

Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sometidos a diferentes niveles de selenio dietario

Productive performance of growing guinea pigs (*Cavia porcellus*) subjected to different levels of dietary selenium

Ada del Pilar Aliaga Rota^{1,3}, Carlos A. Gómez Bravo²

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de tres niveles de selenio en la dieta de cuyes en crecimiento. Se utilizaron 33 cuyes destetados, de 12 días de edad y peso de 258 ± 35 g, distribuidos al azar en tres tratamientos cuya única diferencia fue el contenido de selenio en el alimento: 0.10, 0.17 y 0.24 mg Se/kg de alimento para T1, T2 y T3, respectivamente. Los animales recibieron una ración sin suministro de forraje, con suplementación de vitamina C y fueron alojados en jaulas individuales, provistas de comedero y bebedero individual, y con libre acceso al alimento. Se registró el consumo de alimento diario y el peso semanal de los cuyes. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Palabras clave: cuy, selenio, comportamiento productivo, parámetros productivos

ABSTRACT

The study aimed to determine the effect of three levels of selenium on the diet of growing guinea pigs. Thirty-three weaned guinea pigs, 12 days old and with a body weight of 258 ± 35 g were randomly distributed in three treatments whose only difference was the content of selenium in the feed: 0.10, 0.17 and 0.24 mg Se/kg of feed for T1, T2 and

¹ Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

² Departamento de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

³ E-mail: paliaga@lamolina.edu.pe

Recibido: 21 de noviembre de 2019

Aceptado para publicación: 25 de junio de 2020

Publicado: 11 de agosto de 2020

T3, respectively. The animals received a ration without forage supply, with vitamin C supplementation and were housed in individual cages with individual feeders and had free access to feed and water. The daily feed consumption and the weekly body weight were recorded. No significant differences were found between treatments for body weight gain, feed intake and feed conversion.

Key words: guinea pig, selenium, productive performance, productive parameters

INTRODUCCIÓN

El selenio es un micronutriente esencial cuya función está asociada a las funciones fisiológicas de una serie de selenoproteínas (Burk y Hill, 2015) y cumple un rol importante en varias funciones bioquímicas en células humanas y animales. A medida que se van identificando y descubriendo las funciones de estas selenoproteínas, también crece la amplia gama de funciones en las cuales se involucra al selenio. Se han identificado alrededor de 30 selenoproteínas que intervienen en diversas funciones como defensa antioxidante, función inmune, efecto hepatoprotector, crecimiento (vía metabolismo de hormonas tiroideas) y reproducción (Kumar y Priyadarsini, 2014).

Se dispone de escasa información sobre selenio en cuyes. El National Research Council (1995) indica un requerimiento de 0.15 mg/kg, deducido a partir de estudios realizados en ratas. Al respecto, Jensen y Pallauf (2008), utilizando selenato de sodio, recomiendan el empleo de un nivel de 0.08 mg de selenio por kilogramo de alimento para cubrir el requerimiento de estos animales. Asimismo, Chaudhary *et al.* (2012) indican que la suplementación con selenito de sodio para alcanzar un nivel de selenio dietario de 0.2 mg/kg no produce mejoras en el crecimiento, mientras que en un estudio previo recomiendan un nivel mayor o igual a 0.2 mg Se/kg de alimento, cuando se utiliza selenio orgánico (Chaudhary *et al.*, 2010). Por otra parte, Sirota (2010) menciona que la suplementación



Figura 1. Jaulas utilizadas para alojar a los cuyes durante el periodo experimental

con selenio en cuyes, en caso de que no haya deficiencia, podría ser perjudicial al causar desarrollo de estrés oxidativo en riñón.

Estos estudios han sido realizados en animales de laboratorio, cuyos parámetros de crecimiento son diferentes a aquellos animales con fines productivos (Aliaga *et al.*, 2009). Además, no presentan conclusiones claras sobre el efecto de los niveles de selenio dietario en cuyes en crecimiento, recomendándose el empleo desde 0.08 hasta 0.2 mg Se/kg de alimento. Mullo (2009), en su estudio llevado a cabo en cuyes con fines productivos no encuentra mejoras en el comportamiento productivo como respuesta a la

Cuadro 1. Composición porcentual de los alimentos balanceados (tal como ofrecido)

Insumos	T1	T2	T3
Almidón	22	22	22
Maíz molido	32	32	32
Aceite de girasol	5	5	5
Harina de alfalfa	18	18	18
Caseinato de calcio	14	14	14
Celulosa solka flocc	4.93	4.93	4.93
Carbonato de calcio	0.2	0.2	0.2
Fosfato de calcio	1.6	1.6	1.6
Arginina	0.6	0.6	0.6
Premezcla sin selenio	0.1		
Premezcla con selenio ^a		0.1	
Premezcla con selenio ^b			0.1
Antimicótico ^c	0.2	0.2	0.2
Antioxidante ^d	0.2	0.2	0.2
Vitamina C ^e al 35%	0.07	0.07	0.07
Cloruro de colina	0.1	0.1	0.1
Sal común	1	1	1

^a Premezcla con selenio para obtener 0.17 mg Se/kg de alimento

^b Premezcla con selenio para obtener 0.24 mg Se/kg de alimento

^c Zoamicost

^d Antoxplus

^e Rovimix

suplementación con selenio; por lo tanto, se hace necesario dilucidar la respuesta a diferentes niveles de selenio dietario sobre el desempeño productivo de cuyes en crecimiento. Así, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de tres niveles de selenio dietario en cuyes en crecimiento sobre la ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Ejecución

La prueba con animales se realizó en la Granja de Animales Menores, perteneciente al Programa de Investigación y Proyección Social en Animales Menores de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Na-

Cuadro 2. Valor nutricional calculado de los alimentos utilizados

Nutrientes	T1	T2	T3
Energía digestible, Mcal/kg	3,181	3,181	3,181
Proteína cruda, %	17.64	17.64	17.64
Fibra, %	9.78	9.78	9.78
Calcio, %	0.8	0.8	0.8
Fósforo total, %	0.4	0.4	0.4
Sodio, %	0.2	0.2	0.2
Metionina, %	0.6	0.60	0.60
Treonina, %	0.6	0.6	0.6
Lisina, %	1.2	1.2	1.2
Arginina, %	1.2	1.2	1.2
Ácido ascórbico, mg/100g	24.5	24.5	24.5
Selenio, mg/kg	0.1	0.17	0.24

T1 (control), dieta basa; T2: 0.17 mg de selenio/kg; T3: 0.24 mg de selenio/kg

cional Agraria La Molina (UNALM), en Lima, Perú. La temperatura mínima durante el periodo experimental fue de 18.3 °C y la máxima de 24 °C y la humedad relativa mínima y máxima fueron de 64.3 y 78.7%, respectivamente.

Tratamientos

El experimento se realizó con tres tratamientos.

- T1, control, dieta basal sin suplemento adicional de selenio, conteniendo 0.1 mg de selenio/kg de alimento.
- T2, constituido por la dieta basal y adición de selenio levadura, de tal forma que el alimento alcanzó una concentración de 0.17 mg de selenio/kg.
- T3, constituido por la dieta basal y adición de selenio levadura, de tal forma que el alimento alcanzó una concentración de 0.24 mg de selenio/kg.

Animales

Se utilizaron 33 cuyes machos de la línea Cieneguilla, destetados de 12 días de edad, con peso promedio de 258 ± 35 g. El periodo de adaptación fue de 14 días, donde los animales fueron alojados en tres pozas de cemento (11 animales por poza), recibiendo agua y alimento sin suplemento de selenio. Al término de este periodo, los animales fueron distribuidos al azar en los tratamientos en jaulas individuales (Figura 1), utilizando la técnica del muestreo estratificado (Otzen y Manterola, 2017). En las jaulas, cada animal contó con un comedero tipo tolva y un bebedero automático tipo chupón. Los animales tuvieron libre acceso al alimento correspondiente y al agua. Las bandejas colectoras de heces y orina se limpiaron diariamente.

Alimentación

La dieta basal se preparó como una ración integral con adición de vitamina C, de

Cuadro 3. Composición de las premezclas

Elemento	T1	T2	T3
Vitamina A, UI	5,000,000.000	5,000,000.000	5,000,000.000
Vitamina D, UI	650,000.000	65,000.000	650,000.000
Vitamina E, UI	15,000.000	15,000.000	15,000.000
Vitamina B1 (tiamina), g	1.000	1.000	1.000
Vitamina B12 (cianocobalamina), g	0.006	0.006	0.006
Vitamina B2 (riboflavina), g	2.000	2.000	2.000
Vitamina B3 (niacina), g	15.000	15.000	15.000
Vitamina B5 (ácido pantoténico), g	6.000	6.000	6.000
Vitamina B6 (piridoxina), g	1.500	1.500	1.500
Vitamina B9 (ácido fólico), g	0.500	0.500	0.500
Vitamina H (Biotina), g	0.050	0.050	0.050
Vitamina K3, g	1.500	1.500	1.500
Cobre, g	5.000	5.000	5.000
Hierro, g	25.000	25.000	25.000
Manganeso, g	50.000	50.000	50.000
Yodo, g	0.500	0.500	0.500
Zinc, g	50.000	50.000	50.000
Antioxidante veterinario, g	20.000	20.000	20.000
Selenio levadura ¹ , g	0	33.050	66.100
Excipiente csp, kg	0.5	0.5	0.5

T1 (control), dieta basa; T2: 0.17 mg de selenio/kg; T3: 0.24 mg de selenio/kg

¹ Selplex (1059 mgSe/kg)

Fuente: Montana SA

manera que no fue necesario proporcionar forraje a los animales. El alimento para cada tratamiento se preparó en la Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la UNALM. Los insumos fueron pesados en una balanza digital (precisión 0.01 g). Inicialmente se preparó el alimento sin premezcla de vitaminas y minerales y se dividió en tres partes iguales. A cada una de estas partes se le agregó

la premezcla de vitaminas y minerales correspondiente (Cuadros 1-3). Se mezcló y separó en sacos diferenciados para luego proceder a la peletización, obteniéndose pellets de 4.5 mm de diámetro y 12 mm de longitud. Las muestras de alimento se tomaron siguiendo las consideraciones de Wong (2016). El contenido de selenio logrado en el alimento fue el esperado de acuerdo con la cantidad de selenio agregada (Cuadro 4).

Cuadro 4. Contenido de selenio (tal como ofrecido) en los alimentos utilizados (mg/kg)

	Selenio estimado mg/kg	Selenio analizado mg/kg ¹
T1	0.1	0.103 ± 0.0083
T2	0.17	0.170 ± 0.007
T3	0.24	0.243 ± 0.014

T1 (control), dieta basal; T2: 0.17 mg de selenio/kg; T3: 0.24 mg de selenio/kg

Fuente: Intertek Perú (AOAC, 2006)

¹ Valores promedio ± DE (n=3)

La fuente de selenio utilizada fue una levadura selenizada (Sel-Plex). Las premezclas fueron preparadas en la planta de producción de premezclas de Montana S.A (Perú). La única fuente de selenio que consumieron fue la correspondiente a la dieta. Durante

toda la etapa experimental se les proporcionó agua en los envases que abastecían los bebederos y cuyo contenido de selenio fue menor al límite de detección (0.018 mg/kg).

Mediciones

Peso vivo y consumo

Cada animal recibió en forma individual el alimento correspondiente y el residuo se pesó diariamente. Los animales se pesaron cada 7 días a las 08:00 horas, previo al suministro de alimento, durante las cinco semanas que permanecieron en las jaulas. Para ambos casos se empleó una balanza digital (precisión 0.1 g).

Contenido de selenio

Los análisis de selenio en alimento se realizaron en Intertek Testing Services Peru, utilizando un espectroscopio de absorción atómica (AAS) Perkin Elmer Analyst 400 y Sistema de Análisis por Flujo de Inyección para AAS Perkin Elmer FIAS 100 (AOAC, 2006).

Cuadro 5. Ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia de cuyes en crecimiento con dietas suplementadas con selenio durante cinco semanas

	T1 0.1 mg Se/kg	T2 0.17 mg Se/kg	T3 0.24 mg Se/kg
Peso inicial promedio, g	406.3 ^a ± 38.6	404.0 ^a ± 38.1	408.9 ^a ± 37.4
Peso final promedio, g	902.0 ^a ± 163.2	942.5 ^a ± 174.9	859.1 ^a ± 150.7
Ganancia de peso total por animal, g	496 ^a ± 151	538 ^a ± 162	450 ^a ± 151
Ganancia de peso diaria por animal, g	14.6 ^a ± 4.4	15.8 ^a ± 4.8	13.2 ^a ± 4.4
Consumo total por animal, g	1,395 ^a ± 268	1,570 ^a ± 307	1,318 ^a ± 255
Consumo diario por animal, g	41.0 ^a ± 7.9	46.2 ^a ± 9.0	38.7 ^a ± 7.5
Conversión alimenticia	2.8 ^a ± 0.6	2.9 ^a ± 0.8	2.9 ^a ± 1.8

Valores promedio ± DE; n = 11

^a Promedios con letras iguales dentro de filas indican que no existen diferencias estadísticas (P>0.05)

Cuadro 6. Conversión alimenticia, ganancia de peso y peso final en trabajos realizados en cuyes en crecimiento

Procedencia de los animales	Conversión alimenticia	Ganancia de peso diaria (g)	Peso final (g)	Edad al final (sem)	Referencia
Instituto Nacional de Innovación Agraria	2.7 - 3.4	11.7 - 15.0	783 - 1,010	9	Reynaga (2018)
Instituto Nacional de Innovación Agraria	2.9 - 3.0	14.2 - 15.2	994 - 1,018	9	Bernaola (2018)
Granja cuyes Cieneguilla de la UNALM	6.3 - 6.9	8.7 - 13.6	880 - 940	10	García (2017)
Granja cuyes Cieneguilla de la UNALM	3.7 - 4.7	11.8 - 19.4	958 - 1,288	10	Huamaní (2015)
Granja experimental Florida Trujillo	3.92 - 4.63	8.56 - 13.6	884 - 937.9	9	León <i>et al.</i> (2016)
Granja cuyes Cieneguilla de la UNALM	3.15 - 3.53	13 - 15.6	1,116-1,282	12	Camino e Hidalgo (2014)
Granja comercial de Cañete	4.42 - 5.07	10.7 - 11.2	868 - 920	10	Nakandakari y Vilchez (2016)
Granja El Sueño. Cañete	2.47 - 7.79	5.5 - 14.8	610 - 1095	10	Vignale (2010)

Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente randomizado, con tres tratamientos y 11 repeticiones por tratamiento, para determinar el efecto de la suplementación con selenio sobre ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en la etapa de crecimiento de cuyes (Kuehl, 2001). El análisis de varianza de los datos se realizó con el programa Statistical Analysis System y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Para todas las pruebas estadísticas se utilizó un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia (Cuadro 5). Los resultados obtenidos para ganancia de peso y conversión alimenticia son similares o mejores a los reportados en otros trabajos en cuyes en crecimiento de la línea Cieneguilla y de otras líneas (Cuadro 6), de manera que las dietas empleadas permitieron un crecimiento acorde a lo esperado para cuyes en crecimiento.

Jensen y Pallauf (2008) no encontraron diferencias significativas en consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia en cuyes en crecimiento con dietas con diferentes niveles de selenio en forma de selenato de sodio durante 10 semanas (desde <0.02 hasta 0.25 mg Se/kg alimento); tampoco Chaudhary *et al.* (2012) con dietas entre 0.1 y 0.4 mg Se/kg (como selenito de sodio). Sin embargo, Chaudhary *et al.* (2010) reportaron mayores ganancias de peso en cuyes en crecimiento con dietas suplementadas con selenio orgánico (selenio levadura) durante 10 semanas, en los grupos que recibieron 0.2 y 0.3 mg Se/kg comparadas al grupo control (0.1 mg Se/kg). Por otro lado, Mullo (2009), único estudio encontrado con animales destinados a producción como en este trabajo, igualmente no encuentra diferencias en consumo, ganancia y conversión alimenticia en cuyes en crecimiento que recibieron selenio orgánico suplementario en niveles entre 0.1 y 0.3 mg Se/kg; sin embargo, en dicho estudio no se indica la cantidad total de selenio en el alimento sino solamente la cantidad suplementada, por lo que sus resultados no pueden ser directamente comparados con este trabajo.

En términos generales puede afirmarse que, a diferencia de estudios iniciales con selenio, los requerimientos actuales, tomando en cuenta solo crecimiento o prevención de enfermedades, son menores a 0.01 mg Se/kg dieta, pues se trabaja con crías de madres alimentadas con dietas que contienen un adecuado suministro de selenio, suplementadas con vitamina E y aminoácidos azufrados. (Sunde y Raines, 2011). Los efectos de selenio sobre el rendimiento animal podrían estar relacionados al alimento, medio ambiente, nivel (si cubre o no el requerimiento) y fuente de selenio (Mehdi y Dufrasne, 2016).

LITERATURA CITADA

1. [AOAC] *Official Methods of Analyses*. 2006. Arsenic, cadmium, lead, selenium, and zinc in human and pet foods. 18th ed. Method Number 986.15. AOAC.
2. Aliaga L, Moncayo R, Rico E, Caycedo A. 2009. Producción de cuyes. Lima, Perú: Univ. Católica Sedes Sapientiae. 808 p.
3. Bernaola CF. 2018. Suplementación con un complejo enzimático en dietas balanceadas de crecimiento en cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nacional Agraria La Molina. 61 p.
4. Burk RF, Hill KE. 2015. Regulation of selenium metabolism and transport. *Annu Rev Nutr* 35: 109-134. doi: 10.1146/annurev-nutr-071714-034250
5. Camino J, Hidalgo V. 2014. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Rev Inv Vet Perú* 25: 190-197. doi: 0.15381/rivep.v25i2.8490
6. Chaudhary M, Garg AK, Mittal GK, Mudgal V. 2010. Effect of organic selenium supplementation on growth, Se uptake, and nutrient utilization in guinea pigs. *Biol Trace Elem Res* 133: 217-226. doi: 10.1007/12011-009-8420-z
7. Chaudhary M, Garg AK, Mudgal V. 2012. Influence of sodium selenite on growth, nutrient utilization and selenium uptake in *Cavia porcellus*. *Pak J Biol Sci* 15: 448-453. doi: 10.3923/pjbs.2012.-448.453
8. García L. 2017. Ractopamina y nivel de proteína de la dieta, respuesta productiva y características de la carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de Magíster. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 60 p.
9. Huamaní G. 2015. Respuesta productiva y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*) criados bajo tres sistemas de alimentación. Tesis de Magíster. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 65 p.
10. Jensen C, Pallauf J. 2008. Estimation of the selenium requirement of growing guinea pigs (*Cavia porcellus*). *J Anim Phys Anim Nutr* 92: 481-491. doi: 10.1111/j.1439-0396.2007.00738.x
11. Kuehl R. 2001. Diseño de experimentos. 2^o ed. México: Thomson Learning. 666 p.

12. **Kumar BS, Priyadarsini KI. 2014.** Selenium nutrition: how important is it? *Biomed Prev Nutr* 4: 333-341. doi: 10.1016/j.bionut.2014.01.006
13. **León S, Silva E, Wilson A, Callacna M. 2016.** Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* «cuy» en etapa de crecimiento-engorde con exclusión de forraje. *Scientia Agropec* 7): 259-263.
14. **Mehdi Y, Dufrasne I. 2016.** Selenium in cattle: a review. *Molecules* 21: 545. doi: 10.3390/molecules21040545
15. **Mullo L. 2009.** Aplicación del promotor natural de crecimiento (Sel-Plex) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento-engorde y gestación-lactancia. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Escuela de Ingeniería Zootécnica. 108 p.
16. **Nakandakari LA, Vilchez C. 2016.** Efecto de la suplementación con cobre a nivel farmacológico sobre el comportamiento productivo, morfometría intestinal, cobre hepático y fecal en cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú* 27: 440-447. doi: 10.15381/rivep.v27i3.12009
17. **National Research Council. 1995.** Nutrient requirements of laboratory animals. 4th Rev. Washington DC, USA: National Academy of Sciences. 192 p.
18. **Otzen T, Manterola C. 2017.** Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int J Morphol* 35: 227-232. doi: 10.4067/S0717-95022017000100037
19. **Reynaga MF. 2018.** Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 60 p.
20. **Sirota TV. 2010.** Effect of selenium-containing products on antioxidant enzyme activity in the kidneys, liver, and blood of guinea pigs. *Bull Exp Biol Med* 149: 412-415. doi: 10.1007/s10517-010-0958-4
21. **Sunde RA, Raines AM. 2011.** Selenium regulation of the selenoprotein and nonselenoprotein transcriptomes in rodents. *Adv Nutr* 2: 138-150. doi: 10.3945/an.110.000240
22. **Vignale K. 2010.** Evaluación de diferentes niveles de energía y proteína cruda en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento en crianza comercial. Tesis de Magíster. Lima: Univ. Nacional Agraria La Molina. 70 p.
23. **Wong AJ. 2016.** Incidencia del tiempo y adición de insumos sobre la homogeneidad de alimentos balanceados elaborados en mezcladores de cintas. Tesis de Ingeniero Agroindustrial y de Agro Negocios. Lima, Perú: Univ. San Ignacio de Loyola. 120 p.