5	1	61.51	8.34	0.077	6	1	47.53	6.45	0.0597
3	5	1	73.63	8.18	0.080	6	1	54.99	6.11	0.0595
4	5	1	81.08	9.44	0.091	6	1	61.51	7.17	0.0690
5	5	1	63.38	6.38	0.064	6	1	64.31	6.47	0.0646
6	5	1	45.67	7.16	0.064	6	1	46.60	7.31	0.0653
7	5	2	80.15	9.93	0.094	6	2	65.24	8.08	0.0766
8	5	2	41.01	6.02	0.055	6	2	44.74	6.56	0.0596
9	5	2	58.72	8.49	0.077	6	2	51.26	7.41	0.0676
10	5	2	65.24	9.09	0.084	6	2	57.78	8.05	0.0741
11	5	2	57.78	8.35	0.076	6	2	41.01	5.93	0.0540
12	5	2	60.58	8.20	0.076	6	2	50.33	6.81	0.0631
13	5	1	84.81	8.66	0.086	6	1	63.38	6.47	0.0644
14	5	1	68.97	7.33	0.072	6	1	55.92	5.94	0.0585
15	5	1	77.36	8.87	0.086	6	1	65.24	7.48	0.0723
16	5	1	63.38	7.39	0.071	6	1	50.33	5.87	0.0565
17	5	1	67.10	8.13	0.077	6	1	59.65	7.23	0.0689
18	5	1	68.04	7.74	0.075	6	1	50.33	5.73	0.0554
19	5	1	83.88	8.61	0.086	6	1	65.24	6.70	0.0665
20	5	2	67.10	9.17	0.085	6	2	64.31	8.79	0.0813
21	5	2	55.92	7.97	0.073	6	2	37.28	5.31	0.0486
22	5	2	54.99	8.78	0.078	6	2	43.80	7.00	0.0622
23	5	2	64.31	8.48	0.079	6	2	31.69	4.18	0.0390
24	5	2	46.60	6.74	0.061	6	2	29.82	4.31	0.0393
25	5	2	70.83	7.94	0.077	6	2	48.46	5.43	0.0528
26	5	2	67.10	8.17	0.078	6	2	56.85	6.92	0.0659

Número de cuy	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico
1	7	1	59.65	7.54	0.0711	8	1	62.44	7.89	0.0744
2	7	1	53.12	7.20	0.0668	8	1	52.19	7.08	0.0656
3	7	1	61.51	6.83	0.0666	8	1	57.78	6.42	0.0625
4	7	1	64.31	7.49	0.0721	8	1	68.97	8.03	0.0773
5	7	1	71.76	7.22	0.0721	8	1	78.29	7.88	0.0787
6	7	1	52.19	8.19	0.0732	8	1	51.26	8.04	0.0718
7	7	2	67.10	8.32	0.0788	8	2	68.97	8.55	0.0810
8	7	2	46.60	6.84	0.0621	8	2	45.67	6.70	0.0609
9	7	2	56.85	8.22	0.0750	8	2	54.99	7.95	0.0725
10	7	2	58.72	8.18	0.0753	8	2	60.58	8.44	0.0777
11	7	2	48.46	7.00	0.0639	8	2	50.33	7.27	0.0663
12	7	2	49.40	6.68	0.0620	8	2	52.19	7.06	0.0655
13	7	1	59.65	6.09	0.0606	8	1	65.24	6.66	0.0663
14	7	1	60.58	6.44	0.0634	8	1	71.76	7.63	0.0751
15	7	1	66.17	7.59	0.0733	8	1	74.56	8.55	0.0826
16	7	1	50.33	5.87	0.0565	8	1	57.78	6.73	0.0648
17	7	1	56.85	6.89	0.0656	8	1	63.38	7.68	0.0732
18	7	1	64.31	7.32	0.0708	8	1	49.40	5.62	0.0544
19	7	1	68.97	7.08	0.0703	8	1	72.70	7.46	0.0741
20	7	2	64.31	8.79	0.0813	8	2	64.31	8.79	0.0813
21	7	2	29.82	4.25	0.0389	8	2	58.72	8.36	0.0766
22	7	2	44.74	7.15	0.0636	8	2	50.33	8.04	0.0715
23	7	2	39.14	5.16	0.0482	8	2	38.21	5.04	0.0470
24	7	2	20.50	2.97	0.0270	8	2	62.44	9.03	0.0823
25	7	2	50.33	5.64	0.0548	8	2	61.51	6.89	0.0670
26	7	2	58.72	7.15	0.0681	8	2	54.99	6.70	0.0638

Número de cuy	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico	Numero de día	Sexo	Consumo de materia seca	Consumo de materia seca en función al peso vivo	Consumo de materia seca en función al peso metabólico
1	9	1	64.31	8.13	0.0767	10	1	64.31	8.13	0.0767
2	9	1	52.19	7.08	0.0656	10	1	52.19	7.08	0.0656
3	9	1	60.11	6.68	0.0651	10	1	60.11	6.68	0.0651
4	9	1	68.97	8.03	0.0773	10	1	68.97	8.03	0.0773
5	9	1	84.35	8.49	0.0848	10	1	84.35	8.49	0.0848
6	9	1	52.19	8.19	0.0732	10	1	52.19	8.19	0.0732
7	9	2	64.77	8.03	0.0761	10	2	64.77	8.03	0.0761
8	9	2	50.79	7.45	0.0677	10	2	50.79	7.45	0.0677
9	9	2	48.00	6.94	0.0633	10	2	48.00	6.94	0.0633
10	9	2	61.98	8.63	0.0795	10	2	61.98	8.63	0.0795
11	9	2	45.67	6.60	0.0602	10	2	45.67	6.60	0.0602
12	9	2	53.59	7.25	0.0672	10	2	53.59	7.25	0.0672
13	9	1	39.14	4.00	0.0398	10	1	39.14	4.00	0.0398
14	9	1	64.77	6.88	0.0678	10	1	64.77	6.88	0.0678
15	9	1	67.10	7.70	0.0744	10	1	67.10	7.70	0.0744
16	9	1	56.85	6.63	0.0638	10	1	56.85	6.63	0.0638
17	9	1	58.25	7.06	0.0673	10	1	58.25	7.06	0.0673
18	9	1	57.78	6.57	0.0637	10	1	57.78	6.57	0.0637
19	9	1	71.30	7.32	0.0727	10	1	71.30	7.32	0.0727
20	9	2	64.77	8.85	0.0818	10	2	64.77	8.85	0.0818
21	9	2	47.07	6.70	0.0614	10	2	47.07	6.70	0.0614
22	9	2	44.74	7.15	0.0636	10	2	44.74	7.15	0.0636
23	9	2	41.47	5.47	0.0510	10	2	41.47	5.47	0.0510
24	9	2	37.28	5.39	0.0492	10	2	37.28	5.39	0.0492
25	9	2	57.78	6.47	0.0629	10	2	57.78	6.47	0.0629
26	9	2	53.59	6.53	0.0621	10	2	53.59	6.53	0.0621