

Artículo de investigación

Crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) con alimento para conejos y suplementación de vitamina C

Francisco Trejo-Sánchez¹  MVZ; Germán Mendoza-Martínez²  Ph.D; Fernando Plata-Pérez^{3*}  Ph.D;
José Martínez-García³  Ph.D; Oscar A Villarreal-Espino-Barros⁴  Ph.D.

¹Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Licenciatura en Medicina Veterinaria y zootecnia, Calzada del hueso 1100. Villa Quietud, Coyoacán, México. 04490.

²Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Calzada del hueso 1100. Villa Quietud, Coyoacán, México. 04490.

³Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Calzada del hueso 1100. Villa Quietud, Coyoacán, México. 04490.

⁴Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de nutrición animal. Km 7.5 Carretera Tecamachalco- Cañada de Morelos, El salado, Puebla. CP 75492.

*Correspondencia: ppfx2221@correo.xoc.uam.mx

Recibido: Septiembre 2018; Aceptado: Abril 2019; Publicado: Agosto 2019.

RESUMEN

Objetivo. Evaluar el consumo, la digestibilidad y el crecimiento de cuyes alimentados con dos alimentos (A y K) formulados para esta especie y un alimento para conejos en crecimiento con suplementación de vitamina C (AC+VC). **Materiales y métodos.** Dieciocho cuyes (*Cavia porcellus*) de 248±38 g de peso vivo inicial se distribuyeron en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3 × 2 (tipo de alimento y género). La ingesta de alimento, fibra detergente neutro, el aumento de peso, la conversión alimenticia, y los cambios en las variables morfométricas se midieron diariamente, mientras que la digestibilidad de la MS y FDN se determinaron al final del periodo. **Resultados.** No hubo diferencias en el consumo de MS ($p=0.88$); sin embargo, la digestibilidad de la MS fue mayor ($p<0.01$) en los alimentos para cuyes e inferior en AC+VC. El consumo y digestibilidad de FDN fueron mayores en AC+VC ($p<0.01$). La ganancia diaria fue similar entre los tratamientos ($p>0.05$). No hubo diferencias ($p>0.01$) en las variables morfométricas entre los alimentos, pero los machos fueron más grandes que las hembras ($p<0.01$). **Conclusiones.** Los cuyes pueden ser alimentados con alimento de conejo suplementado con vitamina C.

Palabras clave: Alimentación; crecimiento; digestibilidad; ingesta de alimento (Fuente: CAB).

ABSTRACT

Objective. An experiment was conducted to evaluate the feed intake, digestibility and growth of pigs fed with two feeds (A and K) specially formulated for this species and a commercial feed for growing rabbits with supplementation of vitamin C (RF+VC). **Materials and methods.** Eighteen Guinea pigs of 248±38 g initial body weight were distributed in a completely randomized design with factorial arrangement 3×2 (dietary treatments and sex). Feed and neutral detergent fiber intake, weight gain, feed/gain, and morphometric variables were measured individually for 30 days. Dry matter and neutral detergent fiber digestibility were measured during the last seven days of the experiment. **Results.** There were no differences on feed intake ($p=0.88$); however, the dry matter digestibility was higher ($p<0.01$) in feeds formulated for Guinea pigs (A and K) and lower in the rabbit feed plus vitamin C. The intake and digestibility of NDF were higher in the RF+VC and lower in feeds for Guinea pigs ($p<0.01$). The average daily gain was similar among the treatments ($p>0.05$). There were no differences ($p>0.01$) in the morphometric variables among dietary treatments, but there were sex differences as the males were bigger than the females ($p<0.01$). **Conclusions.** The results indicate that Guinea pigs can be fed with rabbit feed supplemented with vitamin C.

Keywords: Digestibility; feeding; feed intake; growth (Source: CAB).

Como citar (Vancouver).

Trejo-Sánchez F, Mendoza-Martínez G, Plata-Pérez F, Martínez-García J, Villarreal-Espino-Barros O. Crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) con alimento para conejos y suplementación de vitamina C. Rev MVZ Córdoba. 2019; 24(3):7286-7290. DOI: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1384>



©El (los) autor (es), Revista MVZ Córdoba 2019. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

INTRODUCCIÓN

El cuye (*Cavia porcellus*) es un roedor originario de América del Sur (1), que durante siglos ha sido utilizado para diversos propósitos por los habitantes de la región montañosa de los Andes. Actualmente, se utiliza como animal de laboratorio por ser de fácil manejo y ocupar poco espacio, lo que lo vuelve ideal para la investigación médica (2). También es una mascota popular en todo el mundo (3), sin embargo, el precio de los alimentos formulados para esta especie es caro.

Existen similitudes en los requerimientos nutricionales de conejos y cuyes; sin embargo, no es común usar alimentos comerciales diseñados para conejos para alimentar a los cuyes debido a que los alimentos para conejos no son adicionados con vitamina C, por lo que se consideran una dieta escorbutogénica. Ya que los cuyes carecen de L-gulonolactona oxidasa, por lo que no pueden sintetizar ácido ascórbico (4).

Teniendo en cuenta que los conejos no requieren grandes cantidades de vitamina C, es posible que los alimentos comerciales para estos lagomorfos contengan menos de 200 mg/kg de alimento de vitamina C, la cual es la concentración requerida para el cuye (5). Por lo tanto, se realizó un experimento para evaluar la digestibilidad, el crecimiento y el rendimiento de cuyes alimentados con dos alimentos especialmente formulados para esta especie y un alimento comercial para conejos en crecimiento con suplementación de vitamina C.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y alojamiento. Se utilizaron dieciocho cuyes abisinios (*Cavia porcellus*) provenientes de una tienda de mascotas, nueve hembras y nueve machos, de 28 a 30 días de edad, con un peso corporal promedio inicial de 248 ± 38 g, se alojaron individualmente en espacios de 650 cm² y 18 cm de altura con 12 a 13 horas de luz artificial. Estos refugios tenían pisos de cerámica cubiertos con cartón y comederos y bebederos individuales. La temperatura ambiente se mantuvo entre 20 y 24°C. Al comienzo del experimento y después de siete días, los individuos fueron tratados con 0.01 ml de solución inyectable de Ivermectina al 1%. Se proporcionaron agua y alimento *ad libitum* dos veces al día (04:00 y 16:00 h). Su cuidado y tratamiento se ajustaron a las directrices de la Universidad Autónoma Metropolitana para el tratamiento ético de animales de laboratorio.

Tratamientos. Los tratamientos dietéticos fueron: alimento de cuye (A); alimento de cuye (K); Alimento de conejo suplementado con vitamina

C (AC+VC) administrada por vía oral diariamente con una jeringa equivalente a 200 mg/animal/día (Vitamina C® Daily Oxbow Animal Health).

Composición química, ingesta de alimento, costo de alimentación y digestibilidad. El contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (CP) se determinó en muestras de alimentos y heces según los procedimientos de AOAC (6), mientras que las fracciones de fibra detergente neutra (αNDF) y ácida (αADF) se determinaron con la técnica de Van Soest et al (7) utilizando α-amilasa y un determinante de fibra TECNAL® TE-149 (Equipamientos científicos, Piracicaba, Brasil). El contenido de energía bruta (GE) en la alimentación se determinó con un calorímetro de bomba (Parr instrument Company, Illinois, EE. UU.). La composición nutricional de las muestras de alimento y el costo de los mismos se encuentra en la tabla 1. Después de un período de adaptación de diez días, la ingesta de alimento se estimó como la diferencia entre la MS del alimento ofrecido y rechazado diariamente. La coprofagia no fue prevenida ni contabilizada en este estudio. La digestibilidad de MS y FDN se determinó utilizando un marcador interno, recolectando muestras de alimento y heces durante siete días consecutivos y midiendo la concentración de cenizas insolubles en ácido (8). El contenido de energía digerible (DE) se estimó como el producto de la digestibilidad de MS y GE de alimento. El costo de alimentación se estimó como el producto del valor de cada kg de alimento por el consumo de materia seca por día.

Tabla 1. Composición química de dos alimentos especialmente formulados para cuyes y un alimento comercial para conejos en crecimiento con suplementación de vitamina C.

Nutriente o fracción	Alimento de conejo Alimento de cuyes		
	AC+VC ¹	A	K
Materia seca, % del alimento	95.10	93.70	91.40
Proteína Cruda, (g/100g MS)	17.53	14.09	19.39
FDN, (g/100g MS)	53.32	40.79	36.00
FDA, (g/100g MS)	25.82	17.57	14.77
Hemicelulosa, (g/100g MS)	27.5	23.22	21.23
CIA, (g/100g DM)	5.65	5.18	5.60
EB Mcal/kg	4.96	5.16	5.05
ED Mcal/kg	3.17	3.45	3.61
Precio, Kg ²	1.16 ³	5.50	5.83

AC+VC: Alimento para conejo más vitamina C; y K: Alimentos para cuyes. FDN: Fibra detergente neutro. FDA: Fibra detergente ácido. CIA: Cenizas insolubles en ácido. EB: Energía bruta. ED: Energía Digerible.

¹200 mg/animal/día (Vitamina C® Daily Oxbow Animal Health).

² US Dólares ; ³incluyendo Vitamina C

Ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y variables morfométricas. Durante un período de 30 días, los cuyes se pesaron cada siete días para determinar la ganancia diaria promedio. La conversión alimenticia (A:G) se calculó para el total del experimento. Las medidas morfométricas evaluadas incluyeron: la longitud corporal (hueso nasal hasta la sexta vértebra coccígea), circunferencia del tórax, longitud craneal, longitud del fémur y longitud del radio.

Todas las variables morfométricas se registraron al comienzo y al final del experimento.

Análisis estadístico. Los datos se analizaron como un diseño completamente aleatorio con un arreglo factorial de 3×2, donde los factores y niveles incluyeron el tipo de alimento y el sexo, con seis repeticiones por tratamiento. El peso inicial se utilizó como covariable para la ingesta de alimento, el costo de alimento, la digestibilidad de nutrientes y la conversión alimenticia. Las medidas morfométricas se ajustaron para su medición inicial como covariable. Las medias se compararon con la prueba de Scheffe (9).

RESULTADOS

La ingesta de alimento, el costo de alimentación, el aumento de peso corporal y la conversión alimenticia se presentan en la tabla 2; se presentan los efectos principales porque no hubo interacción (tipo de alimentación × sexo). No hubo diferencias ($p>0.05$) en la ingesta de MS entre tratamientos, pero la ingesta de NDF fue mayor ($p\leq 0.01$) en animales que consumieron alimento formulado para conejos, porque el alimento de conejo

contenía cantidades mayores de NDF que los alimentos diseñados para cuyes (Tabla 1). Como resultado de una ingesta similar de materia seca y debido al menor precio del AC+VC, los animales alimentados con el alimento para conejos tuvieron un menor gasto por concepto de alimentación (Tabla 2).

La ganancia diaria promedio (GDP) fue similar entre los tratamientos ($p>0.05$) (Tabla 2) y, como consecuencia, no se detectaron diferencias significativas en la conversión alimenticia ($p>0.05$). En cuanto a la digestibilidad, hubo diferencias significativas ($p\leq 0.01$) en todas las fracciones analizadas con valores más altos en DM y DE en alimento especialmente formulado para cuyes, mientras que la digestibilidad de la FDN fue mayor ($p\leq 0.01$) en el alimento para conejo (Tabla 3).

Las mediciones morfométricas no difirieron entre los tratamientos ($p>0.01$), sugiriendo que el crecimiento longitudinal fue similar, pero se encontraron diferencias significativas por sexo ($p\leq 0.001$), con los machos más grandes que las hembras (Tabla 4).

Tabla 2. Efecto del tipo de alimento en el consumo, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de cuyes (*Cavia Porcellus*) alimentados con alimento comercial para conejos en crecimiento o para cuyes.

Variable	Alimento			Sexo		EE	Probabilidad		
	AC+VC	A	K	Macho	Hembra		alimento	Sexo	Sexo×alimento
Consumo MS*	27.54 ^a	24.74 ^a	26.27 ^a	26.13 ^a	26.24 ^a	0.4	0.09	0.41	0.56
FDN	15.06 ^a	10.51 ^b	9.46 ^b	12.44 ^a	12.21 ^a	0.51	0.001	0.87	0.7
GDP	3.74 ^a	3.30 ^a	3.54 ^a	3.47 ^a	3.24 ^a	0.73	0.196	0.59	0.11
CA, g/g	8.25 ^a	8.64 ^a	8.51 ^a	8.76 ^a	9.01 ^a	0.22	0.81	0.86	0.21

*g/día; AC+VC: Alimento para conejo más vitamina C; A y K: Alimentos para cuyes; EE: Error estándar de la media; MS: Materia seca; FDN: Fibra detergente neutro; GDP: Ganancia diaria de peso; CA: conversión alimenticia.

^{a,b} Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencias estadísticas ($p<0.01$).

Tabla 3. Efecto del tipo de alimento en la digestibilidad de cuyes (*Cavia Porcellus*) alimentados con alimento comercial para conejos en crecimiento o para cuyes.

Variable	Alimento			Sexo		EE	probabilidad		
	AC+VC	A	K	Macho	Hembra		Alimento	Sexo	Sexo×Alimento
Digestibilidad									
DMS, %	66.93 ^b	71.59 ^a	69.55 ^a	69.33 ^a	68.94 ^a	0.49	0.02	0.38	0.65
DFDN, %	35.44 ^a	28.40 ^b	28.53 ^b	35.44 ^a	35.77 ^a	0.33	0.01	0.45	0.50
DE, Mcal/kg	3.32 ^b	3.69 ^a	3.17 ^c	3.39 ^a	3.44 ^a	0.04	0.01	0.26	0.62

AC+VC: Alimento para conejo más vitamina C; A y K: Alimentos para cuyes; EE: Error estándar de la media. DMD: Digestibilidad de la materia seca; DFDN: Digestibilidad de la fibra detergente neutro; ED: Energía Digestible.

^{a,b} Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencias estadísticas ($p < 0.01$).

Tabla 4. Efecto del sexo y tipo de alimento en las mediciones corporales de cuyes (*Cavia Porcellus*) alimentados con alimento comercial para conejos en crecimiento o para cuyes.

Variable	Alimento			Sexo		EE	Probabilidad		
	AC+ VC	A	K	Macho	Hembra		Alimento	Sexo	Sexo × alimento
Longitud, mm/d	223 ^a	226 ^a	227 ^a	231 ^a	219 ^b	3.28	0.90	0.0001	0.04
PT mm/d	154 ^a	151 ^a	153 ^a	156 ^a	146 ^b	2.08	0.17	0.0001	0.09
LC mm/d	59 ^a	59 ^a	60 ^a	61 ^a	58 ^b	0.65	0.16	0.0001	0.75
LR mm/d	34 ^a	34 ^a	34 ^a	34 ^a	33 ^b	0.35	0.15	0.0001	0.08
LF mm/d	47 ^a	48 ^a	49 ^a	48 ^a	47 ^b	0.66	0.19	0.0001	0.98

AC+VC: Alimento para conejo más vitamina C; A y K: Alimentos para cuyes; EE: Error estándar de la media. Longitud: Del hueso nasal a la sexta vertebra coccigea. PT: Perimetro toracico. CL: Longitud craneal, de la nariz al hueso occipital. LR: Longitud del radio. LF: Longitud del femur.

^{a,b} Different superscripts within rows indicated statistical differences ($p<0.001$).

DISCUSIÓN

Los resultados del consumo de alimento en este estudio son similares a los reportados por Meyer et al (10), quienes demostraron que la ingesta de alimento en los cuyes no se ve afectada por la inclusión de fibra. Esta ausencia de diferencias en el consumo de MS puede explicarse porque los cuyes se caracterizan por realizar una gran cantidad de comidas de pequeño volumen durante todo el día (5); esto evade el efecto de saciedad de la fibra, evitando la distensión del músculo liso del estómago, que es responsable de activar los receptores que inducen la producción de colecistocinina del intestino delgado e inhiben la ingesta de alimento (11). La ausencia de diferencias en la GDP indicó que las dietas fueron similares, y por esa razón no se detectaron diferencias significativas en la conversión alimenticia. Otros estudios mostraron que, cuando existen pequeñas diferencias nutricionales entre los alimentos utilizados para la alimentación de cuyes, la GDP y la conversión alimenticia son similares (12).

En los sistemas de producción de cuyes de América del sur, el 90% de los ingresos proviene de la venta de animales para engorda mientras que el costo de alimentación representa el 44% de los costos totales (13). Este mismo trabajo muestra que la inclusión de forraje en el sistema de alimentación tiene un impacto muy reducido en los costos. Bajo las condiciones de este trabajo reemplazar el alimento de cuy por alimento de conejos con vitamina C puede reducir el costo de alimentación en casi un 80 % de 25 a 4 centavos US dólar lo que potencialmente puede mejorar las utilidades del sistema.

La mayor digestibilidad de MS de los alimentos para cuy se puede explicar por la mayor concentración de almidón y el contenido celular

en estos concentrados, que fue entre 12.50 y 17.00% más alta que en el alimento para conejos. La relación entre la digestibilidad de MS y el nivel de almidón se describió previamente (14). Estos investigadores encontraron que a medida que aumentaba el contenido celular y el almidón, aumentaba la digestibilidad de la MS. Brownlee (11) ha demostrado que, al aumentar la fibra dietética en los animales, aumenta la viscosidad del quimo en el intestino delgado, lo que resulta en una reducción de la absorción de nutrientes y una baja digestibilidad de la MS, lo que reduce la ED.

La mayor digestibilidad de la FDN en el alimento para conejos con suplementación de vitamina C, indicó que la actividad fibrolítica fue estimulada por el mayor contenido de fibra en este alimento porque contiene una mayor cantidad de hemicelulosa altamente digerible. Los cuyes tienen una capacidad importante de fermentación en el ciego y el intestino grueso y es mayor que la de los conejos, los hámsteres y las ratas (15).

La ausencia de diferencias en las medidas morfométricas sugirió que el crecimiento longitudinal fue similar. Sin embargo, como se mencionó anteriormente la ganancia de peso fue mayor en los machos, esta GDP puede ser explicada en base a un mayor peso a la madurez de los mismos, el cual se relaciona con una tasa de crecimiento ligeramente mayor y que explica el porque los machos tienden a ser más grandes que las hembras en esta especie (16).

En conclusión, los resultados de este experimento muestran que los cuyes pueden ser alimentados con concentrados formulados para conejos, suplementados con vitamina C. Considerando que el precio de los alimentos especializados para cuy es muy alto, los alimentos para conejo con suplementos adecuados de vitamina C son una buena alternativa para alimentar cuyes.

REFERENCIAS

1. Dunnum JL, Salazar-Bravo J. Molecular systematics, taxonomy and biogeography of the genus *Cavia* (Rodentia: Caviidae). *J Zool Syst Evol Res*. 2010; 48(49):285-392. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.2009.00561.x>
2. Lossi L, D'Angelo L, De Girolamo P, Merighi A. Anatomical features for an adequate choice of experimental animal model in biomedicine: II. Small laboratory rodents, rabbit, and pig. *Ann Anat*. 2016; 204:11-28. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2015.10.002>
3. Meredith A. Guinea pigs: common things are common. *Vet Record*. 2015; 177(8):198-199. <https://doi.org/10.1136/vr.h4465>
4. Yang H. Conserved or lost: Molecular evolution of the key gene *GULO* in vertebrate vitamin C biosynthesis. *Biochem Genet*. 2013; 51(5-6):413-425. <https://doi.org/10.1007/s10528-013-9574-0>

5. NRC (National Research Council). Nutrient Requirements of Laboratory Animals. Subcommittee on Laboratory Animal Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture. National Academy Press. Washington DC, USA; 1995. <https://doi.org/10.17226/4758>
6. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis. 15 ed. AOAC, Arlington, VA, USA; 1990.
7. Van Soest JP, 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):3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2)
8. Van Keulen J, Young B. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J Anim Sci.* 1977; 44(2):282-287. <https://doi.org/10.2527/jas1977.442282x>
9. Herrera-Haro JP, García-Artiga C. Bioestadística en ciencias veterinarias. Universidad Complutense de Madrid: Madrid España; 2011. https://books.google.com.co/books/about/Bioestad%C3%ADstica_en_ciencias_veterinarias.html?id=qTEsngEACAAJ&redir_esc=y
10. Meyer K, Hummel J, Clauss M. The relationship between forage cell wall content and voluntary food intake in mammalian herbivores. *Mammal Rev.* 2010; 40(3):221-245. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00161.x>
11. Brownlee IA. The physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloid.* 2011; 25(2):238-250. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.11.013>
12. Morales MA, Carcelén CF, Ara GM, Arbaiza FT, Chauca FL. Effect of two energy levels on the productive performance of Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) of the Peru breed. *Rev Inv Vet Perú.* 2011; 22(3):177-182. <https://doi.org/10.15381/rivep.v22i3.254>
13. Pascual M, Cruz DJ, Blasco A. Modeling production functions and economic weights in intensive meat production of guinea pigs. *Trop Anim Health Prod.* 2017; 49(7):1361-1367. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1334-4>
14. Regand A, Chowdhury Z, Tosh SM, Wolever TMS, Wood P. The molecular weight, solubility and viscosity of oat beta-glucan affect human glycemic response by modifying starch digestibility. *Food Chem.* 2011; 129(2):297-304. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.053>
15. Franz R, Kreuzer M, Hummel J, Hatt JM, Clauss M. Intake, selection, digesta retention, digestion and gut fill of two coprophagous species, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*), on a hay-only diet. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2011; 95(5):564-570. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01084.x>
16. Acheneje ESS, Hussein G, Silas T, Musa TC. Effect of Sex on Linear Body Measurements of Guinea Pig (*Cavia porcellus*) AU J T. 2010; 14(1):61-65. http://www.journal.au.edu.au/techno/2010/jul2010/journal141_article08.pdf