

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Digestibilidad aparente de dos formas de alimentos concentrados (harina - pellets) en cuyes
(*Cavia porcellus*) mejorados

Presentado por:

Miluska Cáceres Valencia

Para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

**“DIGESTIBILIDAD APARENTE DE DOS FORMAS DE ALIMENTOS
CONCENTRADOS (HARINA - PELLETS) EN CUYES (*Cavia porcellus*)
MEJORADOS”**

Presentado por **Miluska Cáceres Valencia**, para optar el Título de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 18 de julio de 2024 ante el jurado evaluador:

Presidente:

Dr. Nilton César Gómez Urviola

Primer Miembro:

Dr. Ulises Sandro Quispe Gutiérrez

Segundo Miembro:

MVZ. Juan Roberto Soncco Quispe

Asesores:

Dr. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva

Mtro. Ruth Ramos Zuñiga



UNIVERSIDAD NACIONAL
**MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC**

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD **Nº 14-2024**

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia declara que, la Tesis intitulada “**Digestibilidad aparente de dos formas de alimentos concentrados (harina - pellets) en cuyes (Cavia porcellus) mejorados**”, presentado por el **Bach. Miluska Cáceres Valencia**, para optar el Título de **Médico Veterinario y Zootecnista**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software TURNITIN, siendo el índice de similitud **ACEPTABLE de (18%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 15 de julio del 2024

Dr. Virgilio Machaca Machaca
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

C. c:
Archivo
REG. Nº 14
Archivo



Agradecimiento

A mis amistades, colegas y amigos que me brindaron su apoyo de una u otra forma.



Dedicatoria

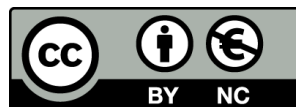
A mis padres Adrian y Sabina, a mi hermana Sandra, a mis hijas April y Aliz y a mí compañero de vida Miguel Angel, por el apoyo incondicional en mis estudios y ejecución del proyecto de tesis, ellos han sido el motor y motivo para no rendirme y afrontar las adversidades con coraje y valentía. Quiero mencionar y dedicar este trabajo a una persona especial que me acompañó todo el tiempo, por recordarme que soy grandiosa y que tengo fortaleza para luchar contra las adversidades, me refiero a Miluska.



“Digestibilidad aparente de dos formas de alimentos concentrados (harina - pellets) en cuyes
(*Cavia porcellus*) mejorados”

Línea de investigación: Ciencias veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema.....	5
1.2 Enunciado del problema.....	6
1.2.1 Problema general.....	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.2.3 Justificación de la investigación.....	6
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1 Objetivos de la investigación	8
2.1.1 Objetivo general	8
2.1.2 Objetivos específicos.....	8
2.2 Hipótesis de la investigación.....	8
2.2.1 Hipótesis general	8
2.2.2 Hipótesis específicas	8
2.3 Operacionalización de variables.....	9
CAPÍTULO III	10
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	10
3.1 Antecedentes	10
3.2 Marco teórico	14
3.2.1 Características generales del cuy.....	14
3.2.1.1 Taxonomía.....	14
3.2.1.2 Clasificación de los cuyes	14
3.2.1.3 Sistemas de crianza en cuyes	15
3.2.1.4 Importancia del cuy en la región Apurímac	15
3.2.2 Anatomía y fisiología digestiva del cuy	16
3.2.3 Nutrición y alimentación del cuy	18
3.2.3.1 Sistemas de alimentación en cuyes	18
3.2.3.2 Requerimientos nutricionales del cuy	19



3.2.3.3	Métodos para determinar la digestibilidad	22
3.2.3.4	Factores que afectan la digestibilidad	23
3.3	Marco conceptual	25
CAPÍTULO IV.....		27
METODOLOGÍA.....		27
4.1	Tipo y nivel de investigación	27
4.2	Diseño de la investigación.....	27
4.3	Descripción ética de la investigación	27
4.4	Población y muestra	27
4.5	Procedimiento.....	28
4.6	Técnica e instrumentos.....	30
4.7	Análisis estadístico	31
CAPÍTULO V		33
RESULTADOS Y DISCUSIONES		33
5.1	Análisis de resultados.....	33
5.1.1	Coeficiente de digestibilidad aparente de los alimentos comerciales	33
5.1.2	Energía digestible de los alimentos comerciales.....	34
5.1.3	Consumo de alimento y agua de los alimentos comerciales	34
5.2	Discusión.....	35
CAPÍTULO VI.....		40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		40
6.1	Conclusiones	40
6.2	Recomendaciones.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		41
ANEXOS.....		49



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables propuestas para la digestibilidad aparente en cuyes.....	9
Tabla 2. Requerimientos nutricionales por etapa de desarrollo en cuyes.....	20
Tabla 3. Composición química de dos alimentos formulados para cuyes.....	20
Tabla 4. Contenido nutricional de las dietas experimentales (g/kg, base fresca).....	21
Tabla 5. Insumos y composición nutricional del alimento concentrado en forma de harina y pellets.....	28
Tabla 6. Composición nutricional de alimentos comerciales para cuyes.....	29
Tabla 7. Digestibilidad de los alimentos comerciales.....	33
Tabla 8. Energía digestible de los alimentos comerciales.....	34
Tabla 9. Consumo de materia seca y agua.....	35
Tabla 10. Composición nutricional de alimento comercial en forma de harina.....	50
Tabla 11. Composición nutricional de las heces de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de harina.....	50
Tabla 12. Materia seca consumida (g/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de harina.....	51
Tabla 13. Materia seca excretada (g/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de harina.....	51
Tabla 14. Coeficiente de digestibilidad aparente del alimento comercial en forma de harina.....	52
Tabla 15. Energía digestible del alimento comercial en forma de harina.....	52
Tabla 16. Consumo de agua (mL/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de harina.....	53
Tabla 17. Composición nutricional de alimento comercial en forma de pellet o granulado....	54
Tabla 18. Composición nutricional de las heces de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet.....	54
Tabla 19. Materia seca consumida (g/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet.....	55
Tabla 20. Materia seca excretada (g/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet.....	55
Tabla 21. Coeficiente de digestibilidad aparente del alimento comercial en forma de pellet..	56
Tabla 22. Energía digestible del alimento comercial en forma de pellet.....	56
Tabla 23. Consumo de agua (mL/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet.....	57
Tabla 24. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la materia seca.....	58
Tabla 25. Prueba estadística para la digestibilidad de la materia seca.....	58

Tabla 26. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la proteína cruda.....	58
Tabla 27. Prueba estadística para la digestibilidad de la proteína cruda	58
Tabla 28. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk del extracto etéreo.....	59
Tabla 29. Prueba estadística para la digestibilidad del extracto etéreo	59
Tabla 30. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la ceniza.....	59
Tabla 31. Prueba estadística para la digestibilidad de la ceniza	59
Tabla 32. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la fibra cruda	60
Tabla 33. Prueba estadística para la digestibilidad de la fibra cruda.....	60
Tabla 34. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la fibra detergente neutra.....	60
Tabla 35. Prueba estadística para la digestibilidad de la fibra detergente neutra.....	60
Tabla 36. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la fibra detergente ácida	61
Tabla 37. Prueba estadística para la digestibilidad de la fibra detergente ácida	61
Tabla 38. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de carbohidratos no fibrosos	61
Tabla 39. Prueba estadística para la digestibilidad de carbohidratos no fibrosos	61
Tabla 40. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk del extracto libre de nitrógeno	62
Tabla 41. Prueba estadística para la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno.....	62
Tabla 42. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la energía digestible	62
Tabla 43. Prueba estadística para la energía digestible	62
Tabla 44. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la materia seca consumida.....	63
Tabla 45. Prueba estadística para la materia seca consumida	63
Tabla 46. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk del consumo de agua.....	63
Tabla 47. Prueba estadística para el consumo de agua.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Jaula metabólica para cuyes	64
Figura 2. Proceso de limpieza de parrilla movable para las heces	64
Figura 3. Pesaje del alimento comercial en forma de harina no consumido por el cuy	65
Figura 4. Cuy en descanso en jaula metabólica limpia.....	65
Figura 5. Suministro de alimento comercial en forma de harina en comedero movable	66
Figura 6. Medición de agua no consumida.....	66
Figura 7. Suministro de agua fresca en bebederos movibles.....	67
Figura 8. Cuy en jaula metabólica con alimento comercial en forma de harina y agua.....	67
Figura 9. Cuy en jaula metabólica con alimento comercial en forma de pellet	68
Figura 10. Pesado de cuy.....	68
Figura 11. Recojo y limpieza de heces	69
Figura 12. Pesado de heces exentas de pelo e impurezas	69
Figura 13. Muestra de alimento comercial en forma de harina y heces de cuyes	70
Figura 14. Muestra de alimento comercial en forma de pellet y heces de cuyes	70
Figura 15A. Reporte del análisis realizado en el laboratorio	71
Figura 15B. Reporte del análisis realizado en el laboratorio.....	72
Figura 15C. Reporte del análisis realizado en el laboratorio.....	73



INTRODUCCIÓN

Los cuyes producen carne para el consumo doméstico y para la comercialización en el contexto de los pequeños agricultores rurales ya que responden favorablemente a la cría y el manejo ¹. Los cuyes son fuente de proteína cárnica debido a sus altas tasas de fertilidad, rápido crecimiento y facilidad de manejo, hace 30 años se ha incrementado la producción comercial de cuyes, en particular de razas mejoradas ². El cuy es un herbívoro monogástrico, la alimentación puede ser con forraje por su gran capacidad de consumo, también, pienso concentrado o la combinación de forraje y concentrado, el desafío está en la producción de piensos de calidad, en su mayoría concentrados, para satisfacer los requerimientos nutricionales del animal (alimento integral), estos piensos son granuladas y suelen ser más pequeñas y blandas, las dietas preparadas comercialmente contienen de 18-20% de proteínas, 4% de grasa y 16% de fibra y niveles recomendados de vitaminas y minerales ³.

El cuy es cecotrófico, tiene el estómago completamente glandular, el intestino delgado se encuentra en el lado derecho del abdomen y en cuyes adultos mide aproximadamente 125 cm de largo, el intestino grueso comienza en la válvula ileocecal y el ciego es la parte más grande del tracto digestivo y generalmente contiene hasta el 65% del contenido gastrointestinal ⁴. La evaluación de la calidad del alimento se realiza a través de la digestibilidad de nutrientes de los alimentos, en cuyes se realiza en jaulas metabólicas individuales, donde se considera los días de adaptación y días de recolección total de las heces ⁵.

La digestibilidad está relacionada con los componentes de la dieta, en ese sentido, la concentración de la proteína bruta (PB) tendría un efecto positivo sobre el consumo de la materia seca (CMS), mientras que las fracciones de fibra de las dietas tienden a disminuir el CMS de los animales, lo que probablemente se debería a la diferencia de selectividad en los animales, otro de los factores, sería la PB de la dieta que tendría influencia positiva sobre la digestibilidad de la materia seca (DMS), que dependerá de la calidad de la dieta y la selectividad de especie y/o raza, también, el contenido de fibra detergente neutra (FDN) influiría negativamente en la digestibilidad, pero dependerá de la especie animal y dietas ricas en fibra en comparación con dietas bajas en fibra, además, la fibra detergente ácida (FDA) influye negativamente en la DMS, que está sujeta a la calidad de la dieta, sistema gastrointestinal y selectividad de especie ⁶.



Los cuyes pueden obtener más energía y nutrientes esenciales a partir de materiales fibrosos (celulosa) en comparación a la mayoría de las especies de ganado no rumiante, por otro lado, estos animales producen 1.26 g de canal por cada gramo consumido y para producir la máxima cantidad de carne, la dieta debería incluir hasta el 40% de alimentos concentrados como los cereales ¹. La disponibilidad de forraje durante la época seca es un obstáculo en estos últimos años, la alternativa es la utilización de alimento concentrado en forma granulada (pellets) incluyendo vitamina C o la elaboración de concentrados caseros elaborada por los productores o empresas locales en forma de harina (sin granular), además, se debe proporcionar agua fresca a diario, la adecuada alimentación ayudaría a garantizar que se proporcionen los requerimientos nutricionales, en tal sentido, en el presente estudio se comparó la digestibilidad aparente de dos formas de alimento concentrado (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados.



RESUMEN

Se comparó la digestibilidad aparente de dos formas de alimento concentrado (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados. Para cada alimento se utilizaron 3 cuyes machos adultos mejorados tipo I con un peso vivo de 909.8 ± 35.2 g, los mismos fueron adquiridos de la granja Del Corral de la ciudad de Abancay. El coeficiente de digestibilidad aparente de las dos formas de alimentos concentrados (harina y pellets) se determinó a través de experimentos de digestión convencional *in vivo*, en jaulas metabólicas individuales provistas de comederos y bebederos. La energía digestible, se determinó con base al contenido energético (energía bruta) de la dieta o alimento integral y de las heces. El consumo del alimento (CMS) se determinó entre la diferencia del alimento ofrecido y alimento no consumido. El consumo de agua (CAG), igualmente se estimó, descontando el agua ofrecida menos la no consumida. La etapa de acostumbramiento al alimento fue de 7 días y la etapa experimental propiamente dicha tuvo una duración de 9 días. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de t de Student, previamente se aplicó la prueba de F de Fisher para estimar si las varianzas eran similares. La digestibilidad de la materia seca (DMS), ceniza (DCZS), fibra cruda (DFC), fibra detergente neutra (DFDN), fibra detergente ácida (DFDA), carbohidratos no fibrosos (DCNF) y del extracto libre de nitrógeno (DELN) de la harina fue mayor en 11.00, 10.00, 19.00, 13.00, 12.00, 9.00 y 13.00% respectivamente, en relación al pellet ($P < 0.05$). La digestibilidad de proteína cruda (DPC) del pellet fue mayor en 13.00% con relación a la harina ($P < 0.05$). La digestibilidad del extracto etéreo (DEE) de la harina y pellet fueron similares ($P > 0.05$). La energía digestible (ED) en la harina fue superior en 0.25 Mcal/Kg MS en relación al pellet ($P < 0.05$). El consumo de la MS fue mayor en 20 g/animal/día al ser alimentados con pellet en relación a la harina ($P < 0.05$). En los cuyes que fueron alimentados con harina el consumo de agua fue menor en 35 mL/animal/d con respecto a los cuyes que recibieron pellet ($P < 0.05$). En conclusión, el alimento comercial en forma de pellet mostró mejor digestibilidad en la PC, la digestibilidad de los otros nutrientes fue mejor en el alimento en forma de harina y el nivel energético, el CMS y CAG del alimento comercial en pellet fue mayor en relación al alimento en forma de harina.

Palabras clave: Alimento integral, consumo de agua, consumo de alimento, jaulas metabólicas.



ABSTRACT

The apparent digestibility of two forms of concentrated feed (meal - pellets), was compared in improved guinea pigs (*Cavia porcellus*). For each food, three improved type I male guinea pigs with a live weight of 909.8 ± 35.2 g were used which were acquired from the Del Corral farm from Abancay city. The apparent digestibility coefficient of the two concentrated foods (meal and pellet) was determined through conventional in vivo digestion experiments, in individual metabolic cages provided with feeders and drinkers. Digestible energy was determined based on the energy content (gross energy) of the diet or whole food and feces. Food ingestion (DMI) was determined between the difference between the food offered and the food rejected. Water ingestion (AgI), was measured by measuring the water offered and rejected by each guinea pig. The stage of getting used to food was 7 days and the collection stage lasted 9 days. The comparison of means using the Student t Test, was carried previously the Fisher F test, was applied to estimate if the variances were similar. The digestibility of dry matter (DDM), ash (DA), crude fiber (DCF), neutral detergent fiber (DNDF), acid detergent fiber (DADF), non-fibrous carbohydrates (DNFC) and nitrogen-free extract (DNFE) from meal was higher by 11.00, 10.00, 19.00, 13.00, 12.00, 9.00 and 13.00% respectively in relation to the pellet ($P < 0.05$). The digestibility of crude protein (DCP) of the pellet was greater by 13.00% in relation from meal ($P < 0.05$). The digestibility of the ether extract (DEE) from meal and pellet had the same behavior ($P > 0.05$). The digestible energy (DE) from meal was higher by 0.25 Mcal/Kg MS in relation to the pellet ($P < 0.05$). DM ingestion was higher by 20 g/animal/d when fed with pellets in relation to meal ($P < 0.05$). In the guinea pigs that were food with meal, water ingestion was lower by 35 mL/animal/d compared to the guinea pigs that received pellets ($P < 0.05$). In conclusion, the commercial feed in pellet form showed better digestibility in the CP, digestibility of the other nutrients of the feed in meal form and the energy level, the DMI and AgI of the commercial feed in pellet was higher in relation to the food in the meal form.

Keywords: *Feed consumption, metabolic cages, water consumption, whole food.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Los requerimientos nutricionales de los cuyes son necesarios para estimar las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción, que conlleva a mejorar la productividad de animales según la calidad genética disponible de los mismos, en el transcurso de los años se implementó la alimentación mixta incluyendo forraje y concentrado para cuyes mejorados en sistemas de crianza familiar y tecnificada comercial, posteriormente, por la escasez de forrajes a causa de la disminución de la frontera agrícola en varios lugares del país, se viene probando otras alternativas como la alimentación integral, para reducir la dependencia de forrajes ⁷. La alimentación de cuyes con concentrado, es uno de los tres sistemas de alimentación, que requiere suministro de agua diariamente, este tipo de dieta única es la más completa ya que se espera cubra las necesidades nutricionales del cuy, una de sus desventajas es el costo ⁸.

El sistema de alimentación en base a forraje exclusivamente, representa el 70% de los costos económicos debido al incremento de precio de alimentos verdes, además, de ser el más utilizado por los productores ⁹. Una alternativa es el granulado o peletizado, se logra mediante presión, humedad y calor, donde el alimento en forma de harina se moldea para mezclar los ingredientes, es un proceso costoso en términos monetarios y tiene influencia en los costos variables, esto elevaría el costo del alimento peletizado en 2% ¹⁰, entre los factores que afectan la calidad del pellet, con respecto a la calidad nutricional y tránsito gastrointestinal, estarían la presión del vapor, temperatura, tamaño de la partícula, formulación y el acondicionamiento de la harina ^{11, 12}.

Alarcón et al citado por Gutiérrez ¹³, manifiestan que si el alimento es peletizado o granulado tendría ventajas nutricionales, respecto a facilitar la digestibilidad de la proteína y energía, y probablemente incrementar la digestibilidad de la fibra, por mayor fermentación a nivel intestinal, también tendría un efecto positivo en la conversión alimenticia e incrementaría la ganancia diaria, frente a animales que fueron alimentados con dietas en forma de harina, por reducción en el desperdicio del alimento. Por otra parte,



se debe tener cuidado en el proceso de peletizado o granulado, ya que puede afectar las propiedades físico-químicas de los nutrientes y aditivos en la dieta ¹⁴.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Qué forma de alimento concentrado (harina - pellets) presenta una mejor digestibilidad aparente en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Qué forma de alimento concentrado (harina - pellets) presentará mejor coeficiente de digestibilidad aparente de los componentes nutricionales (materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, carbohidratos no fibrosos, extracto libre de nitrógeno) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados?
- ¿Qué forma de alimento concentrado (harina - pellets) presentará mejor energía digestible en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados?
- ¿Qué forma de alimento concentrado (harina - pellets) tendrá mayor consumo de materia seca y agua en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados?

1.2.3 Justificación de la investigación

En el departamento de Apurímac se tiene el 7.97% de la población nacional de cuyes que se crían en sistemas de crianza familiar y familiar comercial ¹⁵, la alimentación de los cuyes es de suma importancia, realizada con base a alimento balanceado y forraje *ad libitum* que aporta vitamina C ¹⁶, para producir proteína animal a un costo comparativamente bajo ¹⁷.

La alimentación de los cuyes debe intentar satisfacer las necesidades energéticas y proteicas, con la finalidad de disminuir los costos por alimentación, estos nutrientes son necesarios para su mantenimiento, crecimiento, reproducción, lactación y gestación, la valoración nutricional a través de técnicas de digestibilidad, directa, indirecta o por sustitución, es necesaria realizarla en los insumos locales o alternativos, sin dejar de lado a las dietas elaboradas en plantas procesadoras de alimentos regionales y nacionales ¹⁸.



La digestibilidad de los alimentos, se puede valorar de acuerdo a la cantidad de nutrientes que no se excretan en las heces de los cuyes, ya que son absorbidos por el animal y se expresa en relación a la materia seca, como coeficiente (%), además, pueden calcularse los coeficientes para los distintos componentes o nutrientes del alimento, uno de los factores que afecta la digestibilidad es la preparación de los alimentos, mediante el picado o molienda, seguida de la granulación (pellet) ¹⁹.

El consumo de la materia seca en cantidad y en varios momentos (ingesta frecuente de comidas pequeñas) en condiciones *ad libitum*, estaría dirigido a lograr una entrada constante de nutrientes al tracto gastrointestinal, para mantener el equilibrio energético, en exámenes del contenido gástrico se demostró que el estómago nunca está completamente vacío, además, el ciego proporciona otra fuente potencial para la absorción constante de nutrientes, cabe indicar, que el consumo de agua asociado con los alimentos conduce a una ingesta suficiente para mantener el equilibrio hídrico del animal ²⁰.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Comparar la digestibilidad aparente de dos formas de alimento concentrado (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar y comparar los coeficientes de digestibilidad aparente de los componentes nutricionales (materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, carbohidratos no fibrosos, extracto libre de nitrógeno) de dos formas de alimento (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados.
- Determinar y comparar la energía digestible de dos formas de alimento concentrado (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados.
- Determinar y comparar el consumo de materia seca y agua respecto a dos formas de alimento concentrado (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Existirá diferencias en la digestibilidad aparente de dos formas de alimento concentrado (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados.

2.2.2 Hipótesis específicas

- Los coeficientes de digestibilidad aparente de los componentes nutricionales (materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, carbohidratos no fibrosos, extracto



libre de nitrógeno) mostraran diferencias en las dos formas de alimento (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*).

- El aporte de la energía digestible será diferente en las dos formas de alimento concentrado (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados.
- El consumo de materia seca y agua serán diferentes con respecto a dos formas de alimento concentrado (harina - pellets) en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados.

2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1. Variables propuestas para la digestibilidad aparente en cuyes

Variables	Indicadores
Independiente:	
Forma de alimento concentrado	Harina Pellets
Dependiente:	
Coeficiente de digestibilidad aparente	
Digestibilidad de la materia seca (DMS)	Porcentaje
Digestibilidad de la proteína cruda (DPC)	Porcentaje
Digestibilidad del extracto etéreo (DEE)	Porcentaje
Digestibilidad de la ceniza (DCZS)	Porcentaje
Digestibilidad de la fibra cruda (DFC)	Porcentaje
Digestibilidad de la fibra detergente neutra (DFDN)	Porcentaje
Digestibilidad de la fibra detergente ácida (DFDA)	Porcentaje
Digestibilidad de los carbohidratos no fibrosos	Porcentaje
Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (DELN)	Porcentaje
Energía digestible	Mcal/kg de MS
Consumo de materia seca	g/animal/día
Consumo de agua	mL/animal/día



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) Se evaluó la digestibilidad de alimento peletizado que incluía harina de alfalfa y harina de sangre como insumos proteicos, se elaboró 4 alimentos balanceados, T1: contenía 36% de harina de alfalfa, T2: contenía de harinas de alfalfa 18% y harina de sangre 4%, T3: contenía harina de sangre 8% y una dieta testigo (T4), para la prueba de digestibilidad de cada una de las dietas, se utilizaron 4 cuyes machos de la raza Perú de 9 semanas de edad en promedio y 600 a 620 g de peso vivo, que fueron ubicados en jaulas de digestibilidad individuales con dimensiones de 0.20 x 0.20 x 0.30 m, implementadas con un comedero y un bebedero para la administración diaria de alimento y agua, las etapas de acostumbramiento y colección se realizaron durante 7 días respectivamente, diariamente suministraron las dietas y el agua. La digestibilidad de la materia seca ($P \leq 0.05$) para cada tratamiento fue 76.6, 77.4, 78.9 y 76.6% respectivamente, la mejor digestibilidad se observó el alimento balanceado T3 posiblemente por el mayor contenido proteico de 17.2% ²¹.
- b) Se evaluó dietas balanceadas para cuyes que incluían sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L), por su alto valor proteico, como semilla en 30% y torta en 40%, que recibieron procesamiento térmico de cocción en agua, las dietas experimentales fueron peletizadas para evaluar la digestibilidad de los nutrientes y energía digestible en 5 cuyes machos de raza Perú, de 3 meses edad y peso promedio de 700 g, la digestibilidad aparente de cada uno de los nutrientes fue determinada mediante el método directo y la energía digestible aparente se determinó a partir del contenido de energía bruta del alimento y de las heces, para lo cual, se utilizaron jaulas metabólicas individuales tipo cónicas (0.11 m²), las etapas de acostumbramiento y colección se realizaron durante 7 días respectivamente. El consumo de las dietas fue 25.1 ± 5.2 y 27.1 ± 4.6 g MS/día respectivamente, la digestibilidad aparente (%) para la materia seca, proteína bruta, fibra cruda y extracto etéreo para la dieta que incluía semilla fueron de 54.4, 79.6, 27.0, 76.1%, mientras en la dieta que incluía torta fueron de 82.5,



81.2, 98.7, 65.9% y la energía digestible fue 3296 y 4621 kcal/kg de materia seca, respectivamente. La digestibilidad elevada podría deberse al contenido de proteína bruta de la semilla (40.6%) y torta (65.6%) de sachá inchi precocida y los valores energéticos estarían determinadas por la composición química de las dietas ²².

- c) En otro estudio, se determinó el coeficiente de digestibilidad de la materia seca y la energía digestible de tres dietas, se utilizaron 3 cuyes machos mejorados tipo I de tres meses de edad y peso promedio de 725 g por cada dieta, que se ubicaron en jaulas metabólicas individuales de metal con un área de 0.2856 m² cada una, donde recibieron las dietas sobre la base de alimento integral para cuyes (T0), alimento integral con broza de arveja molida (T1) y alimento integral con broza de betarraga molida (T2). El periodo de adaptación fue 7 días y la colección de las heces tuvo una duración de 5 días. El consumo de cada una de las dietas con base seca fue 49.4, 56.2 y 49.4 g/día, el coeficiente de digestibilidad de la materia seca de las dietas fueron 70.0, 68.6 y 69.9% respectivamente y la energía digestible en cada dieta fue 2823.0, 2749.4 y 2669.2 kcal/kg respectivamente, este comportamiento indicaría que las brozas molidas pueden ser utilizadas como materia prima en la formulación de dietas para cuyes ²³.
- d) En un estudio, se evaluó el consumo de agua en cuyes machos destetados de la línea Perú de 2 semanas de edad, con un peso promedio de 300 g, los cuyes recibieron alimento concentrado y agua, se administró 150 mL de agua diariamente a cuyes que recibieron alimento balanceado (10% del peso vivo), mantenidos en áreas de crianza de 0.20 m² y 0.10 m², la investigación se realizó en 56 días, se utilizó bebederos de arcilla revestido con esmalte con capacidad para 300 mL, el agua fresca y limpia se suministró diariamente por la mañana. Entre la 6ta y 8va semana llegaron a un peso vivo promedio de 941.0 y 793.4 g/animal, para ambas dietas el consumo de la materia seca fue 47.6 g y el consumo de agua fue 73.9 y 84.0 mL respectivamente, este incremento en el consumo de agua se debería al estrés por el menor espacio vital ²⁴.
- e) Se evaluó la harina de lombrices (*Eisenia foetida*) en 10 y 20% incluidas en dietas experimentales para cuyes, para las pruebas de digestibilidad se utilizaron nueve cuyes machos de 5 meses de edad, raza Wanka, de pesos similares (700 – 750 g), distribuidos en tres grupos de tres cuyes cada uno, dispuestos aleatoriamente en jaulas metabólicas individuales de forma cónica, en la fase pre experimental los cuyes consumieron exclusivamente las dietas hasta el decimoquinto día y la fase experimental tuvo un



período de siete días. Los coeficientes de digestibilidad para la dieta con la inclusión del 10% de harina de lombrices para la materia seca, proteína bruta, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno fueron 64.1, 91.8, 69.6 y 33.2% y para la dieta con 20% de harina de lombrices fueron 71.8, 94.0, 75.1 y 49.4% respectivamente, mostraron que mediante la prueba t para la diferencia de medias de muestras independientes de los coeficientes de digestibilidad fueron similares ($P > 0.05$), esto demostró la calidad nutricional de las dietas evaluadas, posiblemente por la composición química y los niveles de proteína (66.90%) y aminoácidos ²⁵.

- f) La digestibilidad *in vivo* de la harina de hojas de *Moringa oleífera* como fuente proteica (21 a 33%) granulada, la moringa recibió la fertilización de diferentes dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150, 200, 250 kg N/ha) proveniente del excremento de pollo y cosechada a los 6 meses, se realizó en cobayas de raza inglesa (30 machos y 30 hembras) con edad aproximada de 5 meses y peso promedio de 450 ± 50 g, distribuidos en 6 tratamientos, estos animales se colocaron en jaulas de 0.34 m^2 , cada una equipada con un comedero de plástico de 100 g y un bebedero de plástico de 100 ml. El periodo de adaptación fue 10 días y el período de digestibilidad propiamente dicho duró 7 días. La fertilización de N tuvo efecto significativo en los niveles de proteína cruda (16.67, 21.63, 25.40, 29.11, 32.99 y 32.69% MS respectivamente), la materia seca y el extracto libre de nitrógeno disminuyeron con el nivel de fertilización. La digestibilidad de la MS (87.9%), PC (91.6%) y FC (93.3%) fueron similares entre las dosis de nitrógeno y sexos ($P > 0.05$), esto indicaría que el proceso digestivo se vería afectado por el alimento más no por el sexo, y la forma de presentación, además, la digestibilidad sería afectada por la estructura y el estado físico de la dieta, se refiere a la forma granulada en la que se suministra al animal ²⁶.
- g) Se evaluó la ingestión y digestibilidad de las semillas de *Moringa oleífera*, como fuente proteica no convencional, en cuarenta cuyes ingleses (20 machos y 20 hembras) de 4 a 5 meses de edad aproximadamente y peso promedio de 350 ± 50 g, distribuidos en 4 tratamientos: sin semillas, enteras, remojadas y sin cáscara, cada concentrado se granuló con 7% de semilla y se combinó con 105 g de *Pennisetum purpureum* (Pp). Los cuyes se colocaron en jaulas de 0.35 m^2 , equipada con un comedero de plástico de 100 g y bebedero de plástico. El periodo de adaptación fue 10 días y el período de digestibilidad propiamente dicho duró 7 días. La ingesta de concentrado granulado en las raciones con semillas enteras (29.3 g/animal/día), remojadas (29.1 g/animal/día) y



sin cáscara (26.4 g/animal/día) fue comparable ($p > 0.05$) y significativamente ($p < 0.05$) inferior a la ingesta de la dieta sin semilla (35.3 g/animal/día). Por otro lado, el factor de utilización digestiva de la MS (82.0, 82.8, 79.2 y 81.7%) y FC (77.2, 74.8, 79.9 y 79.0%) de las dietas que contenían semillas de *M. oleifera* tratadas de manera diferente fue comparable ($p > 0.05$) a la dieta control. La digestibilidad de la PC de las dietas con semilla entera + Pp (77.0%) fue comparable ($p > 0.05$) a la dieta con semilla remojada + Pp (78.7%) y las digestibilidades de la dieta sin semilla + Pp (86.3%) y semilla pelada + Pp (82.6%) fueron comparables ($p > 0.05$) y significativamente ($p < 0.05$) mayores que la dieta con semilla entera + Pp (77.0%), esto podría deberse al tratamiento realizado a las semillas de *M. oleifera* que redujo su contenido en taninos y fitatos aumentando así la palatabilidad de las dietas ²⁷.

- h) En otro estudio, se evaluó la composición química y la digestibilidad aparente de tres dietas granuladas, que incluyeron harina de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y afrecho de cebada (*Hordeum vulgare*) en cuyes (*Cavia porcellus* L.), se utilizaron 21 cuyes en etapa de crecimiento (machos y hembras), con una edad de 50 días y 795 g de peso vivo promedio, fueron distribuidos al azar en jaulas metabólicas, se asignaron 7 cuyes por dieta: dieta basal (Db), dieta harina de alfalfa (Dhf), dieta afrecho de cebada (Dhc), el ensayo de digestibilidad se realizó durante 15 días distribuidos en 10 días de adaptación y 5 días de experimentación, en el proceso se midió el alimento consumido y la producción de excretas de cada uno de los cuyes. El consumo de la materia seca (60 g/animal/día) fue similar entre las Dhf y Dhc y ambas fueron superiores a la Db (47 g/animal/día) ($P < 0.05$). Para las dietas Db, Dhf y Dhc se observó que la digestibilidad de la MS (%) fue 75.2 ± 1.2 , 68.2 ± 1.9 y 62.2 ± 1.6 , la digestibilidad de la PC (%) fue 77.5 ± 1.6 , 74.2 ± 1.3 y 77.2 ± 3.4 , la digestibilidad del EE (%) fue 77.6 ± 1.8 , 58.0 ± 2.2 y 71.3 ± 3.2 , la digestibilidad de la CZS (%) fue 55.1 ± 3.8 , 60.6 ± 3.2 y 53.8 ± 6.1 , la digestibilidad de la FC (%) fue 72.0 ± 1.8 , 63.3 ± 3.8 y 51.0 ± 3.9 , la digestibilidad del ELN (%) fue 79.8 ± 1.6 , 71.8 ± 3.3 y 62.8 ± 1.6 mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$). La harina de alfalfa tiene un aporte proteico del 19.3%, este nivel tendría efecto positivo en la digestibilidad de la dieta, además, el afrecho de cebada es un ingrediente con gran aporte de fibra cruda (32.9%) en la alimentación de los cuyes ²⁸.



3.2 Marco teórico

3.2.1 Características generales del cuy

3.2.1.1 Taxonomía

El cuy es un mamífero originario de los andes de Sudamérica, es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, la crianza de estos animales, se realiza mayormente en zonas rurales para producir carne para autoconsumo en algunos países latinoamericanos, como Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, requiere temperaturas que oscila entre los 16 a 24 para tener el confort adecuado para su crianza ²⁹, el cuy de acuerdo a la clasificación zoológica pertenece al Reino: Animal, Rama: Vertebrados, Clase: Mamíferos, Orden: Rodentia, Familia: Caviidae, Género: Cavia y Especie: porcellus y el nombre científico es *Cavia porcellus*.

3.2.1.2 Clasificación de los cuyes

Los cuyes se pueden clasificar de acuerdo a su conformación, tenemos el Tipo A: cabeza redondeada, orejas grandes y caídas, cuerpo de buena profundidad, temperamento tranquilo, buen desarrollo corporal y conversión alimenticia y Tipo B: cabeza triangular, alargada y angulosa, las orejas son pequeñas y erectas, cuerpo de poca profundidad y temperamento nervioso y de poco desarrollo corporal; por su forma del pelaje tenemos Tipo 1: se caracteriza por tener el pelo corto, lacio y pegado al cuerpo, Tipo 2: presenta pelo corto, lacio que forman rosetas o remolinos en todo el cuerpo, Tipo 3: presenta pelo largo, lacio y puede presentar rosetas y Tipo 4: presenta el pelo ensortijado en las crías que cambia durante el crecimiento, siendo en adultos erizado; otra manera de clasificar a estos animales es por el color del pelaje, se tiene el pelaje simple: los cuyes tienen un solo color de pelaje como el blanco, bayo, alazán, violeta y negro, por otra parte, el pelaje compuesto que puede ser doble o triple, por ejemplo: moro (blanco con negro), lobo (bayo y negro), ruano (alazán y negro) ³⁰.

Existe la línea Perú, que se caracteriza por el color del pelaje que puede ser alazán puro o combinado (alazán con blanco), son animales de alta precocidad, que permite buen desarrollo muscular y conlleva a una edad de comercialización de 68-75 días; la línea Andina, se caracteriza por el color del pelaje que es blanco puro, presenta alta tasa de prolificidad (2 a 4 crías



por parto) y la línea Inti, se caracteriza por poseer el pelaje de color bayo puro o combinado (bayo con blanco), son animales resilientes, les permite optimizar la producción y presenta índices de adaptabilidad adecuados; también tenemos la línea Inka, presenta pelaje de forma arrosetada, de color alazán puro o combinado (alazán con blanco) y de baja prolificidad ³¹.

3.2.1.3 Sistemas de crianza en cuyes

Tenemos el sistema familiar, donde la producción de cuyes es para autoconsumo, ocasionalmente se comercializa parte de su producción, la mano de obra es familiar y los insumos alimenticios (forrajes o rastros de cosecha) provienen de sus campos ²⁹, se caracteriza por la crianza de cuyes criollos, competencia por alimento y espacio, existe control en el empare, consanguinidad, mortalidad e incidencia de enfermedades y parasitosis ³⁰; otro es el sistema familiar – comercial, es la crianza familiar bien llevada, la producción de cuyes se comercializa, genera ingreso adicional de la familia, involucra mayor mano de obra familiar y los insumos alimenticios provienen de campos propios y de terceros; y por último, el sistema comercial, es la crianza que nos permite maximizar los recursos existentes, lograr una producción de cuyes óptima que permita generar ingresos, esta producción tiene como finalidad principal la venta de cuyes y generar una fuente de ingreso familiar, además involucra mano de obra externa y el alimento proviene de campos cultivados propios y alquilados más concentrado elaborados por ellos o adquiridos ²⁹, se caracteriza por mayor inversión económica, se evalúa los costos de producción para obtener rentabilidad y se brinda condiciones adecuadas para la crianza de cuyes mejorados ³⁰.

3.2.1.4 Importancia del cuy en la región Apurímac

Mediante la resolución Ministerial N° 0338-2013-MINAGRI, se conmemora el Día Nacional del Cuy, llevado a cabo el segundo viernes de octubre, donde se revaloriza la crianza y la calidad genética, que contribuye a la seguridad alimentaria por su aporte proteico y mineral (calcio y hierro), además, la producción de cuyes recae en 800 mil familias a nivel nacional a través de la crianza comercial, cabe indicar que *la población de cuyes en pie determina la oferta de carne de cuy que se destina para el consumo humano*,



las regiones con mayor población de cuyes son Cajamarca (20%), Cusco (17%) y Ancash (12%), se indica que en el año 2019 la región Apurímac contaba con 1 503 000 animales ³².

En la región Apurímac, en el año 2021 se aprobó el proyecto Mejoramiento y ampliación del servicio de apoyo a la cadena productiva del cuy en cinco provincias de la región Apurímac, con un costo de inversión alrededor de 6 millones de soles y una población beneficiaria de 1150 personas de 45 organizaciones en las provincias de Abancay, Antabamba, Aymaraes, Cotabambas y Grau ³³.

Apurímac cuenta con el Banco de Germoplasma del Cuy Nativo, ubicado en la Estación Experimental Agraria (EEA) de Chumbibamba, Andahuaylas, que tiene una población de 572 ejemplares criados bajo un sistema tecnificado, además, cuenta con las razas Perú, Inti y Andina ³⁴. En otro estudio, realizado con machos de la raza Perú en la EEA Chumbibamba, al recibir tres dietas, T1: alfalfa, T2: concentrado y T3: alfalfa + concentrado, desde el destete (12 días) hasta las 8 semanas de edad, con respecto a la ganancia de pesos al beneficio ($P < 0.05$) se obtuvo para el T3: 879.9 g, T1: 876.6 g y T2: 714.6 g y en el rendimiento de carcasa ($P < 0.05$) para el T3: 547.2 g, T1: 547.2 g y T2: 442.3 g, además, la mejor rentabilidad con respecto al costo económico y beneficio neto se observó en el T1: S/. 9.74 y S/. 7.26, respectivamente ³⁵.

A partir de encuestas realizadas en las comunidades circundantes a la ciudad de Abancay (Asillo, Molinopata, Atumpata y Quitasol), se ha observado que el precio del cuy como animal vivo en promedio fue S/. 23.09, y siendo la utilidad negativa, con una pérdida anual de S/. 513.43; en el ámbito sociocultural, tiene impacto positivo en la contribución nutricional de carne de cuy, la participación de género (78% de mujeres), la diversificación productiva, el desarrollo de la gastronomía (cuy relleno 27%, caldo de cuy 25% y pepián de cuy 23%) y generación de empleo (indirecto, 47%); y en el ámbito ambiental, se menciona que la mayoría de criadores utiliza las heces de cuy (abono) para fertilizar los cultivos ³⁶.

3.2.2 Anatomía y fisiología digestiva del cuy

El cuy es una especie herbívora monogástrica, que a nivel estomacal inicia el proceso de digestión enzimática; el ciego constituye cerca del 15% del peso total y es



funcional, donde se realiza la fermentación bacteriana, cabe indicar, que la composición nutricional y los insumos alimenticios utilizados en la dieta tienen efectos en el proceso de digestión, a nivel intestinal y los microorganismos del ciego actuarían como un fermentador post-gástrico ³⁷.

Los cuyes tienen una lengua grande y una cavidad bucal estrecha, presentan dientes elodontos, de raíz abierta que permite el constante crecimiento y el estómago tiene 4 regiones (cardias, fondo, cuerpo y píloro), la superficie interna del estómago es lisa y el píloro está formado por pliegues longitudinales ³⁸.

El páncreas del cuy adulto está compuesto por tres lóbulos irregulares, según la ubicación de los lóbulos en la cavidad abdominal y la relación con los órganos digestivos adyacentes, se denominan lóbulo derecho (duodenal), corporal e izquierdo (esplénico), una parte pequeña del lóbulo corporal se conecta con el duodeno ascendente a través del conducto pancreático menor para vaciar la secreción pancreática ³⁹.

El hígado del cuy es de color marrón rojizo, es multilobulado, tiene superficies diafragmáticas cóncavas y viscerales convexas, presenta seis lóbulos: lóbulo lateral derecho, lóbulo medial derecho, lóbulo cuadrado, lóbulo medial izquierdo, lóbulo lateral izquierdo (lóbulo más desarrollado) y lóbulo caudado; la vesícula biliar se ubica en una fosa formada entre el lóbulo medial derecho y el lóbulo cuadrado y excede el borde ventral del hígado ⁴⁰.

El intestino delgado (ID) del cuy es un tubo musculo membranoso que se extiende desde el píloro del estómago hasta el orificio íleo-cecal, está formado por tres porciones: duodeno, yeyuno e íleon y es sostenido por el mesenterio hasta la pared dorsal del cuerpo; el yeyuno es el segmento más largo del ID, de 2 a 8 semanas de edad tiene 56.8 ± 4.4 cm y de 8 a 16 semanas tiene 66.9 ± 2.6 cm ⁴¹.

El intestino grueso del cuy inicia desde el orificio íleo-cecal hasta el ano, está compuesto por el ciego, colon y recto; el colon está constituido de tres partes: a) el colon ascendente, presenta asas proximales, enrolladas y distales, b) el colon transversal, es corto y se proyecta ligeramente torcido, y c) el colon descendente, es largo, arrugado y presenta saculaciones conocidas como haustra, además, es donde se ubican las heces, por otro lado, la longitud, el peso y el volumen promedio del colon fueron 79.2 ± 9.5 cm, 28.1 ± 1.0 g y 27.7 ± 16.1 ml respectivamente en todos los animales adultos; y el recto es la porción terminal, se ubica en el lado izquierdo de la cavidad pélvica, el diámetro es aparentemente mayor en comparación al colon,

además, la longitud media, el peso y el volumen variaron entre 4.8 ± 3.3 cm, 1.6 ± 1.1 g y 2.0 ± 0.1 ml respectivamente ⁴².

Desde el punto de vista anatomo-topográfico, el ciego del cuy ocupa el segmento caudal de la cavidad abdominal en disposición transversal, el ciego consta de tres partes: la porción ampular, orientada hacia la izquierda, el cuerpo dispuesto oblicuamente, y el ápice del ciego, ligeramente orientado ventro-cráneo-medial en el lado derecho ⁴³.

A nivel del ciego el bolo alimenticio transcurre lentamente, y se menciona que permanece por el lapso de 48 horas, donde la celulosa proveniente de la dieta retardaría los movimientos a nivel intestinal, esto permitiría incrementar la eficiencia en la absorción de nutrientes; en el intestino grueso y ciego, además, del colon proximal medio, se realizaría la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas, cabe indicar que la pared del ciego es delgada y contiene numerosas bolsas laterales (haustas) que permitirían incrementar la capacidad del ciego para mantener o retener el 65% del contenido gastrointestinal a cualquier tiempo ⁴⁴.

El proceso de digestión de la lignina, la celulosa y otros componentes estructurales provenientes del pienso, sólo pueden desintegrarse a nivel del ciego mediante procesos fermentativos más que enzimáticos ⁴³. La cecotrofia, es la reingestión de contenido cecal, que permite a los herbívoros reciclar nutrientes, a través de la separación de material en el colon proximal, esta capacidad de separar diferentes materiales en el intestino grueso, se realiza a través de la trampa de moco, en cuyes que realizaron la cecotrofia, se observó que la excreción de nitrógeno (N) en heces fue 0.42 ± 0.06 g/día y en cuyes a los que se les impidió la cecotrofia fue 0.52 ± 0.45 g/día, si la cantidad de urea en sangre se incrementa, provocaría la síntesis microbiana en el ciego y ayudaría a formar heces blandas ricas en N ⁴⁵.

3.2.3 Nutrición y alimentación del cuy

3.2.3.1 Sistemas de alimentación en cuyes

La alimentación con forraje, consiste en el empleo de forraje como única fuente de alimento que asegura la ingestión adecuada de vitamina C ²⁹, además, las leguminosas forrajeras proveen de mayor cantidad de proteínas, mientras que las gramíneas suministran de energía ³¹.

La alimentación mixta, consiste en suministrar forraje y alimento balanceado más agua ²⁹, en épocas de escasez del forraje por falta de agua



de lluvia o de riego, la alimentación de los cuyes requieren la suplementación a base de concentrado o granos ⁴⁶.

La alimentación a base de concentrado, es el suministro de concentrado como único alimento, la elaboración de las dietas debe satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes y en lo posible llegar a peletizar el alimento, además, del suministro diario de agua fresca y limpia ⁴⁶. Actualmente, se está utilizando la alimentación integral, se caracteriza por cubrir los requerimientos nutricionales que necesitan los cuyes, sin la necesidad de incorporar un forraje en la dieta ⁹.

3.2.3.2 Requerimientos nutricionales del cuy

Los requerimientos nutricionales de los cuyes nos permiten elaborar dietas balanceadas para lograr satisfacer las necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción, pero dependen de factores como la edad, estado fisiológico, genética y lugar donde se realice la crianza ⁴⁶.

“Para la formulación de las dietas se deben seleccionar los tipos y cantidades de ingredientes (lo que incluye los suplementos de vitaminas y minerales) con concentraciones planificadas y equilibradas de nutrientes, para satisfacer necesidades específicas como crecimiento, mantenimiento, reproducción, lactancia y ganancia de peso” NRC mencionado por Escobar y Urbano ⁴⁷.

Usca et al ⁴⁸, mencionan que el nivel nutricional en la producción del cuy es decisivo durante su crianza intensiva, para aprovechar su potencial con respecto a la precocidad, prolificidad y habilidad reproductiva.

La intensificación en la producción de carne de cuy proviene de cuyes mejorados, se ha observado que al suministrar dietas con un nivel proteico de 16.5% y en forma de alimento peletizado que incluía harina de alfalfa se obtuvo una ganancia de peso vivo de 14.3 g/animal/día, en comparación, con una dieta con un nivel proteico de 26.9% en forma de harina que incluía sunchu (*Viguiera lanceolata*) se logró obtener 15.4 g/animal/día ⁴⁹.



Tabla 2. Requerimientos nutricionales por etapa de desarrollo en cuyes ⁵⁰

Etapa	Proteína (%)	Energía digestible (kcal/kg)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Lactancia	20 - 22	2860	1.4	0.8
Gestación	18 - 20	2860	1.4	0.8
Crecimiento y engorde	13 - 18	2900	1.2	0.6

En un grupo de cuyes machos abisinios (cuyes tipo 2) se realizó un experimento para evaluar la digestibilidad, el crecimiento y rendimiento de cuyes alimentados con dos alimentos especialmente formulados para cuyes en crecimiento (Tabla 3), los animales fueron alojados en jaulas individualmente, 0.065 m² y 0.18 m de altura, las jaulas tenían pisos de cerámica cubiertos con cartón y comederos y bebederos individuales, dos veces al día se les ofreció alimento y agua *ad libitum*, después de 7 días de recolección de heces, se observó que la digestibilidad de la materia seca (71.59 vs 69.55%), digestibilidad de la fibra detergente neutro (28.40 vs 28.53%) y consumo de la materia seca (24.74 vs 26.27 g/d) fueron similares entre los alimentos para cuyes, además, el comportamiento en la ganancia de peso vivo en los cuyes fue 3.3 y 3.5 g/d ⁵¹.

Tabla 3. Composición química de dos alimentos formulados para cuyes ⁵¹

Nutriente	Alimento 1	Alimento 2
Materia seca, % del alimento	93.70	91.40
Proteína cruda, (g/100g MS)	14.09	19.39
FDN, (g/100g MS)	40.79	36.00
FDA, (g/100g MS)	17.57	14.77
Hemicelulosa, (g/100g MS)	23.22	21.23
EB, Mcal/kg	5.16	5.05
ED, Mcal/kg	3.69	3.17

FDN, Fibra detergente neutro. FDA, Fibra detergente ácido. EB, Energía bruta. ED, Energía digestible.

El aporte de fibra detergente neutro (FDN) de 25 a 30% en dietas para cuyes, tienen efectos positivos, como mayor ingesta de materia seca, mayor



ganancia de peso corporal y digestibilidad de 41.1 y 42.8% ⁵², además, alimentos con 46% de FDN y fibra cruda (fibra dietaria) mayor al 29% tendría efectos beneficiosos en el consumo de alimento, ganancia de peso final y peso diario ⁵³.

En otro estudio, se formuló dietas en condiciones isonitrogenadas (Tabla 4), para cuyes machos cruzados ecotipo Cajamarca x Perú, la presentación del alimento fue tipo harina, estas dietas fueron ofrecidas durante 49 días dos veces al día, los cuyes fueron alojados en pozas con cama de viruta, se consideró 0.18 m² por animal, se observó que la mejor ganancia diaria de peso vivo fue con las dietas que contenían 30% (30F/15A: 10.83 g/d) y 25% (25F/20A: 10.73 g/d) de FDN, la ingesta de MS por cuy fue en promedio 52.75 g/día y el consumo de agua diaria en ambas dietas fue 105 ml/cuy (relación agua:MS 1.6) ⁵⁴.

Tabla 4. Contenido nutricional de las dietas experimentales (g/kg, base fresca) ⁵⁴

Nutriente	40F/5A	35F/10A	30F/15A	25F/20A	20F/25
Materia seca	899.9	896.2	890.5	886.7	884.1
Almidón	48.9	98.6	153.0	202.1	251.4
FDN	397.1	349.0	299.7	258.3	203.5
Fibra	225.1	192.9	137.7	108.9	79.3
Proteína cruda	177.1	179.4	180.7	180.0	180.2
Energía digestible*	2440	2635	2765	2875	3046
Lisina	8.3	8.6	8.9	9.0	9.0
Metionina	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Calcio	11.8	9.4	7.8	8.0	8.2
Fósforo	4.0	4.1	7.2	7.6	8.0

Tratamientos dietéticos establecidos de acuerdo al nivel de FDN (F) y almidón (A). * kcal/kg de MS.

El agua fresca y limpia es un recurso primario para la supervivencia del animal, se considera un nutriente esencial y está implicado en varios mecanismos de las funciones corporales, como mantener los procesos metabólicos sin variaciones, cabe indicar, que el cuy obtienen el agua únicamente a través del consumo de agua y del alimento (piensos



comerciales y forrajes frescos); en cuyes que fueron alimentados con tres tipos de alimentos, pienso compuesto a base de componentes originales no tratados, pienso compuesto granulado a base de harina verde y heno, y agua *ad libitum* a través de bebederos con tetina, se observó que el consumo de agua para las tres dietas fue 2.8 ± 0.6 , 3.2 ± 0.5 y 5.0 ± 0.8 mL/g de MS y la relación agua:pienso fue aproximadamente 2:1 en condiciones constantes, este comportamiento en el consumo de agua (6 a 20 mL/100 g PV) se debería al incremento en la ingestión de alimento, también, el suministro adecuado de agua es importante para la salud y bienestar animal ⁵⁵.

En cuyes la ingestión reducida de agua generaría una orina más concentrada y podría favorecer la conglomeración de urolitos o nefrocalcinosis, en los cuyes se evidenciaría una fuerte correlación entre el consumo de agua y la ingesta de alimento, una restricción del suministro de agua también podría afectar al estado nutricional de los animales; en cuyes se ha observado que el consumo relativo de materia seca (48.6 ± 6.7 g/kg^{0.75}/d) y el consumo relativo de agua (137.6 ± 33.3 g/kg^{0.75}/d) aumentarían con la masa corporal (MC), en tal sentido, el consumo de agua por unidad de consumo de materia seca fue 2.8 ± 0.4 ml/g, además, no mostraron una clara preferencia por ningún método de suministro de agua potable (pocillos vs bebederos de tetina) que en promedio fue 115.4 ± 30.6 mL/kg MC/d y podrían cubrir sus necesidades de agua potable ⁵⁶.

3.2.3.3 Métodos para determinar la digestibilidad

La prueba de digestión convencional, es la técnica más confiable para medir la digestibilidad de un alimento, que en cantidades habituales se ofrece al animal, en jaulas individuales para realizar la recolección de las heces y posteriormente cuantificarlas, además, de registrar minuciosamente la ingesta del alimento ofrecido y el alimento rechazado, este trabajo minucioso requiere de tiempo, es tedioso y costoso, y el tiempo de recolección de datos y el manejo de la muestra son muy cruciales para determinar la digestibilidad ⁵⁷.

La digestibilidad aparente, son los valores aparentes que se obtienen por el proceso digestible, donde se incluyen en las heces los aportes metabólicos y endógenos provenientes del proceso enzimático, y otros elementos que no fueron ofrecidos en el alimento, para evaluar la digestibilidad de cualquier



insumo utilizado en las dietas ofrecidas, tenemos los métodos directos (*in vivo*) como la recolección total de heces, los métodos indirectos (uso de indicadores); métodos *in situ* (canulación ileal) y por último los métodos *in vitro* (uso de enzimas y técnicas de fermentación), estos métodos tienen variaciones en su precisión y se utilizan mecanismos diferentes para determinar los coeficientes de digestibilidad ⁵⁸.

Además, la digestibilidad aparente, se evalúa a partir de la digesta de las heces, cabe indicar, que la proteína del alimento, así como la secreción de nitrógeno endógeno no se llega a conocer en qué proporción influyen, por lo tanto, la digestibilidad aparente, permite estimar la cantidad de alimento que es absorbido por el animal ⁵⁹.

Antes de la recolección total de heces, en primera instancia se debe establecer los requerimientos nutricionales del animal según la raza, fase de desarrollo y estado fisiológico, segundo, formular las dietas con el alimento a evaluar, tercero, los animales deben tener un periodo de adaptación de por lo menos cinco días, seguidamente se da inicio a la etapa experimental de tres a cinco días, y cuarto, se les suministra el alimento o dieta a evaluar, por lo menos una vez al día en una cantidad constante para mantener el peso corporal y las funciones basales de mantenimiento, u ofrecida *ad libitum* ⁵⁸. En cuyes, en la tercera etapa para la evaluación de alimentos, la digestibilidad *in vivo* tiene una duración de 7 días de adaptación y/o acostumbamiento y 7 días de experimentación, el tiempo de duración dependerá del alimento a evaluar ⁶⁰.

3.2.3.4 Factores que afectan la digestibilidad

El alimento consumido por el animal, el proceso enzimático a nivel digestivo y el tiempo de retención son factores que afectan la digestibilidad del alimento, también, los factores como la especie animal, edad, nivel de ingestión, la composición y procesamiento del alimento y las condiciones medioambientales pueden afectar la digestibilidad ⁶¹.

El contenido de proteína cruda y componentes de la fibra en la dieta son factores que influyen en la digestibilidad, al evaluar una dieta con 13.4% de PC, 32.5% FDN y 21.3% FDA, la eficiencia de la digestión de proteínas (59.5%) debe ser causada por la reingestión de la digesta rica en proteínas a través de la cecotrofia y el intestino grueso da como resultado un largo



tiempo de retención de la digestión asociado con una alta digestibilidad de la fibra (FDN 38.4% y FDA 30.7%), además, el tiempo medio total de retención (TMR) de la dieta en el sistema gastrointestinal fue en promedio 26 h ⁶².

El procesamiento de alimentos (secado, molienda, granulación, extrusión) se trata para una variedad de propósitos como mejorar el sabor o textura, mejorar las propiedades físicas y funcionales deseables, tiene impacto en la digestibilidad de la materia seca, la energía, las proteínas u otros nutrientes, por otro lado, también afectaría la composición de los alimentos y las propiedades nutricionales ⁶³. Cabe indicar, que la granulación generalmente se realiza para mejorar la palatabilidad, reducir el polvo, reducir el desperdicio de alimento y modificar las estructuras del almidón y la proteína ⁶⁴, también, podría mejorar la digestibilidad de la energía bruta en dietas que contienen maíz y soya, además, mejoraría la digestibilidad de las proteínas y aminoácidos, por desnaturalización de las proteínas, que se produce cuando se procesan los ingredientes del alimento ⁶⁵.

El animal en el proceso de digestibilidad, se le suministra el alimento en cuestión en cantidades conocidas de acuerdo a la edad, los valores obtenidos podrían variar entre 1 a 4% como resultado de la variación entre animales, los procedimientos de muestreo y los errores analíticos, además, la calidad nutricional es uno de los principales factores que afectan la digestibilidad de cualquier alimento, otro es la ingestión o consumo del alimento por la individualidad de los animales ⁶⁶.

Otro de los factores, es la reducción del tamaño de las partículas, este proceso aumentaría la uniformidad del alimento, mejoraría la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia alimenticia ⁶⁷, además, reducir el tamaño de las partículas por debajo de 0.5 mm podría mejorar la digestibilidad de la energía ⁶⁸, como en la harina de maíz y soya, que tendría efecto en la digestibilidad aparente de la energía bruta en animales destetados y en crecimiento-engorde ⁶⁹, así como en dietas que contienen alta concentración de fibra, que al reducir el tamaño de partícula, se lograría alterar la matriz de fibra que encapsula los nutrientes que contienen energía ⁶⁵.

Por otro lado, en estudios de digestibilidad evaluadas en tres cuyes de 11 semanas de edad por dieta, una con contenido proteico de 16% y valor energético de 3190 kcal/kg y otra con contenido proteico de 22% y valor

energético de 2865 kcal/kg, se demostró que los índices evaluados fueron no significativos, esto significa que los cuyes tienen un mecanismo digestivo muy eficiente y los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas son altamente digeribles para los animales, pero a la vez tuvieron mayor consumo de alimento de la dieta con baja energía, esto nos indicaría que el animal intenta satisfacer sus necesidades dietéticas de energía ⁷⁰.

La energía digestible (ED), es el indicativo de la disponibilidad energética para el animal. La composición del alimento y de los otros insumos que acompañan en la dieta, el porcentaje de inclusión del alimento, el nivel de consumo y el medio ambiente afectarían la determinación de la energía ⁷¹. El uso de la energía digestible estaría supeditada a los hábitos alimenticios, composición de la dieta y tasa de alimentación, entonces, incrementar el nivel de energía digestible, independiente del nivel de proteína usada en la dieta, mejoraría significativamente la energía retenida y la eficiencia proteica ⁷².

Por otro lado, el contenido de energía digestible (2.7 Mcal/kg MS) tiene correlación ($r = -0.255$) con el extracto libre de nitrógeno (84.3%) de los alimentos como la alfalfa, entonces, a mayor ELN se obtendrá menor contenido de ED ⁷³. En una dieta peletizada que incluyó afrecho de quinua (37.8%), harina de cañihua (42.7), harina de pescado (9.9%) y harina de alfalfa (8.9%), se observó que la DMS, DPC, DFC y DEE fueron 73.5, 75.9, 87.8 y 93.3% respectivamente y la ED fue 2.1 Mcal/kg MS, datos que son mayores, con respecto a dietas que no tuvieron variaciones en el contenido de harina de alfalfa (8.9%) ⁷⁴.

3.3 Marco conceptual

a) **Dieta.** Puede presentarse en forma de harina o pellets, o como alimento líquido ⁷⁵.

b) **Pienso granulado (alimento peletizado).** Mezcla de materias primas molidas, acondicionadas y prensadas para obtener gránulos uniformes, los gránulos (pellets) pueden tener un diámetro de 1.5 a 19 mm y una longitud media de aproximadamente 2.5 veces su diámetro ⁷⁵.



- c) **Harina.** Serie de subproductos para su uso en la alimentación del ganado, apetecibles para el ganado y se utilizan ampliamente en la fabricación de piensos compuestos o para la alimentación como una mezcla gruesa de ingredientes de piensos ⁷⁵.
- d) **El granulado o peletizado.** Es la combinación de alimentos en polvo que a través de la aglomeración se moldea mediante proceso mecánico, en combinación con humedad, presión y temperatura, se logra los gránulos o pellets ⁷⁶.
- e) **Alimentación integral.** Se caracteriza por cubrir los requerimientos nutricionales que necesitan los cuyes, sin la necesidad de suministrar forrajes, característica que permite su factibilidad en el uso comercial ⁹.



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El estudio que se realizó fue de tipo analítico, porque pretendió descubrir una hipotética relación entre un determinado efecto ⁷⁷. El nivel fue explicativo ya que se determinó la digestibilidad de los nutrientes en un momento delimitado y se orientó a una relación causa-efecto ⁷⁸.

4.2 Diseño de la investigación

Se realizó la adquisición de dos formas de alimento concentrado (harina y pellets) para la etapa de engorde que son comercializados en la ciudad de Abancay, las dietas fueron administradas a cuyes para evaluar la digestibilidad, para lo cual, se utilizaron jaulas metabólicas individuales, se analizó la composición nutricional de cada alimento y de las heces recolectadas y finalmente los datos hallados fueron analizados estadísticamente.

4.3 Descripción ética de la investigación

Las jaulas metabólicas fueron construidas considerando el espacio vital (0.16 m^2) y condiciones que permita un adecuado grado de libertad de movimiento, así como alimentación y cuidados encaminados a preservar su salud y bienestar de los animales ⁷⁹.

4.4 Población y muestra

Se utilizó una muestra por conveniencia de 6 cuyes adultos mejorados tipo I, sexo macho, que tuvieron un peso vivo de $909.8 \pm 35.2 \text{ g}$ (coeficiente de variabilidad, $CV = 3.87\%$) y edad aproximada de 3 meses. Estos animales fueron adquiridos de la granja Del Corral (Asociación Manuel Escorza, Abancay), los cuyes fueron criados bajo el sistema de crianza comercial, con alimentación mixta (alfalfa más concentrado comercial Del Corral) en jaulas con piso de plástico Slat para cuyes.

Para evaluar cada forma de concentrado (harina y pellets), correspondió el uso de 3 cuyes previamente identificados (rotulado en cada jaula) y mantenidos en jaulas metabólicas, se consideró las recomendaciones internacionales para el cuidado y uso de animales de



investigación, Khan et al ⁶⁶, mencionan que se requieren como mínimo tres animales por pienso, además, de las investigaciones realizadas por Montalvo y Navarro ²³, Castro-Bedriñana et al ²⁵ y Cárdenas ⁶⁰.

Tabla 5. Insumos y composición nutricional del alimento concentrado en forma de harina y pellets

	Harina	Pellet
Insumos	Maíz Afrecho Torta de soya Harina de alfalfa Carbonato de calcio Premezcla de vitam. y min. Vitamina C Complejo B	Maíz Sub productos de trigo Soya Heno de alfalfa Carbonato de calcio Pre mezclas vitamínicas – minerales Vitamina C
Composición	Humedad, máx. 15%	Humedad, máx. 11%
nutricional	Proteína, mín. 18%	Proteína, 17%
	Fibra, máx. 10%	Fibra, 10%
	Extracto etéreo, mín. 4%	Energía digestible, 2.85 Mcal/kg
	Calcio, mín. 0.8%	NDT, 62%
	Fósforo, mín. 0.4%	Lisina, 0.7%
		Metionina, 0.4%
		Calcio, 0.7%
		Fosforo, 0.4%

Máx, máximo. Mín, mínimo. NDT, nutrientes digestibles totales.

4.5 Procedimiento

Los alimentos concentrados (harina y pellet) fueron adquiridos en cantidad de 7 kg por cada uno de ellos, en tiendas especializadas (Barrio Las Américas, Abancay) en la comercialización de alimentos para cuyes, el costo por kg fue S/ 2.50, para alimentos secos se recomienda 3 kg por 5 t de alimento o 2% del total de sacos ⁸⁰.

Se enviaron 500 g en bolsas plásticas transparentes (Ziploc, SC Johnson) por cada alimento al Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal de la Universidad Católica de Santa María (Fundo Huasacache, Arequipa), para determinar la composición nutricional (Tabla



6) se realizó dos repeticiones por cada forma de alimento (harina y pellet), Pichard et al ⁸⁰, indican que realizar el análisis por duplicado, para proteína, fibra y digestibilidad resultan excelentes.

Tabla 6. Composición nutricional de alimentos comerciales para cuyes

Indicador	Harina	Pellet
Materia seca (MS), %	89.22	91.00
Proteína cruda (PC), % MS	14.46	23.33
Extracto etéreo (EE), % MS	3.37	6.42
Cenizas (CZS), % MS	4.70	8.54
Fibra cruda (FC), % MS	5.91	11.49
Fibra detergente neutral (FDN), % MS	20.76	29.23
Fibra detergente ácida (FDA), % MS	9.54	18.03
Carbohidratos no fibrosos (CNF), % MS	23.46	26.15
Extracto libre de nitrógeno (ELN), % MS	71.56	50.20

El método directo de digestibilidad de las formas de alimento (harina y pellet) en cuyes se realizó en el laboratorio de Bioquímica Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - UNAMBA, ubicado en Patibamba Baja, Abancay.

El alimento concentrado (harina y pellets) se administraron una vez al día por la mañana previamente se realizaba la limpieza de los comederos.

El coeficiente de digestibilidad aparente de las dos formas de alimento concentrado (harina y pellets), fueron determinados a través de experimentos de digestión convencional *in vivo*. El experimento tuvo una duración de 20 días, después de 3 días de acondicionamiento de los cuyes a las jaulas metabólicas, se inició la etapa de acostumbramiento de los cuyes al alimento, que tuvo una duración de 7 días y la etapa experimental propiamente dicha tuvo una duración de 9 días, para cada uno de las formas de alimento integral.

Durante la etapa experimental propiamente dicha (9 días), se recolectaron las heces de cada cuy, que al finalizar el experimento fueron mezcladas y se homogenizaron en bolsas plásticas transparentes (Ziploc, SC Johnson), posteriormente se enviaron al laboratorio para determinar la composición nutricional, realizando dos repeticiones por cada muestra. El consumo de la materia seca, se realizó en la etapa experimental propiamente dicha (9 días), diariamente se midió el consumo del alimento que se suministró *ad libitum* (alimento ofrecido menos alimento no consumido), al finalizar se corrigió el consumo del alimento en base a la MS de cada una de las formas de alimento integral.



También, la etapa experimental propiamente dicha (9 días), se midió el consumo de agua de los cuyes, para cada una de las formas de alimento integral.

4.6 Técnica e instrumentos

Se pesó los cuyes al inicio y final de cada etapa de estudio, la dieta a ofrecer, así como el alimento no consumido, el pesaje se realizó todos los días, con una balanza analítica Ohaus Adventurer AX5202 (± 0.01 g).

Para el coeficiente de digestibilidad aparente de cada nutriente, se utilizó jaulas metabólicas individuales (en anexos Figura 1) construidas de acero inoxidable, las dimensiones de la jaula fueron 0.4 m x 0.4 m de largo y ancho respectivamente, de alto 0.3 m, el piso tiene una malla (área de hueco 1.00 cm^2) que permitía el traspaso de las heces y orina, a 5 cm por debajo del piso tenía una malla movable para recolectar las heces (área de hueco 0.09 cm^2) que permitía el traspaso de la orina, además, contaba con sistema de embudo fijo para que la orina discurra hacía el vaso colector, hacia la parte externa de la cada jaula se ubicaban los comederos (0.28 m^3) y bebederos movibles (0.42 m^3).

La composición nutricional de las dietas y heces fueron determinadas mediante los métodos oficiales de la AOAC (2012), la fibra detergente neutro y fibra detergente ácido por el método propuesto de Van Soest et al ⁸¹ y los carbohidratos no fibrosos (glúcidos no fibrosos) por el método propuesto de Mertens ⁸²:

$$\text{CNF} = 100 - (\text{EE} + \text{FDN} + \text{PC} + \text{CT})$$

Donde:

CNF: Carbohidratos no fibrosos (glúcidos no fibrosos)

EE: Extracto etéreo

FDN: Fibra detergente neutro

PC: Proteína cruda (proteína total)

CT: Cenizas totales

Con base a los resultados de la composición nutricional se determinó la energía bruta de cada una de las dietas o alimento integral, según la fórmula propuesta por Nehring y Haenlein ⁸³:

$$\text{EB, kcal/kg MS} = 9.50 \text{ EE} + 4.79 \text{ FC} + 5.72 \text{ PC} + 4.03 \text{ ELN}$$

Donde:

EB: Energía bruta (energía total)

EE: Extracto etéreo

FC: Fibra cruda

PC: Proteína cruda (proteína total)



ELN: Extracto libre de nitrógeno

El coeficiente de digestibilidad aparente para cada una de las dietas o alimento integral, se realizó a través de la fórmula propuesta por Crampton y Harris ⁸⁴:

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

Donde:

CDA: Coeficiente de digestibilidad del alimento

El coeficiente de digestibilidad aparente de la MS, PC, EE, CZS, FC, FCN, FDA, CNF y ELN, se realizó de acuerdo a la composición nutricional de cada una de las formas de alimento (materia seca consumida (g) por contenido en nutriente de la dieta (%)) y de las heces (materia seca excretada (g) por contenido en nutrientes de las heces (%)) para cada uno de los animales.

La energía digestible, se determinó con base al contenido energético (energía bruta) de la dieta o alimento integral y de las heces, ambos fueron expresados en base seca, a partir de los datos obtenidos en el experimento de digestibilidad, se realizó a través de la fórmula propuesta por Crampton y Harris ⁸⁴:

$$\text{EDa (kcal/kg MS)} = \text{EBd} - \frac{\text{EBh} \times \text{Qh}}{\text{Ia}}$$

Donde:

EDa: Energía digestible de la dieta o alimento integral

EBd: Energía bruta de la dieta o alimento integral

EBh: Energía bruta de las heces

Qh: Cantidad de heces producidas por día

Ia: Cantidad de alimento ingerido por día

El consumo de agua se evaluó todos los días en la etapa experimental propiamente dicha (9 días), con la ayuda de probetas de vidrio graduadas de 100 mL (± 0.5 mL), se llegó a medir el agua ofrecida y no consumida por cada cuy y para cada uno de alimentos suministrados.

4.7 Análisis estadístico

Se determinó la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para cada componente nutricional de las formas de alimento concentrado (harina y pellet) o alimento



integral, se realizó la prueba de normalidad a través de Shapiro-Wilk y con base en el teorema del límite central. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de t de Student para muestras independientes, previamente se aplicó la prueba de F de Fisher para estimar si las varianzas eran similares u homogéneas.

Para la prueba de F de Fisher

Hallamos el estadístico de F (F calculada)

$$F_c = \frac{S^2_{mayor} (m)}{S^2_{menor} (n)} \sim F_{(n-1)}^{m-1}, \propto$$

Para la prueba de t de Student

Hallamos la varianza común

$$S^2 = \frac{(n_i - 1)S_i^2 + (n_j - 1)S_j^2}{(n_i + n_j) - 2}$$

Hallamos el error estándar de las diferencias de medias

$$S_{X_1 - X_2} = \sqrt{S^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Cálculo del estadístico de t (t calculado)

$$t_c = \frac{X_1 - X_2}{S_{X_1 X_2}} \sim t_{\frac{\alpha}{2}} (n_i + n_j) - 2 \text{ grados de libertad}$$



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

La ganancia de peso corporal por efecto de las formas de alimento integral en la etapa experimental propiamente dicha (9 días), denotaron que los cuyes que recibieron harina fue 1.9 g/animal/d y con pellet 6.7 g/animal/d, posiblemente se debería a la eficiencia en la alimentación de cuyes.

5.1.1 Coeficiente de digestibilidad aparente de los alimentos comerciales

En la Tabla 7, se observa el coeficiente de digestibilidad de los alimentos comerciales, la digestibilidad de la materia seca (DMS) respecto a la harina fue mayor en 11.00% con respecto al pellet ($P < 0.05$).

Tabla 7. Digestibilidad de los alimentos comerciales

Indicador	Harina			Pellet			Valor-P
	$\bar{X}$	DE	CV	$\bar{X}$	DE	CV	
DMS, %	73.28	1.33	1.81	61.51	1.88	3.05	0.000
DPC, %	62.58	2.58	4.13	75.79	4.56	6.02	0.012
DEE, %	74.37	7.44	10.01	74.83	8.64	11.54	0.948
DCZS, %	52.37	4.39	8.38	41.64	3.55	8.53	0.030
DFC, %	40.17	3.85	9.58	20.79	6.29	30.24	0.010
DFDN, %	51.59	1.59	3.09	38.31	2.96	7.71	0.002
DFDA, %	45.51	1.77	3.89	32.66	2.74	8.40	0.002
DCNF, %	76.92	1.82	2.37	67.35	3.45	5.13	0.013
DELN, %	79.49	1.10	1.38	65.86	4.07	6.18	0.005

$\bar{X}$, promedio. DE, desviación estándar. CV, coeficiente de variabilidad. DMS, digestibilidad de la materia seca. DPC, digestibilidad de la proteína cruda. DEE, digestibilidad del extracto etéreo. DCZ, digestibilidad de la ceniza. DFC, digestibilidad de la fibra cruda. DFDN, digestibilidad de la fibra detergente neutra. DFDA, digestibilidad de la fibra detergente ácida. DCNF, digestibilidad de los carbohidratos no fibrosos. DELN, digestibilidad del extracto libre de nitrógeno.



La digestibilidad de proteína cruda (DPC) del pellet fue mayor en 13.00% con relación a la harina ($P < 0.05$), la digestibilidad del extracto etéreo (DEE) de la harina y pellet tuvieron el mismo comportamiento ($P > 0.05$) y la digestibilidad de la ceniza (DCZS) fue mayor para la harina en 10.00% con referencia al pellet ($P < 0.05$).

La digestibilidad de la fibra cruda (DFC) fue mayor para la harina en 19.00% con relación al pellet ($P < 0.05$). La digestibilidad de la fibra detergente neutra (DFDN) y ácida (DFDA) reflejaron superioridad en la harina en 13.00% y 12.00% respectivamente en relación al pellet ($P < 0.05$). La digestibilidad de los carbohidratos no fibrosos (DCNF) en la harina mostró un incremento del 9.00% con respecto al pellet ($P < 0.05$) y la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (DELN) de la harina fue superior en 13.00% en relación al pellet ($P < 0.05$).

5.1.2 Energía digestible de los alimentos comerciales

En la Tabla 8, se observa la energía digestible (ED) de los alimentos comerciales durante la etapa experimental propiamente dicha (9 días), dicho valor en la harina fue superior en 0.25 Mcal/Kg MS en relación al pellet ($P < 0.05$).

Tabla 8. Energía digestible de los alimentos comerciales

Indicador	Harina			Pellet			Valor-P
	$\bar{X}$	DE	CV	$\bar{X}$	DE	CV	
ED, Mcal/Kg MS	3.16	0.06	1.93	2.91	0.08	2.97	0.015

$\bar{X}$, promedio. DE, desviación estándar. CV, coeficiente de variabilidad. ED, energía digestible.

5.1.3 Consumo de alimento y agua de los alimentos comerciales

En la Tabla 9, se observa el consumo de la MS y consumo de agua por efecto de los alimentos comerciales durante la etapa experimental propiamente dicha (9 días). El consumo de la MS fue mayor en 20 g/animal/d al ser alimentados con pellet en relación a la harina ($P < 0.05$).

En los cuyes que fueron alimentados con harina durante la etapa experimental propiamente dicha (9 días), el consumo de agua fue menor en 35 mL/animal/d con respecto a los cuyes que recibieron pellet ($P < 0.05$).



Tabla 9. Consumo de materia seca y agua

Indicador	Harina			Pellet			Valor-P
	$\bar{X}$	DE	CV	$\bar{X}$	DE	CV	
CMS, g/animal/día	34.63	2.41	6.97	55.34	4.15	7.50	0.001
CAG, mL/animal/día	75.66	6.92	9.14	111.24	23.79	20.29	0.043

CMS, consumo de la materia seca. CAG, consumo de agua. $\bar{X}$, promedio. DE, desviación estándar. CV, coeficiente de variabilidad

5.2 Discusión

La digestibilidad de la materia seca del alimento comercial en forma de pellet fue inferior en 15% con relación a alimentos balanceados que contenían diferentes porcentajes de harinas proteicas ²¹, al comparar con otro estudio, la digestibilidad de la materia seca, proteína y fibra cruda del alimento comercial en forma de pellet fue inferior en 11%, 5% y 78% respectivamente y el extracto etéreo fue mayor en 9%; por otro lado, la energía digestible fue menor en 1.7 Mcal/kg de MS; además, el consumo de la materia seca fue el doble, con respecto a los indicadores hallados en el alimento integral peletizado que incluyeron el 40% de torta de sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L), posiblemente por su alto contenido proteico (65.6%) y por la composición química de las dietas ²².

También, se observó que la harina de hoja de *Moringa oleífera* como fuente proteica (21 a 33%) granulada, con respecto a la digestibilidad de la MS (87.9%), PC (91.6%) y FC (93.3%) ²⁶, fueron superiores a los reportados en el alimento comercial en forma de pellet. Por otro lado, al evaluar la ingestión y digestibilidad de las semillas de *Moringa oleífera* en diferentes dietas como fuente proteica no convencional, se observó que la ingestión fue en promedio 28 g/animal/día, que fue inferior y la digestibilidad de la MS (81%) y FC (78%) ²⁷, resultaron ser superiores a los indicadores hallados en el alimento comercial en forma de pellet.

Los indicadores hallados en el alimento comercial en forma de pellet, con respecto al consumo de la materia seca (55.3 ± 4.1 g/animal/día) fue cercano a los valores encontrados en dietas que incluyeron harina de alfalfa y afrecho de cebada (60 g/animal/día), la digestibilidad de la MS ($61.5 \pm 1.8\%$) fue similar con respecto a la dieta que incluyó harina de afrecho de cebada ($62.2 \pm 1.6\%$), la digestibilidad de la PC ($75.8 \pm 4.5\%$) fue similar con respecto a las dietas que incluyeron harina de alfalfa ($74.2 \pm 1.3\%$) y harina de afrecho de cebada ($77.2 \pm 3.4\%$), la digestibilidad del EE ($74.8 \pm 8.6\%$) fue similar con respecto a la dieta que incluyó harina de afrecho de cebada ($71.3 \pm 3.2\%$), la digestibilidad de la CZS ($41.6 \pm 3.6\%$) fue inferior con respecto a las dietas que incluyeron harina de alfalfa (60.6



$\pm 3.2\%$) y harina de afrecho de cebada ($53.8 \pm 6.1\%$), la digestibilidad de la FC ($20.8 \pm 6.2\%$) fue inferior con respecto a las dietas que incluyeron harina de alfalfa ($63.3 \pm 3.8\%$) y harina de afrecho de cebada ($51.0 \pm 3.9\%$) y la digestibilidad del ELN ($65.8 \pm 4.0\%$) fue similar con respecto a la dieta que incluyó harina de afrecho de cebada ($62.8 \pm 1.6\%$)²⁸. La dieta en forma de pellet con respecto a la DMS, la DFC y DEE fueron menores en 12.0, 67.0 y 18.5% respectivamente, la DPC fue similar (75.0%) y la ED fue mayor en 0.8 Mcal/kg MS, al ser comparado con una dieta peletizada que incluyó harina de alfalfa en 8.9%⁷⁴.

La digestibilidad de la materia seca del alimento comercial en forma de harina fue relativamente superior en 3.0%, la energía digestible fue mayor en 0.40 Mcal/kg de MS y el consumo de la materia seca fue menor en 17 g/animal/d, al ser comparados con los indicadores obtenidos con alimentos integrales en forma de harina que incluyeron brozas molidas²³. En otro estudio, los indicadores hallados en el alimento comercial en forma de harina, con respecto a la digestibilidad de la MS ($73.2 \pm 1.3\%$) fue superior a la dieta que incluyó 10% de harina de lombriz (64.1%), la digestibilidad de la PC ($62.5 \pm 2.5\%$) fue inferior con respecto a las dietas que incluyeron el 10 y 20% de harina de lombriz (91.8 y 94.0%), la digestibilidad del EE ($74.3 \pm 7.4\%$) fue superior a la dieta que incluyó 10% de harina de lombriz (69.6%) y la digestibilidad del ELN ($79.4 \pm 1.1\%$) fue superior con respecto a las dietas que incluyeron el 10 y 20% de harina de lombriz (33.2 y 49.4%)²⁵.

La variación en la composición nutricional que se observa en las dos formas de alimento concentrado, podría ser uno de los factores que afectaría la digestibilidad de los nutrientes, en dietas con 17.2% de contenido proteico la digestibilidad de la MS fue 78.9%²¹, en otro trabajo, la calidad nutricional de dietas y niveles del 66.9% de proteína cruda tuvieron digestibilidades de proteína por encima del 90%²⁵, también, se observó que el aporte proteico (19.3%) de la harina de alfalfa tendría efecto positivo en la digestibilidad, así como, el aporte de fibra cruda (32.9%) de la harina de cebada es un ingrediente en la alimentación de los cuyes²⁸, este comportamiento se corrobora por Díaz et al²², mencionan que las variaciones en la digestibilidad estarían determinadas por la composición química de las dietas.

Otro de los componentes que podría provocar variaciones en el contenido energético es el ELN⁷³, en la forma de harina el contenido fue 79.5% y en el pellet fue 65.8%, este comportamiento trajo como consecuencia variaciones en la ED de las dietas evaluadas, cabe indicar, que algunos factores como la composición del alimento y de los otros insumos que acompañan en la dieta elaborada, además, del porcentaje de inclusión del alimento afectarían la determinación de la energía⁷¹, como también los hábitos alimenticios,



composición de la dieta y tasa de alimentación tendrían efecto en el uso de la energía digestible, entonces, incrementar el nivel de energía digestible, independiente del nivel de proteína usada en la dieta, mejoraría significativamente la energía retenida y la eficiencia proteica ⁷².

Las dietas evaluadas en su formulación contienen harina de maíz y soya, pero no indican el porcentaje de inclusión, Lancheros et al ⁶⁵, mencionan que el granulado podría mejorar la digestibilidad de la energía bruta y de las proteínas, este último, por desnaturalización de las proteínas, que se produce cuando se procesan los ingredientes del alimento. Otro de los factores, es la reducción del tamaño de las partículas, este proceso mejoraría la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia alimenticia ⁶⁷, además, tendría efecto en la digestibilidad aparente de la energía bruta en animales en crecimiento-engorde ⁶⁹, así como en dietas que contienen alta concentración de fibra, se lograría alterar la matriz de fibra que encapsula los nutrientes que contienen energía ⁶⁵.

Sakaguchi y Nabata ⁶², mencionan que con niveles de 13.4% de PC la eficiencia de la digestión sería causada por la reingestión de la digesta rica en proteínas a través de la cecotrofia y con niveles del 32.5% FDN y 21.3% FDA el intestino grueso da como resultado un largo tiempo de retención de la digestión, en ambos casos, se incrementaría la digestibilidad de los nutrientes.

Otro de los factores que afectarían la digestibilidad de los nutrientes es la forma de presentación de los alimentos y procesamiento de la dieta a ofrecer a los animales, como las brozas molidas como materia prima en la formulación de dietas para cuyes ²³, Mouchili et al ²⁶, mencionan que el proceso digestivo sería afectado por el alimento y la forma de presentación, por otro lado, la digestibilidad sería afectado por la estructura y estado físico de la dieta. Otro sería el procesamiento para reducir el contenido de los factores antinutricionales como los taninos y fitatos, que aumentarían la palatabilidad de las dietas y absorción de otros nutrientes ²⁷. El procesamiento de alimentos como el secado, molienda, granulación y extrusión mejoran el sabor o textura, las propiedades físicas y funcionales, influyen en la digestibilidad de la MS, la energía, las proteínas u otros nutrientes ⁶³.

También se ha observado, que la FDN en el alimento comercial en harina mostró 20.76% MS y en pellet fue 29.23% MS, este comportamiento trajo como consecuencia el incremento en el consumo de la materia seca de 34.63 a 55.34 g/animal/d respectivamente, por otro lado, la FDA en el alimento comercial en harina mostró 9.54% MS y en el pellet fue 18.03% MS, este incremento en la composición nutricional provocaría el efecto contrario con respecto a la DMS, donde se observó que disminuyó de 73.28 a 61.51%



respectivamente, podríamos indicar que existiría una relación directa entre ambos indicadores, estas relaciones se observan en otras especies animal, esto se corrobora por Khan et al ⁶⁶, mencionan que otro de los factores que podrían afectar la digestibilidad son los animales y la edad, que están en relación con el suministro de alimento y la calidad nutricional del mismo, otro es la ingestión o consumo del alimento por la individualidad de los animales.

Con relación a las necesidades nutricionales, el alimento comercial en harina tiene menor aporte proteico (14%) y la energía digestible fue mayor (3.1 Mcal/kg MS); y en el alimento comercial en pellet, la proteína estaría en exceso (23%) y el aporte energético fue 2.9 Mcal/kg MS, esto nos indicaría, que los alimentos comerciales no tendrían el adecuado balance proteína: energía que se propone para cuyes en engorde 18% y 2.9 Mcal/kg MS ⁵⁰, esto conllevó a la menor ganancia de peso en los cuyes que fueron alimentados con harina (1.9 g/animal/día) en la fase experimental, se menciona que la cecotrofia ayudaría a reciclar N y provocaría la síntesis microbiana en el ciego y ayudaría a formar heces blandas ricas en N ⁴⁵. Este comportamiento sería contradictorio en dietas con PC: 16% y ED: 3.1 Mcal/kg y PC: 22% y ED: 2.8 Mcal/kg, donde la digestibilidad de los índices evaluados fueron no significativos, pero a la vez tuvieron mayor consumo de alimento de la dieta con baja energía, esto nos indicaría que el animal intenta satisfacer sus necesidades dietéticas de energía ⁷⁰.

No podemos dejar de mencionar el contenido de FDN (29.23% MS) en el alimento comercial en pellet, donde se logró 6.7 g/animal de ganancia de peso vivo diario y el consumo de MS fue 55.34 g/día, este comportamiento se corroboraría con dietas que contenían 25 y 30% de FDN donde alcanzaron 10.75 g/día en promedio, en ambas dietas el consumo de MS en promedio fue 52.75 g/día ⁵⁴. Cabe indicar que a nivel del ciego se realiza la fermentación bacteriana por la presencia de microorganismos ³⁷ y se realizaría la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas: acético, propiónico y butírico ⁴⁴.

Además, el espacio vital sería uno de los factores que provocaría variaciones en la digestibilidad de algunos nutrientes, en nuestro estudio utilizamos 0.16 m², donde se observó que la DMS fue relativamente menor (3.17%) con respecto al espacio vital de 0.065 m²; en la DFDN fue 51.59% y con 0.065 m² la digestibilidad fue 28.45%; y el CMS fue entre 34.63 a 55.34 g/d y con el menor espacio fue en promedio 25.74 g/d; otro de los factores, podría ser la cantidad de FDN en la dieta, las dietas tanto en harina (20.76, % MS) y pellet (29.23, % MS) mostraron una mayor DFDN (51.59 y 38.41%) y con valores de 40.79 y 36.00 g/100 g MS la digestibilidad tiende a disminuir (28.45%), en ambos casos



los cuyes tuvieron acceso libre a alimentos especialmente formulados para cuyes en crecimiento, además de tener acceso libre al agua ⁵¹.

El consumo de agua en cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet tuvieron mayor consumo (111 mL/animal/d) con respecto a cuyes que fueron alimentados con balanceado (10% del peso vivo), mantenidos en áreas de crianza de 0.20 m² y 0.10 m² (83.92 y 91.96 mL/animal/d respectivamente) ²⁴.

El consumo de agua fue mayor en cuyes que recibieron alimento comercial en pellet (111.24 mL/d) con respecto a los cuyes que recibieron alimento comercial en harina (75.66 mL/d), tienen relación directa con el consumo de materia seca, con el suministro de pellet fue 55.34 g/animal/d, también, encontramos que la relación agua:MS fue 2.18 y 2.01 respectivamente y si expresamos en mL/100g PV resulta en 8.3 y 10.5 respectivamente, este comportamiento es comparable en cuyes que recibieron piensos con similares características a nuestro estudio, el agua *ad libitum* y con la diferencia del suministro de agua bebederos con tetina, donde la relación agua:alimento fue similar y el consumo de agua estarían en el rango de 6 a 20 mL/100 g PV, esto implicaría satisfacción en el consumo de alimento, por ende un consumo de energía, además, el suministro adecuado de agua es importante para la salud y bienestar animal ⁵⁵.

También, se menciona que en los cuyes se evidenciaría una fuerte correlación entre el consumo de agua y la ingesta de alimento ^{20, 55}, una restricción del suministro de agua también podría afectar al estado nutricional de los animales, además, los cuyes no mostraron una clara preferencia por algún método de suministro de agua potable (pocillos vs bebederos de tetina) que en promedio fue 115.4 ± 30.6 mL/kg MC/d -MC: masa corporal- y podrían cubrir sus necesidades de agua potable ⁵⁶.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La digestibilidad de la materia seca (DMS), ceniza (DCZS), fibra cruda (DFC), fibra detergente neutra (DFDN) y ácida (DFDA), los carbohidratos no fibrosos (DCNF) y del extracto libre de nitrógeno (DELN) en cuyes que recibieron alimento concentrado en forma de harina fue mayor con respecto al alimento en forma de pellet, por el contrario, la digestibilidad de proteína cruda (DPC) del pellet fue mayor con relación a la harina y respecto al extracto etéreo (DEE) la digestibilidad fue similar.

El contenido de energía digestible (ED) en el alimento concentrado en forma de harina está por encima del pellet y es mayor en relación a los requerimientos energéticos en cuyes.

El mayor consumo de la MS y agua se observó en los cuyes que recibieron el alimento concentrado en forma de pellet con respecto al alimento en forma de harina.

6.2 Recomendaciones

Se debe realizar la evaluación nutricional constante de los insumos alimenticios, así como del producto final y dicha información debería ser colocada en la etiqueta de aquellos alimentos comerciales (harina o pellet) que se elaboran a nivel local.

Se debe tener mayor precisión (cantidad y calidad), en la elaboración de alimento integral en la forma de harina o pellet, de acuerdo a los requerimientos nutricionales para cuyes en sus diferentes etapas de producción.

Probablemente se requiera incrementar el número de animales para evaluar el coeficiente de digestibilidad aparente de la MS, EE, CZS y FC, además, se debería considerar el teorema del límite central, el aspecto económico (análisis de laboratorio) y la reducción de animales en las investigaciones.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lammers PJ, Carlson SL, Zdorkowski GA, Honeyman MS. Reducing food insecurity in developing countries through meat production: The potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renew Agric Food Syst*. 2009;24(2):155–62.
2. DeFrance SD. Guinea pigs in the Spanish colonial andes: Culinary and ritual transformations. *Int J Hist Archaeol*. 2021;25(1):116–43.
3. Bislava MB, Igwebuike JU, Buba S, Bukar AI. Understanding standard for guinea pig production in Nigeria: A review. *Niger J Anim Sci* [Internet]. 2022;24(1):90–9. Available from: <https://www.ajol.info/index.php/tjas/article/view/224972>
4. Johnson-Delaney CA. Anatomy and physiology of the rabbit and rodent gastrointestinal system. In: Association of Avian Veterinarians. 2006. p. 9–17.
5. Chiou PWS, Yu B, Kuo CY. Comparison of digestive function among rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. I. Performance, digestibility and rate of digesta passage. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 2000;13(11):1499–507.
6. Riaz MQ, Südekum KH, Clauss M, Jayanegara A. Voluntary feed intake and digestibility of four domestic ruminant species as influenced by dietary constituents: A meta-analysis. *Livest Sci*. 2014;162(1):76–85.
7. Sarria JA, Cantaro JL, Cayetano JL. Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. *Cienc Tecnol Agropecu*. 2020;21(3):e1437.
8. Panduro Vargas WG. Inclusión de diferentes niveles de harina de bagazo de naranja (*Citrus sinensis*) en raciones balanceadas de cuyes (*Cavia porcellus* L.) de la línea mejorada Perú en fases de crecimiento y acabado [Internet]. Universidad Agraria de la Selva; 2019. Available from: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>
9. Vargas Luna E. Evaluación de sistemas de alimentación para el crecimiento de cuyes de granjas comerciales. *Rev Científica Biol y Conserv*. 2022;1(4):49–56.
10. Llor-Mendoza N. Fundamentos de los alimentos peletizados en la nutrición animal. *Dom Cien* [Internet]. 2016;2(4):323–33. Available from: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>
11. Puig-Arnabat M, Shang L, Sárossy Z, Ahrenfeldt J, Henriksen UB. From a single pellet press to a bench scale pellet mill - Pelletizing six different biomass feedstocks. *Fuel Process Technol*. 2016;142(2):27–33.
12. Massuquetto A, Panisson JC, Marx FO, Surek D, Krabbe EL, Maiorka A. Effect of pelleting and different feeding programs on growth performance, carcass yield, and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult Sci*. 2019;98(11):5497–503.



13. Gutiérrez Vallejos JC. Uso de la harina de la semilla de la garrofa *Ceratonia siliqua* L. (Fabaceae) como promotor de crecimiento de cuyes *Cavia porcellus* L. (Caviidae) durante la fase de crecimiento – engorde [Internet]. Universidad Privada Antenor Orrego; 2018. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6681>
14. Rojas OJ, Stein HH. Processing of ingredients and diets and effects on nutritional value for pigs. *J Anim Sci Biotechnol*. 2017;8(48):1–13.
15. Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario [Internet]. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario. 2012. 62 p. Available from: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
16. Witkowska A, Price J, Hugues C, Smith D, White K, Alibhai A, et al. The effects of diet on anatomy, physiology and health in the guinea pig. *J Anim Heal Behav Sci* [Internet]. 2017;1(1):103–9. Available from: <https://www.hilarispublisher.com/open-access/the-effects-of-diet-on-anatomy-physiology-and-health-in-the-guinea-pig.pdf>
17. Sánchez-Macías D, Barba-Maggi L, Morales-delaNuez A, Palmay-Paredes J. Guinea pig for meat production: A systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality. *Meat Sci* [Internet]. 2018;143(May):165–76. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.004>
18. Saucedo Alanya EM. Determinación del coeficiente digestible aparente de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en *Cavia porcellus* L. (cuyes) [Internet]. Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2023. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2386>
19. McDonald P, Edwards RA, Greenhal GHJ, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. *Animal nutrition*. 7 ed. London: Pearson; 2010. 692 p.
20. Hirsch E. Some determinants of intake and patterns of feeding in the guinea pig. *Physiol Behav*. 1973;11(5):687–704.
21. Salcedo-Herrera WA. Evaluación de harina de sangre bovina y harina de alfalfa (*Medicago sativa*) como fuentes de proteína en el alimento balanceado para cuyes (*Cavia porcellus* L.) [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2017. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6139>
22. Díaz Céspedes M, Rojas Paredes MA, Hernández Guevara JE, Linares Rivera JL, Chávez Durand LM, Moscoso Muñoz JE. Digestibility, digestible and metabolizable energy of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) pelleted and extruded in guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Rev Investig Vet del Peru*. 2021;32(5):e19654.



23. Montalvo K, Navarro M. Determinación de la digestibilidad, energía digestible y metabolizable de broza de arveja (*Pisum sativum* L) y betarraga (*Beta vulgaris*) para la formulación de raciones en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. Universidad Nacional del Centro del Perú; 2012. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1954>
24. Quesquén D. Evaluación del consumo de agua en cuyes de engorde (*Cavia porcellus*), alimentados a base de concentrado y mantenidos en diferentes densidades de crianza [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/11529>
25. Castro-Bedriñana J, Chirinos-Peinado D, Sosa-Blas H. Digestibility, digestible and metabolizable energy of earthworm meal (*Eisenia foetida*) included in two levels in guinea pigs (*Cavia porcellus*). Adv Sci Technol Eng Syst. 2020;5(3):171–7.
26. Mouchili M, Tendonkeng F, Miégoué E, Nguefack N, JRL T. Effect of fertilization level on chemical composition, intake and digestibility in vivo of *Moringa oleifera* cutting at 6 months in guinea pig. Agron Agric Sci. 2019;2(1):1–11.
27. Wauffo DF, Tendonkeng F, Miégoué E, Djoumessi Tobou FG, Sawa C, Mouchili M, et al. Ingestion and in vivo digestibility of a concentrated granulated feed containing seeds of *Moringa oleifera* associated with Pennisetum purpureum in guinea pigs. Open J Anim Sci. 2020;10(04):782–91.
28. Vargas Huaman ML. Digestibilidad de la harina de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y afrecho de cebada (*Hordeum vulgare*) en cuyes (*Cavia porcellus* L.) [Internet]. Universidad Nacional de San Antonio Abad; 2023. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/7779>
29. Montes Andía T. Crianza tecnificada de cuyes. Cajabamba: Agrobanco; 2012. 36 p.
30. Ataucusi S. Manejo técnico de crianza de cuyes en la sierra [Internet]. Cáritas, editor. Lima: JPG Corporación S.A.C.; 2015. 44 p. Available from: http://www.caritas.org.pe/documentos/MANUAL_CUY_PDF.pdf
31. Barrial Lujan AI, Huamán Carrión ML. La caviicultura. Andahuaylas: UNAJMA; 2021. 77 p.
32. Galindo Huamán OA. Cadena productiva de cuy [Internet]. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Lima; 2023. Available from: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4061856/Cadena productiva de cuy.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4061856/Cadena_productiva_de_cuy.pdf)
33. GOREA. Resolución gerencial regional N° 023-2021-GR/Apurímac/GRDE [Internet]. Gobierno Regional de Apurímac. Abancay; 2021. p. 20. Available from: <https://app.regionapurimac.gob.pe/transparencia/wp->



content/uploads/2021/06/RESOLUCION GERENCIAL REGIONAL N 023-2021-GR.APURIMAC.GRDE.pdf

34. Quispe D, Sarmiento R, Huamán D, Huayhua J, Tapasco J. Determination of the optimal moment for the culling of breeding native guinea pigs (*Cavia porcellus*). Rev Investig Vet del Peru. 2021;32(5):e21348.
35. Huaman D. Rendimiento carcasa en cuyes (*Cavia porcellus*) machos raza Perú, alimentados con alfalfa, mixto y concentrado en la Estación Experimental Agraria Chumbibamba-Andahuaylas [Internet]. Universidad Tecnologica de los Andes; 2017. Available from: <https://repositorio.utea.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8213fc18-0e8a-4313-b538-fb6591609cae/content>
36. Sierra E. Impactos de los componentes de la cadena productiva de cuyes en la ciudad de Abancay - Apurímac - 2019 [Internet]. Universidad Tecnologica de los Andes; 2022. Available from: https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/517/1/Impactos de los comonententes_Sierra Juro_Elizabeth.pdf
37. Gómez BC, Vergara V. Fundamentos de nutrición y alimentación. 1983. p. 38–50.
38. Kohles M. Gastrointestinal anatomy and physiology of select exotic companion mammals. Vet Clin North Am - Exot Anim Pract. 2014;17(2):165–78.
39. Al-Saffar FJ, Nasif RH. Morphological study of the pancreas and duodenum in adult guinea pigs (*Cavia porcellus*). Iraqi J Vet Med. 2020;44(1):1–9.
40. Stan FG. Comparative study of the liver anatomy in the rat, rabbit, guinea pig and chinchilla. Bull Univ Agric Sci Vet Med Cluj-Napoca Vet Med. 2018;75(1):33.
41. Raja K, Ushakumary S, Ramesh G, Ramesh S, Sudhakar G V., Rajathi S. Gross anatomical studies on small intestine in postnatal age groups of guinea pig. Haryana Vet [Internet]. 2022;61(1):1–4. Available from: <https://www.luvass.edu.in/haryana-veterinarian/download/harvet2022-june/1.pdf>
42. Raja K, Ushakumary S, Ramesh G, Ramesh S, Sudhakar G V. Gross anatomical studies on the large intestine in adult guinea pig (*Cavia porcellus*). J Entomol Zool Stud [Internet]. 2020;8(3):926–9. Available from: <https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue3/PartO/8-3-142-890.pdf>
43. Chende A, Martonos C, Gal AF, Rus V, Miclăuş V, Pivariu D, et al. Anatomical, histological and histochemical features of the guinea pig (*Cavia porcellus*) caecum. Bull Univ Agric Sci Vet Med Cluj-Napoca Vet Med. 2021;78(1):57–62.
44. Sandoval HF. Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento [Internet]. Universidad Técnica de Ambato; 2013. Available from: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequenc>



e=3

45. Kawasaki K, Min X, Nishiyama A, Sakaguchi E. Effect of fructo-oligosaccharide on nitrogen utilization in guinea pigs. *Anim Sci J*. 2013;84(4):328–33.
46. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. 1997. Available from: <http://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>
47. Escobar P, Urbano J. Producción de cuyes alternativas SENA para el desarrollo del campo. San Juan de Pasto: Litografía Mados Print; 2018. 86 p.
48. Usca Méndez JE, Flores Mancheno LG, Tello Flores LA, Navarro Ojeda MN. Manejo general en la cría del cuy. Chimborazo: La Caracola Editores; 2022. 209 p.
49. Ocampo Cussi MK. Producción de un pienso balanceado destinado a la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*) a partir del sunchu (*Viguiera lanceolata*) [Internet]. Univesidad Nacional de San Agustín; 2015. Available from: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3223>
50. Caycedo A. Alimentación. In: Producción de cuyes [Internet]. Pasto: Universidad de Nariño; 1985. p. 60. Available from: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/23262/22364_3085.pdf?sequence=1&isAllowed=y
51. Trejo-Sánchez F, Mendoza-Martínez G, Plata-Pérez F, Martínez-García J, Villarreal-Espino-Barros OA. Crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) con alimento para conejos y suplementación de vitamina C. *Rev MVZ Cordoba*. 2019;24(3):7286–90.
52. Sakaguchi E, Itoh H, Kohno T, Ohshima S, Mizutani K. Fiber digestion and weight gain in guinea pigs fed diets containing different fiber sources. *Exp Anim*. 1997;46(4):297–302.
53. Kampemba FM, Tshibangu IM, Nyongombe NU, Hornick JL. Palatability of nine fodders species used by guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Trop Anim Health Prod*. 2017;49(8):1733–9.
54. Paredes M, Goicochea E. Efecto de cinco dietas con diferentes proporciones de fibra detergente neutro y almidón en el rendimiento productivo, comportamiento ingestivo y peso de órganos digestivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev Investig Vet del Perú*. 2021;32(1):e19495.
55. Wolf P, Cappai MG, Kamphues J. Water consumption in small mammals (dwarf rabbits, guinea pigs and chinchillas): New data about possible influencing factors. *Res Vet Sci*. 2020;133(6):146–9.
56. Hagen K, Clauss M, Hatt JM. Drinking preferences in chinchillas (*Chinchilla laniger*), degus (*Octodon degu*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*). *J Anim Physiol Anim Nutr*



- (Berl). 2014;98(5):942–7.
57. Zewdie AK. The different methods of measuring feed digestibility: A review. EC Nutr [Internet]. 2018;14(1):68–74. Available from: <https://www.econicon.com/ecnu/pdf/ECNU-14-00542.pdf>
 58. Osorio-Carmona E, Giraldo-Carmona J, Narváez-Solarte W. Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina. Vet Zootec [Internet]. 2012;6(1):87–97. Available from: [http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ6\(1\)_9.pdf](http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ6(1)_9.pdf)
 59. Parra JS, Gómez AZ. Importancia de La utilización de diferentes técnicas de digestibilidad en la nutrición y formulación porcina. Rev MVZ Córdoba [Internet]. 2009;14(1):1633–41. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v14n1/v14n1a12.pdf>
 60. Cárdenas-Villanueva LA. Valor nutricional del pisonay (*Erythrina edulis*) en cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2022. Available from: <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19442>
 61. Espinoza A. Digestibilidad de nutrientes y energía digestible de torta de soya (*Glycine max*) en juveniles de sábalo cola roja (*Brycon erythropterum*) [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2017. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3484>
 62. Sakaguchi E, Nabata A. Comparison of fibre digestion and digesta retention time between nutrias (*Myocaster coypus*) and guinea-pigs (*Cavia porcellus*). Comp Biochem Physiol. 1992;103(3):601–4.
 63. Sá AGA, Moreno YMF, Carciofi BAM. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. Crit Rev Food Sci Nutr. 2019;60(20):3367–3386.
 64. De Jong JA, Derouchey JM, Tokach MD, Dritz SS, Goodband RD, Woodworth JC, et al. Evaluating pellet and meal feeding regimens on finishing pig performance, stomach morphology, and carcass characteristics. J Anim Sci. 2016;94(11):4781–8.
 65. Lancheros JP, Espinosa CD, Stein HH. Effects of particle size reduction, pelleting, and extrusion on the nutritional value of ingredients and diets fed to pigs: A review. Anim Feed Sci Technol. 2020;268(6):114603.
 66. Khan MA, Mahr-Un-Nisa, Sarwar M. Techniques measuring evaluation of feeds digestibility for the nutritional evaluation of feeds. Int J Agric Biol [Internet]. 2003;5(1):91–4. Available from: https://www.fspublishers.org/published_papers/33580_..pdf
 67. Kim JS, Ingale SL, Baidoo SK, Chae BJ. Impact of feed processing technology on nutritional value of pigs feed: A review. Anim Nutr Feed Technol. 2016;16(2):181–96.
 68. Rojas OJ, Stein HH. Effects of reducing the particle size of corn grain on the concentration



- of digestible and metabolizable energy and on the digestibility of energy and nutrients in corn grain fed to growing pigs. *Livest Sci.* 2015;181(11):187–93.
69. Huang C, Zang J, Song P, Fan P, Chen J, Liu D, et al. Effects of particle size and drying methods of corn on growth performance, digestibility and haematological and immunological characteristics of weaned piglets. *Arch Anim Nutr.* 2015;69(1):30–45.
 70. Egena SSA, Alabi JO, Dikko HA, Stephen E, Silas AT, Musa CT. Growth performance and nutrient digestibility of guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed two levels of protein and energy. *Int J Appl Biol Res* [Internet]. 2010;2(2):38–43. Available from: <http://repository.futminna.edu.ng:8080/jspui/handle/123456789/10460>
 71. Farro E. Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (*Colocasia esculenta*) en cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. Universidad Agraria de la Selva; 2012. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.14292/792>
 72. Gutiérrez A. FW, Contreras S. G, Zaldívar R. J. Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) cuvier 1818. *Rev Investig Vet del Perú.* 2019;20(2):178–86.
 73. Aguirre Molina JP. Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes [Internet]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2012. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1502>
 74. Sihualcollo Mamani EF. Influencia de ración balanceada en pellets sobre la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus* L.) [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2013. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3406%0A>
 75. Fuller MF. The encyclopedia of farm animal nutrition. CABI Publishing; 2004. 620 p.
 76. Bülbül T, Nawaz S. An overview about laboratory rodents, digestive physiology and important issues regarding their nutrition. *J Nat Appl Sci.* 2020;3(2):219–27.
 77. Veiga de Cabo J, De la Fuente Díez E, Zimmermann Verdejo M. Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Med Segur Trab (Madr).* 2008;54(210):81–8.
 78. Osada J, Salvador-Carrillo J. Descriptive correlational studies: Correct term? *Rev Med Chil.* 2021;149(9):1382–4.
 79. Aller M, Rodríguez Gómez J, Rodríguez F. Normas éticas para el cuidado y utilización de los animales de experimentación. *Cir Española* [Internet]. 1999;67(1):10–3. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-espanola-36-articulo-normas-eticas-el-cuidado-utilizacion-8848>



80. Pichard G, Rosero O, Kass M, Ojeda F. Recomendaciones sobre muestreo y análisis químico. In: Ruiz ME, Ruiz A, editors. Nutrición de rumiantes: guía metodológica de investigación [Internet]. San Jose, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal en Latinoamérica.; 1990. p. 344. Available from: <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7048>
81. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 1991;74(10):3583–97.
82. Mertens DR. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J Dairy Sci.* 1997;80(7):1463–81.
83. Nehring K, Haenlein GF. Feed evaluation and ration calculation based on net energy. *J Anim Sci.* 1973;36(5):949–64.
84. Crampton EW, Harris LE. Nutrición animal aplicada: El uso de los alimentos en la formulación de raciones para el ganado. 2da ed. Zaragoza: Editorial Acribia; 1974. 756 p.



ANEXOS



Tabla 10. Composición nutricional de alimento comercial en forma de harina

Indicador	R1	R2
MS, %	89.22	89.22
PC, % MS	14.42	14.49
EE, % MS	3.37	3.37
CZS, % MS	4.70	4.70
FC, % MS	6.14	5.68
FDN, % MS	20.10	21.43
FDA, % MS	9.32	9.77
CNF, % MS	24.11	22.82
ELN, % MS	71.37	71.76

R1 y R2, repeticiones. MS, materia seca. PC, proteína cruda. EE, extracto etéreo. CZS, cenizas. FC, fibra cruda. FDN, fibra detergente neutral. FDA, fibra detergente ácida. CNF, carbohidratos no fibrosos. ELN, extracto libre de nitrógeno.

Tabla 11. Composición nutricional de las heces de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de harina

Indicador	Cuy A		Cuy B		Cuy C	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
MS, %	91.00	90.85	91.27	91.50	91.08	90.97
PC, % MS	20.97	20.87	21.45	20.88	18.49	18.92
EE, % MS	2.83	2.82	4.18	4.19	2.65	2.65
CZS, % MS	8.05	8.05	8.16	8.16	8.90	8.90
FC, % MS	13.60	13.26	12.46	12.36	14.10	13.59
FDN, % MS	38.45	39.54	34.18	37.69	40.22	35.68
FDA, % MS	20.00	20.41	17.64	19.52	20.87	18.42
CNF, % MS	23.02	22.49	20.48	20.02	17.37	18.53
ELN, % MS	54.55	55.00	53.75	54.41	55.86	55.94

R1 y R2, repeticiones. MS, materia seca. PC, proteína cruda. EE, extracto etéreo. CZS, cenizas. FC, fibra cruda. FDN, fibra detergente neutral. FDA, fibra detergente ácida. CNF, carbohidratos no fibrosos. ELN, extracto libre de nitrógeno.



Tabla 12. Materia seca consumida (g/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de harina

Días	Cuy A	Cuy B	Cuy C
1	36.04	40.98	35.35
2	30.34	39.18	36.05
3	34.50	35.98	12.70
4	28.13	38.73	47.59
5	33.20	38.09	40.15
6	37.58	36.04	37.11
7	25.52	36.86	37.88
8	31.84	32.96	38.80
9	29.42	26.26	37.67

Tabla 13. Materia seca excretada (g/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de harina

Días	Cuy A	Cuy B	Cuy C
1	8.19	8.56	9.30
2	8.77	11.34	9.80
3	12.12	9.62	9.48
4	2.44	8.69	9.96
5	6.81	9.88	13.59
6	8.77	7.67	11.01
7	12.90	10.93	9.30
8	6.20	14.15	7.965
9	5.93	8.73	8.19

Tabla 14. Coeficiente de digestibilidad aparente del alimento comercial en forma de harina

Indicador	Cuy A		Cuy B		Cuy C	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
MS consumida, g/d	31.84	31.84	36.12	36.12	35.92	35.92
MS excretada, g/d	8.02	8.01	9.94	9.96	9.85	9.84
DMS, %	74.80	74.84	72.48	72.41	72.58	72.61
DPC, %	63.35	63.76	59.06	60.24	64.83	64.23
DEE, %	78.84	78.95	65.86	65.69	78.43	78.46
DCZS, %	56.84	56.91	52.21	52.09	48.07	48.13
DFC, %	44.18	41.26	44.14	39.95	37.02	34.46
DFDN, %	51.79	53.58	53.19	51.47	45.12	54.39
DFDA, %	45.92	47.44	47.90	44.87	38.59	48.36
DCNF, %	75.94	75.20	76.62	75.79	80.24	77.76
DELN, %	80.74	80.72	79.27	79.08	78.54	78.65

R1 y R2, repeticiones. MS, materia seca. DMS, digestibilidad de la materia seca. DPC, digestibilidad de la proteína cruda. DEE, digestibilidad del extracto etéreo. DCZ, digestibilidad de la ceniza. DFC, digestibilidad de la fibra cruda. DFDN, digestibilidad de la fibra detergente neutra. DFDA, digestibilidad de la fibra detergente ácida. DCNF, digestibilidad de los carbohidratos no fibrosos. DELN, digestibilidad del extracto libre de nitrógeno.

Tabla 15. Energía digestible del alimento comercial en forma de harina

Indicador	Cuy A		Cuy B		Cuy C	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
MS consumida, g/d	31.84	31.84	36.12	36.12	35.92	35.92
Energía bruta, Mcal/kg MS	4.3152	4.3129	4.3152	4.3129	4.3152	4.3129
MS excretada, g/d	74.80	74.84	72.48	72.41	72.58	72.61
Energía bruta fecal, Mcal/kg MS	4.3181	4.3133	4.3869	4.3771	4.2359	4.2393
Energía digestible, Mcal/Kg MS	3.2270	3.2277	3.1077	3.1051	3.1536	3.1517

R1 y R2, repeticiones. MS, materia seca.



Tabla 16. Consumo de agua (mL/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de harina

Días	Cuy A	Cuy B	Cuy C
1	77	110	75
2	71	90	63
3	74	87	20
4	77	92	105
5	92	91	79
6	82	83	55
7	84	76	78
8	100	72	77
9	93	64	77

Tabla 17. Composición nutricional de alimento comercial en forma de pellet o granulado

Indicador	R1	R2
MS, %	91.05	90.95
PC, % MS	23.44	23.23
EE, % MS	6.59	6.26
CZS, % MS	8.54	8.54
FC, % MS	11.90	11.09
FDN, % MS	29.68	28.79
FDA, % MS	18.47	17.59
CNF, % MS	25.75	26.55
ELN, % MS	49.53	50.88

R1 y R2, repeticiones. MS, materia seca. PC, proteína cruda. EE, extracto etéreo. CZS, cenizas. FC, fibra cruda. FDN, fibra detergente neutral. FDA, fibra detergente ácida. CNF, carbohidratos no fibrosos. ELN, extracto libre de nitrógeno.

Tabla 18. Composición nutricional de las heces de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet

Indicador	Cuy A		Cuy B		Cuy C	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
MS, %	91.20	91.31	91.45	91.51	91.42	91.36
PC, % MS	16.90	16.12	16.27	16.10	11.14	11.70
EE, % MS	5.13	5.13	4.79	5.18	2.50	2.53
CZS, % MS	12.73	12.73	12.78	12.78	13.33	13.33
FC, % MS	22.95	23.54	25.66	23.73	23.31	22.54
FDN, % MS	47.20	47.31	46.87	47.58	46.11	46.02
FDA, % MS	31.87	32.15	31.13	31.95	31.07	31.05
CNF, % MS	22.94	23.86	24.18	22.94	19.70	19.51
ELN, % MS	42.29	42.48	40.50	42.21	49.72	49.90

R1 y R2, repeticiones. MS, materia seca. PC, proteína cruda. EE, extracto etéreo. CZS, cenizas. FC, fibra cruda. FDN, fibra detergente neutral. FDA, fibra detergente ácida. CNF, carbohidratos no fibrosos. ELN, extracto libre de nitrógeno.



Tabla 19. Materia seca consumida (g/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet

Días	Cuy A	Cuy B	Cuy C
1	55.98	64.08	57.38
2	57.38	65.22	60.59
3	56.62	66.85	61.88
4	46.31	53.72	38.48
5	51.76	58.17	53.75
6	54.79	73.30	72.79
7	50.53	63.37	51.97
8	46.47	44.18	28.21
9	56.60	52.33	51.45

Tabla 20. Materia seca excretada (g/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet

Días	Cuy A	Cuy B	Cuy C
1	18.99	24.37	14.61
2	21.00	23.31	27.32
3	19.41	24.65	24.29
4	12.71	22.60	16.44
5	19.03	23.33	20.41
6	19.89	27.94	32.69
7	22.22	27.90	15.61
8	15.03	19.42	15.91
9	25.18	23.38	18.33

Tabla 21. Coeficiente de digestibilidad aparente del alimento comercial en forma de pellet

Indicador	Cuy A		Cuy B		Cuy C	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
MS consumida, g/d	52.96	52.91	60.17	60.10	52.98	52.91
MS excretada, g/d	19.26	19.28	24.09	24.11	20.63	20.61
DMS, %	63.63	63.54	59.96	59.88	61.05	61.03
DPC, %	73.78	74.70	72.20	72.20	81.49	80.37
DEE, %	71.69	70.12	70.89	66.81	85.22	84.25
DCZS, %	45.78	45.66	40.07	39.97	39.21	39.18
DFC, %	29.85	22.61	13.65	14.16	23.71	20.80
DFDN, %	42.16	40.09	36.76	33.70	39.49	37.71
DFDA, %	37.24	33.37	32.51	27.14	34.48	31.22
DCNF, %	67.60	67.24	62.40	65.34	70.20	71.37
DELN, %	68.94	69.56	67.26	66.72	60.90	61.78

R1 y R2, repeticiones. MS, materia seca. DMS, digestibilidad de la materia seca. DPC, digestibilidad de la proteína cruda. DEE, digestibilidad del extracto etéreo. DCZ, digestibilidad de la ceniza. DFC, digestibilidad de la fibra cruda. DFDN, digestibilidad de la fibra detergente neutra. DFDA, digestibilidad de la fibra detergente ácida. DCNF, digestibilidad de los carbohidratos no fibrosos. DELN, digestibilidad del extracto libre de nitrógeno.

Tabla 22. Energía digestible del alimento comercial en forma de pellet

Indicador	Cuy A		Cuy B		Cuy C	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
MS consumida, g/d	52.96	52.91	60.17	60.10	52.98	52.91
Energía bruta, Mcal/kg MS	4.5328	4.5051	4.5328	4.5051	4.5328	4.5051
MS excretada, g/d	19.26	19.28	24.09	24.11	20.63	20.61
Energía bruta fecal, Mcal/kg MS	4.2576	4.2489	4.2469	4.2507	3.9949	4.0002
Energía digestible, Mcal/Kg MS	2.9842	2.9560	2.8322	2.7999	2.9768	2.9464

R1 y R2, repeticiones. MS, materia seca.



Tabla 23. Consumo de agua (mL/d) de cuyes que recibieron alimento comercial en forma de pellet

Días	Cuy A	Cuy B	Cuy C
1	100	150	103
2	104	150	130
3	103	150	115
4	85	150	50
5	102	150	127
6	122	160	150
7	95	150	94
8	70	129	40
9	125	160	150

Tabla 24. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la materia seca

	MSH	MSP
W-stat	0.69436941	0.8263824
P-value	0.00538931	0.1001372
Alpha	0.05	0.05
Normal	no	yes

Tabla 25. Prueba estadística para la digestibilidad de la materia seca

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	73.28	61.51	Media	73.28	61.51
Varianza	1.774	3.525	Varianza	1.774	3.525
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	2.649	
Estadístico F	1.986		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.669		Estadístico t	8.854	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.000	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 26. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la proteína cruda

	PCH	PCP
W-stat	0.85687672	0.824963239
P-value	0.1787057	0.097377518
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	yes

Tabla 27. Prueba estadística para la digestibilidad de la proteína cruda

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	62.58	75.79	Media	62.58	75.79
Varianza	6.689	20.864	Varianza	6.689	20.864
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	13.776	
Estadístico F	3.118		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.486		Estadístico t	-4.359	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.012	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	



Tabla 28. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk del extracto etéreo

	EEH	EEP
W-stat	0.667228741	0.816627764
P-value	0.002739861	0.082498277
Alpha	0.05	0.05
Normal	no	yes

Tabla 29. Prueba estadística para la digestibilidad del extracto etéreo

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	74.37	74.83	Media	74.37	74.83
Varianza	55.469	74.673	Varianza	55.469	74.673
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	65.070	
Estadístico F	1.346		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.852		Estadístico t	-0.069	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.948	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 30. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la ceniza

	CZSH	CZSP
W-stat	0.858764594	0.728343445
P-value	0.184967874	0.012127936
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	no

Tabla 31. Prueba estadística para la digestibilidad de la ceniza

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	52.37	41.64	Media	52.37	41.64
Varianza	19.276	12.623	Varianza	19.276	12.623
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	15.949	
Estadístico F	1.526		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.791		Estadístico t	3.290	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.030	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 32. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la fibra cruda

	FCH	FCP
W-stat	0.92509334	0.93048491
P-value	0.542777469	0.583851797
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	yes

Tabla 33. Prueba estadística para la digestibilidad de la fibra cruda

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	40.17	20.79	Media	40.17	20.79
Varianza	14.824	39.571	Varianza	14.824	39.571
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	27.198	
Estadístico F	2.669		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.545		Estadístico t	4.549	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.010	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 34. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la fibra detergente neutra

	FDNH	FDNP
W-stat	0.792346852	0.982927934
P-value	0.050101234	0.965151962
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	yes

Tabla 35. Prueba estadística para la digestibilidad de la fibra detergente neutra

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	51.59	38.31	Media	51.59	38.31
Varianza	2.551	8.733	Varianza	2.551	8.733
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	5.642	
Estadístico F	3.423		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.452		Estadístico t	6.843	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.002	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 36. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la fibra detergente ácida

	FDAH	FDAP
W-stat	0.799572394	0.976784772
P-value	0.058255574	0.93450522
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	yes

Tabla 37. Prueba estadística para la digestibilidad de la fibra detergente ácida

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	45.51	32.66	Media	45.51	32.66
Varianza	3.143	7.535	Varianza	3.143	7.535
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	5.339	
Estadístico F	2.397		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.588		Estadístico t	6.813	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.002	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 38. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de carbohidratos no fibrosos

	CNFH	CNFP
W-stat	0.871999417	0.969869914
P-value	0.23429176	0.891559415
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	yes

Tabla 39. Prueba estadística para la digestibilidad de carbohidratos no fibrosos

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	76.92	67.35	Media	76.92	67.35
Varianza	3.327	11.960	Varianza	3.327	11.960
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	7.644	
Estadístico F	3.594		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.435		Estadístico t	4.238	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.013	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 40. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk del extracto libre de nitrógeno

	ELNH	ELNP
W-stat	0.827710291	0.866544803
P-value	0.102782349	0.212776217
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	yes

Tabla 41. Prueba estadística para la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	79.49	65.86	Media	79.49	65.86
Varianza	1.219	16.592	Varianza	1.219	16.592
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	8.906	
Estadístico F	13.608		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.136		Estadístico t	5.596	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.005	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 42. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la energía digestible

	EDH	EDP
W-stat	0.848890753	0.815334921
P-value	0.154183806	0.080383235
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	yes

Tabla 43. Prueba estadística para la energía digestible

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	3.16	2.91	Media	3.16	2.91
Varianza	0.003	0.007	Varianza	0.003	0.007
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	0.005	
Estadístico F	2.013		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.663		Estadístico t	4.024	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.015	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 44. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la materia seca consumida

	MSCH	MSCP
W-stat	0.784660335	0.750737255
P-value	0.078380257	0.001625824
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	no

Tabla 45. Prueba estadística para la materia seca consumida

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	34.63	55.34	Media	34.63	55.34
Varianza	5.838	17.263	Varianza	5.838	17.263
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	11.550	
Estadístico F	2.957		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.505		Estadístico t	-7.463	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.001	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	

Tabla 46. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk del consumo de agua

	CAGH	CAGP
W-stat	0.943054519	0.848702472
P-value	0.539804227	0.236985292
Alpha	0.05	0.05
Normal	yes	yes

Tabla 47. Prueba estadística para el consumo de agua

Prueba de F	Harina	Pellet	Prueba de t	Harina	Pellet
Media	75.66	117.24	Media	75.66	117.24
Varianza	47.916	565.970	Varianza	47.916	565.970
Observaciones	3	3	Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2	Varianza agrupada	306.943	
Estadístico F	11.811		Grados de libertad	4	
P(F<=f) dos colas	0.156		Estadístico t	-2.906	
Valor crítico (dos colas)	0.025		P(T<=t) dos colas	0.043	
	39.00		Valor crítico (dos colas)	2.776	



Figura 1. Jaula metabólica para cuyes



Figura 2. Proceso de limpieza de parrilla movible para las heces



Figura 3. Pesaje del alimento comercial en forma de harina no consumido por el cuy



Figura 4. Cuy en descanso en jaula metabólica limpia



Figura 5. Suministro de alimento comercial en forma de harina en comedero movable



Figura 6. Medición de agua no consumida

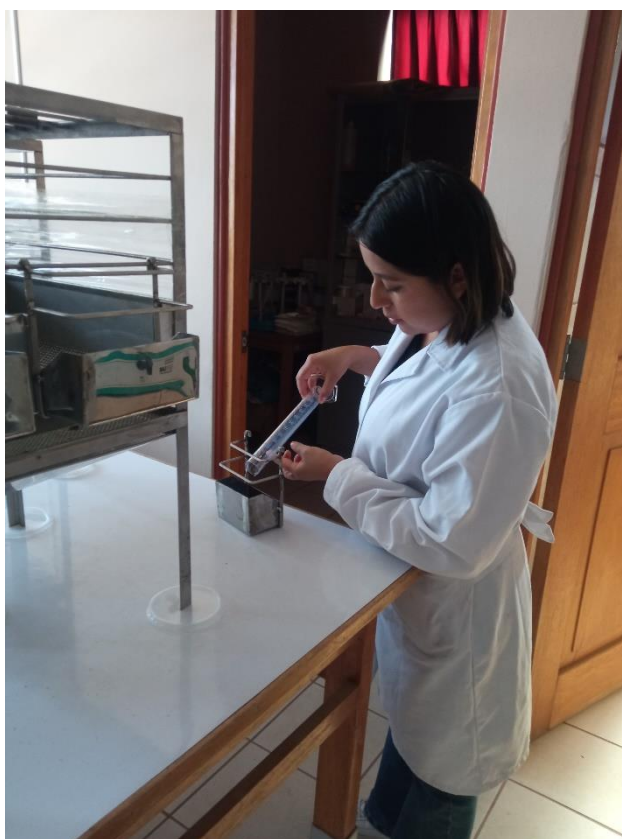


Figura 7. Suministro de agua fresca en bebederos móviles



Figura 8. Cuy en jaula metabólica con alimento comercial en forma de harina y agua



Figura 9. Cuy en jaula metabólica con alimento comercial en forma de pellet

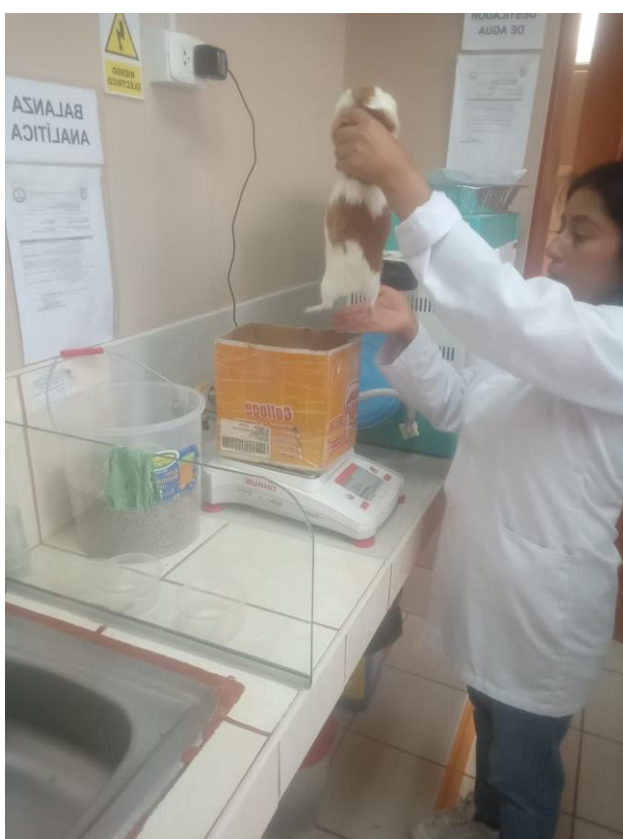


Figura 10. Pesado de cuy



Figura 11. Recojo y limpieza de heces

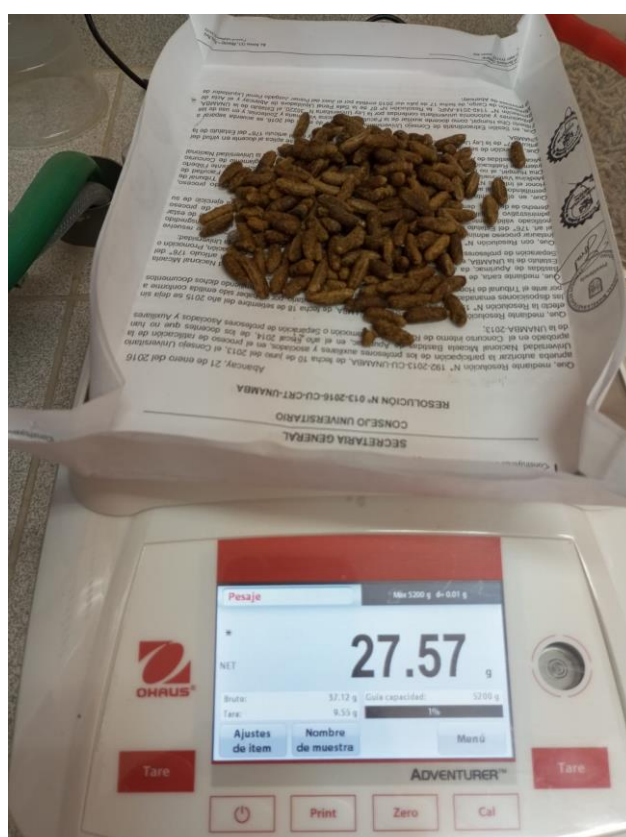


Figura 12. Pesado de heces exentas de pelo e impurezas



Figura 13. Muestra de alimento comercial en forma de harina y heces de cuyes



Figura 14. Muestra de alimento comercial en forma de pellet y heces de cuyes

Sr(esa.)
Ludwing Cardenas
Abanoay
Apurimao

LNA/037/038/039/2023

Resultados obtenidos de muestras remitidas por el solicitante

Características Físico-químicas

Todos los resultados en base seca:
¹CNF estimados según Mertens (1995)

Parámetros Nutricionales	Muestra	Alimento Integral Pelet	Alimento Integral Pelet	Alimento Pelet Cuy A Neces Cod A-	Alimento Pelet Cuy A Neces Cod A-	Alimento Pelet Cuy B Neces Cod B-	Alimento Pelet Cuy B Neces Cod B-P
	Código	037-23	037-23	038-23	038-23	039-23	039-23
Materia Seca Total (MST)**	(%)	91.05	90.95	91.20	91.31	91.45	91.51
Proteína Cruda (PC)	(%MS)	23.44	23.23	16.90	16.12	16.27	16.10
Extracto Etéreo (EE)	(%MS)	6.59	6.26	5.13	5.13	4.79	5.18
Fibra Detergente Neutro (FDN)	(%MS)	29.68	28.79	47.20	47.31	46.87	47.58
Fibra Detergente Ácido (FDA)	(%MS)	18.47	17.59	31.87	32.15	31.13	31.95
Cenizas (CZS)	(%MS)	8.54	8.54	12.73	12.73	12.78	12.78
Fibra Cruda (FC)	(%MS)	11.90	11.09	22.95	23.54	25.66	23.73
Carbohidratos No Fibrosos (CNF) ¹	(%MS)	25.75	26.55	22.94	23.86	24.18	22.94

Arequipa, 15 de noviembre del 2023

** Materia seca total obtenida en estufa a 105 °C x 3h

MS, PC, EE, CZS según AOAC, (1990)

FDN, FDA, LDA, según Van Soest y Robertson, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

FDN, FDA, según Van Soest y Robertson, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL - UCSM E.P. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Teléfono: 054-382038 Anexo 1186 Celular: 959670257

lnsvet@ucsm.edu.pe

Figura 15A. Reporte del análisis realizado en el laboratorio



Sr(oc.)
Ludwing Cardenas
Abanoay
Apurimac

LNA/040/041/042/2023

Resultados obtenidos de muestras remitidas por el solicitante

Características Fisico-químicas

Todos los resultados en base seca:
 *CNF estimados según Mertens (1995)

Parámetros Nutricionales	Muestra Código	Alimento Pellet Cuy C Heces Cod C P	Alimento Pellet Cuy C Heces Cod C P	Alimento Integral harina Codigo H	Alimento Integral harina Codigo H	Alimento Harina Cuy A Heces Cod A- H	Alimento Harina Cuy A Heces Cod A- H
		040-23	040-23	041-23	041-23	042-23	042-23
Materia Seca Total (MST)**	(%)	91.42	91.26	89.22	89.22	91.00	90.85
Proteína Cruda (PC)	(%MS)	11.14	11.70	14.42	14.49	20.97	20.87
Extracto Etéreo (EE)	(%MS)	2.50	2.53	3.37	3.37	2.83	2.82
Fibra Detergente Neutro (FDN)	(%MS)	46.11	46.02	20.10	21.43	38.45	39.54
Fibra Detergente Ácido (FDA)	(%MS)	31.07	31.05	9.32	9.77	20.00	20.41
Cenizas (CZS)	(%MS)	13.33	13.33	4.70	4.70	8.05	8.05
Fibra Cruda (FC)	(%MS)	23.31	22.54	6.14	5.68	13.60	13.26
Carbohidratos No Fibrosos (CNF) ¹	(%MS)	19.70	19.51	24.11	22.82	23.02	22.49


 ANAL. 15/11/2023 P.L. B.T.
 M.V. 15/11/2023 P.L. B.T.

Arequipa, 15 de noviembre del 2023

** Materia seca total obtenida en estufa a 105 °C ± 3h

MS, PC, EE, CZS según AOAC, (1990)

FDN, FDA, LDA, según Van Soest y Robertson, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

FDN, FDA, según Van Soest y Robertson, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL - UCSM E.P. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Teléfono: 054-382038 Anexo 1186 Celular: 959670257

lnavet@ucsm.edu.pe

Figura 15B. Reporte del análisis realizado en el laboratorio



Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sr(ce.)
Ludwing Cardenas
Abanoay
Apurimac



LNA/043/044/2023

Resultados obtenidos de muestras remitidas por el solicitante

Características Físico-químicas

Todos los resultados en base seca:

¹CNF estimados según Mertens (1995)

Parámetros Nutricionales	Muestra	Alimento	Alimento	Alimento	Alimento
		Harina Cuy B Hece Cod B-H	Harina Cuy B Hece Cod B-H	Harina Cuy C Hece Cod C- H	Harina Cuy C Hece Cod C- H
	Código	043-23	043-23	044-23	044-23
Materia Seca Total (MST)**	(%)	91.27	91.50	91.08	90.97
Proteína Cruda (PC)	(%MS)	21.45	20.88	18.49	18.92
Extracto Etéreo (EE)	(%MS)	4.18	4.19	2.65	2.65
Fibra Detergente Neutro (FDN)	(%MS)	34.18	37.69	40.22	35.68
Fibra Detergente Ácido (FDA)	(%MS)	17.64	19.52	20.87	18.42
Cenizas (CZS)	(%MS)	8.16	8.16	8.90	8.90
Fibra Cruda (FC)	(%MS)	12.46	12.36	14.10	13.59
Carbohidratos No Fibrosos (CNF) ¹	(%MS)	20.48	20.02	17.37	18.53

196
ANEXO 1: RESULTADOS DE ANÁLISIS
DE MUESTRAS DE ALIMENTO
REMITIDAS POR EL SOLICITANTE

Arequipa, 15 de noviembre del 2023

** Materia seca total obtenida en estufa a 105 °C x 3h

MS, PC, EE, CZS según AOAC, (1990)

FDN, FDA, LDA, según Van Soest y Robertson, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

FDN, FDA, según Van Soest y Robertson, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL - UCSM E.P. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Teléfono: 054-382038 Anexo 1186 Celular: 959670257

insavet@ucsm.edu.pe

Figura 15C. Reporte del análisis realizado en el laboratorio