JOURNAL OF THE Selva Andina Animal Science
Official Journal of the Selva Andina Research Society.

Nota Técnica

ISSN 2311-3766 (print edition)
JSAAS
ISSN 2311-2581 (online edition)

Digestibilidad aparente de dos formas de alimentos concentrados en la etapa de engorde de cuyes (*Cavia porcellus*)

Apparent digestibility of two forms of concentrated feed in the fattening stage of guinea pigs (*Cavia porcellus*)

Cáceres Valencia Miluska[1], Ramos-Zuñiga Ruth[2], Cárdenas-Villanueva Ludwing Angel[2*]

Datos del Artículo

[1] Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Esquina Calle Los Lirios con Álamos s/n.
Abancay, Apurímac, Perú.

[2] Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Laboratorio de Farmacología, Toxicología y Bioquímica Veterinaria.
Esquina Calle Los Lirios con Álamos s/n.
Abancay, Apurímac, Perú.

***Dirección de contacto**:

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Laboratorio de Farmacología, Toxicología y Bioquímica Veterinaria.
Esquina Calle Los Lirios con Álamos s/n.
Abancay, Apurímac.
Tel: +51 83 321965.
Peru.

Ludwing Angel Cárdenas-Villanueva
E-mail address: lcardenas@unamba.edu.pe

Palabras clave:

Alimento integral,
consumo de agua,
consumo de alimento,
eficiencia alimenticia,
granulado,
harina,
jaulas metabólicas.

J. Selva Andina Anim. Sci.
2026; 13(1):12-24.
ID del artículo: 151/JSAAS/2025.

Historial del artículo

Recibido noviembre 2025.
Devuelto febrero 2026.
Aceptado marzo 2026.
Disponible en línea, abril 2026.

Editado por:
Selva Andina
Research Society

Keywords:

Feed efficiency,
feed consumption,
meal,
metabolic cages,
pellet,
water consumption,
whole food.

Resumen

Se evaluó la digestibilidad aparente de dos formas de alimento concentrado (harina y granulado) en cuyes (*Cavia porcellus*). Se emplearon tres machos adultos mejorados tipo I por tratamiento, con un peso corporal promedio de 909.8±35.2 g. El coeficiente de digestibilidad aparente se determinó mediante ensayos convencionales *in vivo*, considerando el contenido energético de dieta y heces. El consumo de alimento y agua se calculó por diferencia entre lo ofrecido y lo no consumido. La fase de acostumbramiento fue de 7 días y la experimental de 9 días. Las medias se compararon con la prueba *t* de Student. La digestibilidad de materia seca, ceniza, fibra cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, carbohidratos no fibrosos y extracto libre de nitrógeno fue mayor en la harina respecto al granulado en 11.00, 10.00, 19.00, 13.00, 12.00, 9.00 y 13.00 %, respectivamente ($p < 0.05$). En contraste, la digestibilidad de proteína cruda fue superior en el granulado en 13.00 % ($p < 0.05$). La energía digestible de la harina superó al granulado en 0.25 Mcal/kg de materia seca ($p < 0.05$). El alimento granulado incrementó el consumo de alimento y agua en 20 g/animal/d y 35 mL/animal/día, respectivamente ($p < 0.05$). En conclusión, el alimento en forma de harina tuvo mayor digestibilidad de la mayoría de nutrientes y energía, mientras que el granulado favoreció la digestibilidad de proteína cruda y estimuló un mayor consumo de alimento y agua, lo que sugiere ventajas prácticas en sistemas de producción.

2026. Journal of the Selva Andina Animal Science®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The apparent digestibility of two forms of concentrated feed (flour and granules) in guinea pigs (*Cavia porcellus*) was evaluated. Three adult males improved type I were used per treatment, with an average body weight of 909.8±35.2 g. The apparent digestibility coefficient was determined by conventional *in vivo* assays, considering the energy content of diet and feces. Food and water consumption was calculated by the difference between what was offered and what was not consumed. The acclimatization phase was 7 days and the experimental phase was 9 days. The means were compared with Student's *t*-test. The digestibility of dry matter, ash, crude fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, non-fibrous carbohydrates and nitrogen-free extract was higher in flour compared to granules in 11.00, 10.00, 19.00, 13.00, 12.00, 9.00 and 13.00 %, respectively ($p < 0.05$). In contrast, crude protein digestibility was 13.00 % higher in granules ($p < 0.05$). The digestible energy of the flour exceeded the granulate by 0.25 Mcal/kg of dry matter ($p < 0.05$). Granulated feed increased feed and water intake by 20 g/animal/d and 35 mL/animal/d, respectively ($p < 0.05$). In conclusion, the feed in the form of flour had greater digestibility of most nutrients and energy, while the granules favored the digestibility of crude protein and stimulated a higher consumption of feed and water, which suggests practical advantages in production systems.

2026. Journal of the Selva Andina Animal Science®. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

Los cuyes constituyen una fuente importante de proteína animal para el consumo doméstico y su comercialización en el ámbito de pequeños agricultores rurales, quienes han logrado adaptar favorablemente su cría y manejo[1]. En las últimas tres décadas, la producción comercial se ha incrementado de manera significativa, especialmente en razas mejoradas[2].

El cuy es un herbívoro monogástrico cuya alimentación se basa principalmente en forraje, gracias a su elevada capacidad de consumo. No obstante, también puede recibir piensos concentrados o combinaciones de forraje y concentrado. El desafío actual radica en la producción de piensos de calidad, en su mayoría concentrados, capaces de satisfacer los requerimientos nutricionales del animal y garantizar un alimento integral[3].

Los requerimientos nutricionales de los cuyes son fundamentales para estimar las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción, lo que permite optimizar la productividad en función de la calidad genética disponible. A lo largo de los años se ha implementado la alimentación mixta, basada en forraje y concentrado, especialmente en cuyes mejorados dentro de sistemas de crianza familiar y tecnificada. Sin embargo, la escasez de forrajes, consecuencia de la reducción de la frontera agrícola en diversas regiones del país, ha impulsado la evaluación de alternativas como la alimentación integral, destinada a disminuir la dependencia de forrajes[4].

La alimentación con concentrado constituye uno de los tres sistemas de suministro, caracterizado por requerir agua fresca diaria. Este tipo de dieta única es considerada la más completa, ya que se espera que cubra de manera conveniente las necesidades nutricionales del cuy; no obstante, presenta como principal desventaja el costo asociado[5].

La digestibilidad está estrechamente relacionada con la composición de la dieta. En este sentido, una mayor concentración de proteína bruta (PB) ejerce un efecto positivo sobre el consumo de materia seca (CMS), mientras que las fracciones de fibra tienden a reducirlo, probablemente debido a la selectividad de los animales. Asimismo, la PB influye favorablemente en la digestibilidad de la materia seca (DMS), aunque este efecto depende de la calidad de la dieta y de la especie o raza. Por otro lado, el contenido de fibra detergente neutra (FDN) suele afectar de manera negativa la digestibilidad, aunque su impacto varía según la especie y el nivel de fibra presente en la dieta. De manera similar, la fibra detergente ácida (FDA) reduce la DMS, siendo su efecto condicionado por la calidad nutricional de la dieta, la selectividad del forraje ofrecido y la capacidad de adaptación del sistema gastrointestinal[6].

Los cuyes poseen la capacidad de obtener mayor energía y nutrientes esenciales a partir de materiales fibrosos, como la celulosa, en comparación con la mayoría de especies de ganado no rumiantes. Sin embargo, se recomienda que la dieta incluya hasta un 40 % de alimentos concentrados, principalmente cereales[7]. La disponibilidad de forraje durante la época seca se ha convertido en un obstáculo en los últimos años; por ello, una alternativa viable es el uso de alimento concentrado en forma granulada (pellets), enriquecido con vitamina C, o la elaboración de concentrados caseros en forma de harina, producidos por agricultores o empresas locales. En todos los casos, es indispensable proporcionar agua fresca diariamente, de modo que la alimentación garantice el cumplimiento de los requerimientos nutricionales del animal.

El CMS, distribuido en varias ingestas pequeñas y

frecuentes bajo condiciones *ad libitum*, permite mantener un flujo constante de nutrientes hacia el tracto gastrointestinal y asegurar el equilibrio energético. Estudios del contenido gástrico han reportado que el estómago del cuy nunca se encuentra completamente vacío, mientras que el ciego constituye una fuente adicional para la absorción continua de nutrientes. Asimismo, el consumo de agua (CAg), estrechamente asociado con la ingesta de alimento, garantiza un aporte suficiente para mantener el equilibrio hídrico del animal[8]. En este contexto, se evaluó la digestibilidad aparente, el CMS y el CAg en dos formas de alimento concentrado (harina y granulado) durante la etapa de engorde de cuyes (*Cavia porcellus*).

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante los meses de agosto y septiembre de 2023. Las condiciones ambientales registraron una temperatura mínima y máxima diaria promedio de 8.3 y 21.7° C, respectivamente, y una humedad relativa de 57.2 %. Se trabajó con una muestra por conveniencia de seis cuyes machos adultos mejorados tipo I, con un peso vivo promedio de 909.8±35.2 g (coeficiente de variabilidad, CV = 3.87 %) y una edad aproximada de tres meses. Los animales, aparentemente sanos, fueron adquiridos de la granja Del Corral y mantenidos bajo un sistema de crianza comercial, con alimentación mixta (alfalfa más concentrado comercial Del Corral), alojados en jaulas con piso plástico tipo *slat* diseñado para cuyes. Durante el experimento se realizó el pesaje semanal y la evaluación sanitaria, sin observar alteraciones ni signos de enfermedad.

Para la evaluación de cada forma de concentrado (harina y granulado) se utilizaron tres cuyes previamente identificados, mediante rotulado individual en cada jaula, y mantenidos en jaulas metabólicas diseñadas para este tipo de estudios. Este procedimiento permitió controlar de manera precisa el consumo de alimento y agua, así como la recolección de heces necesarias para el análisis de digestibilidad. La metodología se fundamentó en la investigación realizada por Castro-Bedriñana et al.[9], adaptada a las condiciones experimentales del presente estudio.

Tabla 1 Insumos y composición nutricional de alimentos concentrados en forma de harina y granulado

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

NDT nutrientes digeribles totales

Las jaulas metabólicas fueron diseñadas considerando el espacio vital de los animales (0.16 m^2), garantizando condiciones que permitieran un grado apropiado de libertad de movimiento, así como el acceso a alimentación y cuidados orientados a preservar su salud y bienestar[10].

Los alimentos concentrados en sus dos presentaciones (harina y granulado) se adquirieron en tiendas especializadas de comercialización, con un total de 7 kg por cada tipo de alimento. El costo unitario fue de S/ 2.50 por kg (Tabla 1).

El alimento en presentación de harina fue formulado para la etapa de engorde, con un tamaño de partícula menor a 2 mm, y se suministró en una cantidad de 60 g/animal/d. Por su parte, el alimento granulado estuvo destinado igualmente a cuyes en engorde (desde los 45 días hasta el beneficio), con un aspecto tubular intermedio, longitud de 12-13 mm y diámetro de 3 mm. En sistemas intensivos, el consumo recomendado de este tipo de alimento oscila entre 40 y 50 g/animal/d.

Al finalizar el experimento, los alimentos fueron sometidos a análisis para determinar su composición nutricional (Tabla 2). Para cada forma de alimento (harina y granulado) se realizaron dos repeticiones, lo que permitió obtener valores representativos y asegurar la confiabilidad de los resultados.

Tabla 2 Composición nutricional de alimentos comerciales para cuyes

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

MS materia seca

El coeficiente de digestibilidad aparente de las dos formas de alimento concentrado (harina y granulado) se determinó mediante experimentos de digestión convencional *in vivo*. El ensayo tuvo una duración total de 20 días. Tras un período inicial de tres días de acondicionamiento de los cuyes a las jaulas metabólicas, se desarrolló una etapa de acostumbramiento al alimento de siete días. Posteriormente, se llevó a cabo la fase experimental, con una duración de nueve días, para cada una de las formas de alimento integral evaluadas.

Durante la etapa experimental (9 días) se recolectaron diariamente las heces de cada cuy. Al finalizar el ensayo, las muestras correspondientes a cada animal fueron mezcladas y homogenizadas en bolsas plásticas transparentes (Ziploc®, SC Johnson). Posteriormente, se enviaron al laboratorio para el análisis de composición nutricional, realizándose dos repeticiones por cada muestra con el fin de garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados.

Durante la etapa experimental se registró diariamente el CMS. El alimento se suministró en condiciones *ad libitum* y el consumo se calculó como la diferencia entre la cantidad ofrecida y la no consumida. Al finalizar, los valores fueron corregidos en función del contenido de MS de cada forma de alimento integral. Asimismo, se midió el CAg de los cuyes para cada tratamiento.

Los animales fueron pesados al inicio y al final de cada etapa del estudio. De igual manera, se registró diariamente el peso de la dieta ofrecida y del alimento no consumido, utilizando una balanza analítica Ohaus Adventurer AX5202 con precisión de ±0.01 g.

La composición nutricional de las dietas y de las heces se determinó mediante los métodos oficiales de la AOAC[11]. El contenido de FDN y FDA se analizó siguiendo el procedimiento propuesto por Van Soest et al.[12]. Los carbohidratos no fibrosos (CNF) se calcularon de acuerdo con el método descrito por Mertens[13], utilizando la fórmula:

$$CNF = 100 - (EE + FDN + PC + CT)$$

CNF = carbohidratos no fibrosos, EE = extracto etéreo, FDN = fibra detergente neutra, PC = proteína cruda (proteína total) y CT = cenizas totales.

Con base en los resultados de la composición nutricional, se determinó la energía bruta (EB) de cada una de las dietas o alimentos integrales, aplicando la fórmula propuesta por Nehring & Haenlein[14]:

$$EB\ (kcal/kg\ MS) = 9.50 \cdot EE + 4.79 \cdot FC + 5.72 \cdot PC + 4.03 \cdot ELN$$

EB = energía bruta (energía total), EE = extracto etéreo, FC = fibra cruda, PC = proteína cruda (proteína total) y ELN = extracto libre de nitrógeno.

El coeficiente de digestibilidad aparente para cada dieta o alimento integral se calculó mediante la fórmula propuesta por Crampton & Harris[15], lo que permitió estimar la eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes en las dos formas de concentrado evaluadas (harina y granulado).

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

CDA = Coeficiente de digestibilidad aparente del alimento.

El CDA de la MS, PC, extracto etéreo (EE), cenizas (CZS), fibra cruda (FC), FDN, FDA, CNF y extracto libre de nitrógeno (ELN) se calculó en función de la composición nutricional de cada forma de alimento. Para ello se consideró la MS consumida (g) multiplicada por el contenido de nutrientes de la dieta (%) y la MS excretada (g) multiplicada por el contenido de nutrientes en las heces (%), para cada uno de los animales.

La energía digestible (ED) se determinó a partir del contenido energético EB de la dieta o alimento integral y de las heces, ambos expresados en base seca. Los cálculos se realizaron con los datos obtenidos en el experimento de digestibilidad, aplicando la fórmula propuesta por Crampton & Harris[15].

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

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 CAg se evaluó diariamente durante la etapa experimental (9 días), utilizando probetas de vidrio graduadas de 100 mL (±0.5 mL). Se midió el volumen de agua ofrecida y la no consumida por cada cuy, en cada uno de los tratamientos alimenticios.

Para el análisis estadístico, se calcularon la media, desviación estándar y CV de cada componente nutricional de las formas de alimento concentrado (harina y granulado). La prueba de normalidad se realizó mediante el test de Shapiro-Wilk. La comparación de medias se efectuó con la prueba *t* de Student para muestras independientes, previa aplicación de la prueba *F* de Fisher para verificar la homogeneidad de varianzas.

Resultados

En la Tabla 3 se presentan los coeficientes de digestibilidad de los alimentos comerciales evaluados. La DMS fue mayor en la dieta en harina, con una diferencia de 11.00 % respecto al alimento granulado ($p < 0.05$). En contraste, la digestibilidad de la proteína cruda (DPC) resultó superior en el alimento granulado, con un incremento de 13.00 % en comparación con la harina ($p < 0.05$). La digestibilidad del extracto etéreo (DEE) tuvo un comportamiento similar

en ambas formas de alimento ($P > 0.05$). Finalmente, la digestibilidad de las cenizas (DCZS) fue mayor en la dieta en harina, con una diferencia de 10.00 % respecto al granulado ($p < 0.05$).

Tabla 3 Digestibilidad aparente de los alimentos comerciales

Indicador (%)	Harina			Granulado			Valor-P
	$\overline{X}$	DE	CV	$\overline{X}$	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

$\overline{X}$, promedio. DE, desviación estándar. CV, coeficiente de variabilidad.

La digestibilidad de la fibra cruda (DFC) fue superior en la dieta en harina, con una diferencia de 19.00 % respecto al alimento granulado ($p < 0.05$). De manera similar, la digestibilidad de la fibra detergente neutra (DFDN) y de la fibra detergente ácida (DFDA) tuvo valores más altos en la harina, con incrementos de 13.00 y 12.00 %, respectivamente, en comparación con el granulado ($p < 0.05$). La digestibilidad de los carbohidratos no fibrosos (DCNF) en la harina presentó un aumento de 9.00 % respecto al granulado ($p < 0.05$), mientras que la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (DELN) fue también superior en la harina, con una diferencia de 13.00 % ($p < 0.05$).

En la Tabla 4 se observa la ED de los alimentos comerciales durante la etapa experimental (9 días). El valor de ED en la dieta en harina fue mayor en 0.25 Mcal/kg MS en comparación con el alimento granulado ($p < 0.05$).

Tabla 4 Energía digestible de los alimentos comerciales

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

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

Tabla 5 Consumo de materia seca y agua

Indicador	Harina			Granulado			Valor-P
	$\overline{X}$	DE	CV	$\overline{X}$	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. $\overline{X}$, promedio. DE, desviación estándar. CV, coeficiente de variabilidad.

En la Tabla 5 se presentan los resultados del CMS y del CAg en función de los alimentos comerciales evaluados durante la etapa experimental (9 días). El CMS fue mayor en los cuyes alimentados con granulado, con un incremento de 20 g/animal/d respecto a los alimentados con harina ($p < 0.05$). En contraste,

el consumo de agua fue menor en los cuyes que recibieron harina, con una diferencia de 35 mL/animal/d en comparación con los que consumieron granulado ($p < 0.05$).

Discusión

La DMS del alimento comercial en forma granulada fue inferior en 15 % respecto a alimentos balanceados que incluían diferentes porcentajes de harinas proteicas[16]. Cabe señalar que un incremento del contenido proteico (>29 %) en la dieta, mediante la inclusión de insumos proteicos, puede reducir a la mitad el CMS y mejorar la DMS, la DPC y la DFC[17].

El contenido proteico del 23 % en el alimento granulado probablemente favoreció la DPC, comportamiento que ha sido reportado en dietas con niveles proteicos entre 21 y 33 %, que influyen positivamente en la DMS, DPC y DFC[18]. En contraste, concentrados granulados con niveles proteicos de 17 a 18 % tienden a disminuir el CMS, aunque optimizan la DMS (81 %) y la DFC (78 %)[19].

Los indicadores obtenidos en el alimento comercial granulado, particularmente el CMS (55.3±4.1 g/animal/d), fueron cercanos a los valores reportados en dietas que incluían harina de alfalfa y afrecho de cebada (60 g/animal/d), insumos que ejercen un efecto positivo y comparable en la DMS, DPC, DEE y DELN[20]. Sin embargo, la inclusión de harina de alfalfa en un 8.9 % dentro de dietas granuladas se asoció con una disminución de la DMS, DFC y DEE, aunque con tendencia a mejorar la ED de la dieta[21].

La DMS del alimento comercial en forma de harina fue relativamente superior en 3.0 %, la ED fue mayor en 0.40 Mcal/kg MS y el CMS fue menor en 17 g/animal/d, al compararse con alimentos integrales en forma de harina que incluían brozas molidas[22]. En dietas que incorporaron 10 y 20 % de harina de lombriz, con contenidos proteicos de 33.2 y 49.4 % respectivamente, se observó una mejora en la DMS, DEE y DELN[9].

Estas variaciones en el comportamiento digestivo se reflejaron en la ganancia de peso corporal: los cuyes alimentados con harina alcanzaron 1.9 g/animal/d, mientras que aquellos que consumieron alimento granulado lograron 6.7 g/animal/d. Este resultado podría atribuirse a la composición nutricional variable de los alimentos, que no necesariamente se ajusta a los requerimientos nutricionales de cuyes en etapa de engorde.

La variación en la composición nutricional de las dos formas de alimento concentrado podría ser uno de los factores determinantes en la digestibilidad de los nutrientes. Por ejemplo, en dietas con 17.2 % de PC, la DMS fue de (78.9 %)[16]; en otro estudio, dietas con 66.9 % de PC alcanzaron digestibilidades de proteína superiores al (90 %)[9]. Asimismo, el aporte proteico de la harina de alfalfa (19.3 %) tuvo un efecto positivo en la digestibilidad, mientras que la inclusión de harina de cebada con 32.9 % de fibra cruda contribuyó de manera favorable al aprovechamiento de nutrientes[20]. Este comportamiento se corrobora con lo señalado por Díaz et al.[17], quienes destacaron que las variaciones en la digestibilidad están determinadas principalmente por la composición química de las dietas.

Otro de los componentes que podría generar variaciones en el contenido energético de las dietas es el ELN[23]. En la dieta en forma de harina, el contenido de ELN fue de 79.5 %, mientras tanto en el alimento granulado alcanzó 65.8 %. Este comportamiento se reflejó en diferencias en la ED de las dietas evaluadas. Cabe señalar que factores como la composición del alimento, los insumos acompañantes en la formu-

lación y el porcentaje de inclusión del alimento pueden afectar la determinación de la energía[24]. Asimismo, los hábitos alimenticios, la composición de la dieta y la tasa de alimentación influyen en el aprovechamiento de la ED. En este sentido, incrementar el nivel de ED, independientemente del nivel proteico de la dieta, mejora significativamente la energía retenida y la eficiencia proteica[25].

Las dietas evaluadas incluyeron harina de maíz y soya, aunque no se especificó el porcentaje de inclusión. Lancheros et al.[26] señalaron que el alimento granulado puede mejorar la digestibilidad de la EB y de las proteínas, debido a la desnaturalización proteica que ocurre durante el procesamiento de los ingredientes. Otro factor relevante es la reducción del tamaño de las partículas, proceso que favorece la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia alimenticia[27]. Además, este efecto se observa en la digestibilidad aparente de la EB en animales en crecimiento-engorde[28]. En dietas con alta concentración de fibra, la reducción del tamaño de partícula puede alterar la matriz fibrosa que encapsula los nutrientes energéticos, mejorando su aprovechamiento[26].

Sakaguchi & Nabata[29] señalaron que, con niveles de 13.4 % de PC, la eficiencia de la digestión puede estar influenciada por la reingestión de digesta rica en proteínas a través de la cecotrofia. Asimismo, con niveles de 32.5 % de FDN y 21.3 % de FDA, el intestino grueso prolonga el tiempo de retención de la digesta, lo que incrementa la digestibilidad de los nutrientes.

Otro factor que afecta la digestibilidad es la forma de presentación de los alimentos y el procesamiento de las dietas ofrecidas a los animales, como el uso de brozas molidas en la formulación de raciones para cuyes[22]. Mouchili et al.[18] destacaron que el proceso digestivo se ve influido tanto por el alimento como por su presentación, mientras que la estructura y el estado físico de la dieta también condicionan la digestibilidad. Además, el procesamiento destinado a reducir factores antinutricionales, como taninos y fitatos, puede aumentar la palatabilidad y favorecer la absorción de nutrientes[19].

Procesos tecnológicos como el secado, molienda, granulación y extrusión mejoran el sabor, la textura y las propiedades físicas y funcionales de los alimentos, lo que repercute positivamente en la DMS, la energía, las proteínas y otros nutrientes[30].

En el alimento comercial en forma de harina, el contenido de FDN fue de 20.76 % MS, mientras que en el granulado alcanzó 29.23 % MS. Este incremento se reflejó en el CMS, que aumentó de 34.63 a 55.34 g/animal/d, respectivamente. Por otro lado, la FDA en la harina fue de 9.54 % MS y en el granulado de 18.03 % MS. Este aumento en la composición nutricional provocó un efecto contrario en la DMS, que disminuyó de 73.28 a 61.51 %, sugiriendo una relación directa entre ambos indicadores.

Este tipo de relaciones también se han observado en otras especies animales. Khan et al.[31] señalaron que factores como la especie, edad, suministro de alimento y calidad nutricional influyen en la digestibilidad. Asimismo, la ingestión y el consumo de alimento pueden variar según la individualidad de los animales, lo que repercute en la eficiencia digestiva.

En relación con las necesidades nutricionales, el alimento comercial en forma de harina presentó un menor aporte proteico (14 %) y una ED superior (3.1 Mcal/kg MS). En contraste, el alimento comercial granulado tuvo un exceso de proteína (23 %) y un aporte energético de 2.9 Mcal/kg MS. Estos resultados sugieren que ninguno de los dos alimentos comerciales cumple con el balance óptimo proteína/energía recomendado para cuyes en engorde (18 % de proteína y 2.9 Mcal/kg MS)[32,33]. Esta desproporción se reflejó en la menor ganancia de peso

de los cuyes alimentados con harina (1.9 g/animal/d) durante la fase experimental, mientras que la cecotrofia podría haber contribuido al reciclaje de nitrógeno, favoreciendo la síntesis microbiana en el ciego y la formación de heces blandas ricas en N[34].

Este comportamiento resulta contradictorio frente a dietas con PC: 16 %, ED: 3.1 Mcal/kg, y dietas con PC: 22 % y ED: 2.8 Mcal/kg, la digestibilidad de los indicadores evaluados no tuvo diferencias significativas. Sin embargo, se observó un mayor consumo de alimento en las dietas con menor aporte energético, lo que sugiere que los animales intentan satisfacer sus requerimientos energéticos mediante un incremento en la ingesta[35].

En el alimento comercial granulado, el contenido de FDN fue de 29.23 % MS, lo que se asoció con una ganancia de peso vivo de 6.7 g/animal/d y un CMS de 55.34 g/d. Este comportamiento coincide con lo reportado en dietas que contenían entre 25 y 30 % de FDN, alcanzaron ganancias promedio de 10.75 g/día y un CMS de 52.75 g/d[36].

Además, el espacio vital constituye otro factor que puede provocar variaciones en la digestibilidad de algunos nutrientes. En nuestro estudio, se empleó un área de 0.16 m^2 por animal, lo que permitió observar un CMS y una DFDN aproximadamente el doble en comparación con un espacio vital reducido de 0.065 m^2. Otro factor relevante fue la cantidad de FDN en la dieta: tanto en la harina (20.76 % MS) como en el granulado (29.23 % MS) se registraron valores de DFDN de 51.59 y 38.41 %, respectivamente. Sin embargo, cuando la digestibilidad se expresó en g/100 g MS (40.79 y 36.00 g/100 g MS), se observó una tendencia a disminuir hasta 28.45 %. En ambos casos, los cuyes tuvieron acceso libre a alimentos formulados específicamente para animales en crecimiento, así como acceso ilimitado al agua[37].

El CAg en los cuyes alimentados con el concentrado comercial en forma granulada fue mayor (111 mL/animal/d) en comparación con aquellos que recibieron alimento balanceado (10 % del peso vivo), mantenidos en áreas de crianza de 0.20 m^2 y 0.10 m^2 (83.92 y 91.96 mL/animal/d, respectivamente)[38]. Asimismo, el CAg fue superior en los cuyes que recibieron alimento granulado (111.24 mL/d) respecto a los que consumieron alimento en harina (75.66 mL/d). Este comportamiento tuvo una relación directa con el CMS, que fue de 55.34 g/animal/d en el suministro de granulado. La relación agua/MS fue de 2.18 y 2.01, respectivamente, y al expresarse en mL/100 g de peso vivo resultó en 8.3 y 10.5. Estos valores son comparables con los reportados en cuyes alimentados con piensos de características similares, con acceso *ad libitum* al agua, aunque con diferencias en el método de suministro (bebederos de tetina), la relación agua/alimento se mantuvo en rangos de 6 a 20 mL/100 g peso vivo[39]. Esto sugiere que un suministro de agua garantiza la satisfacción en el consumo de alimento y, por ende, en el aporte energético, además de ser esencial para la salud y bienestar animal[39]. Se ha evidenciado una fuerte correlación entre el CAg y la ingesta de alimento en cuyes[8,39]. Una restricción en el suministro de agua podría afectar negativamente el estado nutricional de los animales. Asimismo, los cuyes no tuvieron una preferencia clara por algún método de suministro de agua potable (pocillos vs. bebederos de tetina), registrando un consumo promedio de 115.4±30.6 mL/kg de masa corporal/día, lo que indica que ambos métodos permiten cubrir sus necesidades hídricas[40].

Finalmente, el alimento en forma de harina fue eficiente en la mejora de la digestibilidad de varios componentes nutricionales, con excepción de la DPC, que fue significativamente mayor en el ali-

mento granulado, posiblemente debido al mayor contenido proteico, lo que a su vez incrementó el CMS y el CAg.

Fuente de financiamiento

Autofinanciada por los autores.

Conflictos de intereses

Los autores no tenemos ningún conflicto de interés.

Agradecimientos

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Consideraciones éticas

Se realizó de acuerdo a las normas vigentes (Ley de protección y bienestar animal, Ley 30407).

Aporte de los autores en el artículo

Miluska Cáceres Valencia, ejecución del experimento, redacción y preparación del borrador original. *Ruth Ramos-Zuñiga*, ejecución del experimento y administración del proyecto. *Ludwing Angel Cárdenas-Villanueva*, supervisión de resultados y discusión, búsqueda de información, redacción y revisión final del documento para publicación.

Limitaciones en la investigación

Los autores señalan que no hubo limitaciones en el presente trabajo de investigación.

Acceso a los datos

Los datos generados durante este estudio están disponibles previa solicitud a los autores.

Consentimiento para la publicación

Los autores en consenso después de concluir la investigación en mutua acuerdo se decidió por la publicación.

Uso de la Inteligencia Artificial

No se ha utilizado algún software u otro medio relacionado con inteligencia artificial.

Literatura citada

1. Ortiz-Oblitas P, Florián-Alcántara A, Estela-Manrique J, Rivera-Jacinto M, Hobán-Vergara C, Murga-Moreno C. Caracterización de la crianza de cuyes en tres provincias de la Región Cajamarca, Perú. Rev Investig Vet Peru 2021;32(2): e20019. DOI: https://doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20019
2. Cruz DJ, Passuni Huayta J, Corredor FA, Pascual M. Parámetros productivos y reproductivos de cuyes (*Cavia porcellus*) de las líneas Saños y Mantaro. Rev Investig Vet Perú 2021;32(3):e20397. DOI: https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.20397
3. Alagón G, Tupayachi G, Villacorta W, Taco C, Jancco M, Zuniga E, et al. Nutritive value of some concentrate feedstuffs for guinea pigs (*Cavia porcellus*). Animals 2024;14(21):3142. DOI: https://doi.org/10.3390/ani14213142
4. Sarria Bardales JA, Cantaro Segura JL, Cayetano Robles JL. Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. Cienc Tecnol Agropecuaria 2020;21(3): e1437. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1437

5. Córdova AM, Girón JB, Espinoza T, Escobar F. Efecto de la sustitución total y parcial de forraje por concentrado en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) sobre la ganancia de peso, consumo, índice de conversión y rendimiento de la canal. Rev Investig Vet Perú 2026;37(1):e32906. DOI: https://doi.org/10.15381/rivep.v37i1.32906
6. De Cuyper A, Winkler DE, Tütken T, Bosch G, Hummel J, Kreuzer M, et al. Digestion of bamboo compared to grass and lucerne in a small hindgut fermenting herbivore, the guinea pig (*Cavia porcellus*). J Exp Zool A Ecol Integr Physiol 2022; 337(2):128-40. DOI: https://doi.org/10.1002/jez.2538. PMID: 34411456.
7. Airahuacho Bautista FE, Vergara Rubín V. Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L). Rev Investig Vet Perú 2017;28(2): 255-64. DOI: https://doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13079
8. Hirsch E. Some determinants of intake and patterns of feeding in the guinea pig. Physiol Behav 1973;11(5):687-704. DOI: https://doi.org/10.1016/0031-9384(73)90255-2. PMID: 4748064.
9. 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 J 2020;5(3):171-7. DOI: https://dx.doi.org/10.25046/aj050323
10. Aller Reyero MA, Rodríguez Gómez J, Rodríguez Fabiána G. Normas éticas para el cuidado y utilización de los animales de experimentación. Cir Esp 2000;67(1):10-3.
11. Association of Official Analytical Chemists. Official methods for analysis of the AOAC. Twenty-one Edit. Arlington Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists, Inc; 2019.
12. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 1991;74(10):3583-97. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2. PMID: 1660498.
13. Mertens DR. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J Dairy Sci 1997; 80(7):1463-81. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2. PMID: 9241608.
14. Nehring K, Haenlein GFW, Feed Evaluation and Ration Calculation Based on Net Energy. J Anim Sci 1973;36(5):949-64. DOI: https://doi.org/10.2527/jas1973.365949x
15. 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.
16. 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.) [tesis licenciatura]. [Puno]: Universidad Nacional del Altiplano; 2017 [citado 26 de octubre de 2025]. Recuperado a partir de: http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6139
17. 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 Peru 2021;32(5):e19654. DOI: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19654
18. Mouchili M, Tendonkeng F, Miégoué E, Nguefack N, Lemogo JRT, Wauffo DF, et al. Effect of fertilization level on chemical composition, intake and digestibility in vivo of *Moringa oleifera* cutting at 6 months in guinea pig. J Agron

Agric Sci 2019;2:007. DOI: http://dx.doi.org/10.24966/AAS-8292/100007

19. Wauffo DF, Tendonkeng F, Miégoué E, Djoumessi Tobou FG, Sawa C, Mouchili M. 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(4):782-91. DOI: https://doi.org/10.4236/ojas.2020.104051
20. Vargas Huaman ML. Digestibilidad de la harina de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y afrecho de cebada (*Hordeum vulgare*) en cuyes (*Cavia porcellus* L.) [tesis licenciatura]. [K'ayra-Cusco]: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2023. [citado 26 de octubre de 2025. Recuperado a partir de: http://hdl.handle.net/20.500.12918/7779
21. Sihuacollo Mamani EF. Influencia de ración balanceada en pellets sobre la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus* L.) [tesis licenciatura]. [Puno]: Universidad Nacional del Altiplano; 2013 [citado 26 de julio de 2025]. Recuperado a partir de: https://repositorio.unap.edu.pe/items/eb080a09-1e26-4725-855b-2410e5054a4d
22. Montalvo Morales KR, Navarro Martínez MKY. 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*) [tesis licenciatura]. [Tarma]: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2012. [citado 16 de octubre de 2025]. Recuperado a partir de: https://repositorio.uncp.edu.pe/items/7c2ff420-15b7-4a04-9d94-b8d60c2a43dc
23. 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 [tesis licenciatura]. [Riobamba]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2008 [citado 26 de octubre de 2025]. Recuperado a partir de: https://dspace.espoch.edu.ec/items/d6e58f64-3bb4-4965-acbc-5c953f29d906
24. Farro Guevara E. Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y harina de pituca (*Colocasia esculenta*) en cuyes (*Cavia porcellus*) [tesis licenciatura]. [Tingo María]: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2012 [citado 16 de octubre de 2025]. Recuperado a partir de: https://repositorio.unas.edu.pe/items/8a33e3ba-3319-48a9-b556-0c265b75d98f
25. Gutiérrez FW, Contreras G, Zaldívar 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 Perú 2009;20(2):178-86. DOI: https://doi.org/10.15381/rivep.v20i2.604
26. 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;268:114603. DOI: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114603
27. 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. DOI: https://doi.org/10.5958/0974-181X.2016.00017.2
28. 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. DOI: https://doi.org/10.1080/1745039X.2014.1002673. PMID: 25608731.
29. Sakaguchi E, Nabata A. Comparison of fibre digestion and digesta retention time between nutrias

(*Myocaster coypus*) and guinea-pigs (*Cavia porcellus*). Comp Biochem Physiol A 1992;103(3): 601-4. PMID: 1358513. DOI: https://doi.org/10.1016/0300-9629(92)90295-2

30. Sá AGA, Moreno YMF, Carciofi BAM. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. Crit Rev Food Sci Nutr 2020;60(20): 3367-86. DOI: https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1688249. PMID: 31760758.
31. Khan MA, Mahr-Un-Nisa, Sarwar M. Techniques measuring evaluation of feeds digestibility for the nutritional evaluation of feeds. Int J Agric Biol 2003;5(1):91-4.
32. Morales A, Carcelén F, Ara M, Arbaiza T, Chauca L. Evaluación de dos niveles de energía productiva en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. Rev Investig Vet Perú 2011;22(3):177-82. DOI: https://doi.org/10.15381/rivep.v22i3.254
33. Guzman I, Carcelén F, Ara M, Jiménez R, Bezada S, Guevara J, et al. Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde suplementados con tres niveles de butirato de sodio en la dieta. Rev Investig Vet Perú 2019;30(3):1092-98. DOI: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16594
34. 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. DOI: https://doi.org/10.1111/asj.12009. PMID : 23590507.
35. 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 2010;2(2):38-43.
36. 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 Perú 2021;32(1):e19495. DOI: https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19495
37. 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. Revista MVZ Córdoba 2019;24(3):7286-90. DOI: https://doi.org/10.21897/rmvz.1384
38. Quesquén Adanaqué D. Evaluación del consumo de agua en cuyes de engorde (*Cavia porcellus*), alimentados a base de concentrado y mantenidos en diferentes densidades de crianza [tesis licenciatura]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019 [citado 6 de octubre de 2025]. Recuperado a partir de: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/b8ee6f52-9fd2-48d6-bca6-db5fdaf9d4c5
39. 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: 146-9. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.08.010. PMID: 32987296.
40. 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 2014;98(5):942-7. DOI: https://doi.org/10.1111/jpn.12164. PMID: 24405017.

Nota del Editor:
***Journal of the Selva Andina Animal Science (JSAAS)*. Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.**