

Efecto de los niveles de premezcla vitamínica y de minerales en la dieta sobre el rendimiento productivo de cuyes de engorde

Effect dietary vitamins and minerals premix levels on the productive performance of fattening guinea pigs

Manuel Paredes^{1*}, Jesús Díaz¹

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de cinco niveles de inclusión (0, 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4%) de una premezcla comercial de vitaminas y minerales traza en el pienso sobre los parámetros productivos del cuy de engorde de 3 a 6 semanas (fase posdestete) y de 7 a 10 semanas (fase pre-sacrificio). Se utilizaron 60 cuyes machos de la raza Perú de 14 días de edad asignados aleatoriamente a 20 corrales y 5 tratamientos, bajo un diseño experimental completamente al azar. Los cuyes fueron alimentados con pienso *ad libitum* y forraje verde restringido durante ocho semanas. En la fase posdestete, el tratamiento con 0.1% de premezcla logró mayor peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia; mientras que no hubo diferencias entre tratamientos en la fase pre-sacrificio. El tratamiento con 0.4% de la premezcla provocó mayor peso de hígado en los cuyes al beneficio. Se concluye que los cuyes de engorde con alimentación mixta solo requieren la premezcla evaluada durante la fase del posdestete.

Palabras clave: vitaminas, minerales traza, cuy, crecimiento, rendimiento productivo

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of five levels of inclusion (0, 0.1, 0.2, 0.3 and 0.4%) of a commercial premix of vitamins and trace minerals in the feed on the productive parameters of fattening guinea pigs from 3 to 6 weeks (post-weaning phase)

¹ Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

* E-mail: mparedes@unc.edu.pe

Recibido: 29 de mayo de 2022

Aceptado para publicación: 4 de diciembre de 2022

Publicado: 27 de febrero de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

and from 7 to 10 weeks (pre-slaughter phase). Sixty 14-day-old male guinea pigs of the Peru breed were randomly assigned to 20 pens and 5 treatments, under a completely randomized experimental design. The guinea pigs were fed *ad libitum* with the concentrate and with restricted green forage for eight weeks. In the post-weaning phase, the treatment with 0.1% premix achieved higher body weight, weight gain and feed conversion rate, while there were no differences between treatments in the pre-slaughter phase. The treatment with 0.4% of the premix caused a higher liver weight in the guinea pigs. It is concluded that fattening guinea pigs with mixed feeding only require the premix used during the post-weaning phase.

Key words: vitamins, trace minerals, guinea pig, growth, productive performance

INTRODUCCIÓN

Las vitaminas son importantes para prevenir el estrés oxidativo, regular la respuesta inmune y mantener los mecanismos fisiológicos, bioquímicos y homeostáticos normales, que permiten rendimientos óptimos de los animales (Alagawany *et al.*, 2021). Las vitaminas son nutrientes lábiles, sensibles a los factores químicos y físicos que pueden disminuir su estabilidad; por tanto, es importante el conocimiento y manejo de la tasa de retención de los micronutrientes en premezclas de vitaminas y minerales traza (PVMT), los efectos interactivos de algunos componentes de la PVMT y la estabilidad de las vitaminas en las PVMT durante el almacenamiento (Yang *et al.*, 2019).

La suplementación con PVMT permite cubrir las necesidades vitamínicas, críticas en condiciones de confinamiento, crianza sin acceso a forraje verde (FV) y alimentación con dietas a base de maíz y soya, deficientes en vitaminas A, D, E, riboflavina, niacina, ácido pantoténico y B₁₂ (McDowell, 2006). Aunque el uso de PVMT está generalizado en la industria pecuaria, debería determinarse con mayor especificidad los niveles de inclusión en la dieta y las cantidades necesarias de acuerdo con la especie, edad y etapa fisiológica. Por ejemplo, la supresión de suplementos vitamínicos en cerdos durante los últimos 30 días de finalización no afectó su rendimiento en el estudio de McGlone (2000),

lo que permitió reducir los costos de alimentación, de allí que el conocimiento de una suplementación adecuada de PVMT para optimizar el crecimiento podría reducir costos sin afectar la productividad pecuaria (Flohr *et al.*, 2016).

En general, las dietas para cuyes se formulan de acuerdo con los requerimientos vitamínicos y minerales establecidos por el Nutritional Research Council (NRC, 1995). En el caso de la crianza del cuy, las formulaciones de PVMT han sido formuladas para otras especies ((Paredes *et al.*, 2021; Paredes y Cerquín, 2021). Diversos estudios que utilizaron fórmulas alimenticias para cuyes bajo diferentes sistemas de crianza y alimentación, pero con fines ajenos al uso de PVMT utilizaron diferentes concentraciones y dosis de estos micronutrientes (Morales *et al.*, 2011; Camino e Hidalgo, 2014; Sotelo *et al.*, 2018; Sarria *et al.*, 2019; Yamada *et al.*, 2019; Paredes *et al.*, 2021; Paredes y Cerquín, 2021; Castillo *et al.*, 2022).

En estudios más específicos, en cuyes alimentados con dietas con niveles óptimos de vitamina C se observó que la vitamina E, a un nivel de 150 mg mejoró la protección contra la peroxidación lipídica hepática sin deprimir las defensas antioxidantes endógenas (Cadenas *et al.*, 1995). Asimismo, cuyes alimentados con una ración sin suministro de FV y suplementados con vitamina C no mostraron diferencias en el rendimiento produc-

tivo por efecto de niveles de selenio en el alimento (Aliaga y Gómez, 2020). Por otro lado, Trejo-Sánchez *et al* (2019) reportó que los cuyes pueden ser alimentados con concentrado y PVMT para conejos, pero suplementados con vitamina C sin que se afecte su rendimiento productivo.

La alimentación del cuy es tan variable que permite utilizar diferentes tipos de PVMT y en dosis diferentes, aun cuando el cuy podría cubrir sus requerimientos vitamínicos y de minerales traza al consumir forraje verde. Por tanto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de dosis de una formulación de PVMT en la alimentación mixta del cuy en crecimiento y engorde, y su influencia sobre los parámetros productivos en la fase inmediata al posdestete y fase final previa al sacrificio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Estudio

El presente estudio se realizó entre octubre y noviembre de 2021 en una granja de propiedad privada, ubicada a una altitud de 2450 msnm en el distrito y provincia de Chota, región Cajamarca. Las temperaturas promedio mínima y máxima dentro del galpón fueron de 3.5 y 21.4 °C, respectivamente.

Animales y Diseño Experimental

Se utilizaron 60 cuyes macho de la raza Perú de 14 días, por un periodo comprendido entre 3 a 10 semanas de edad, distribuidos según diseño experimental al azar con cinco tratamientos, alojados en 20 pozas con tres cuyes por poza. Los animales de una poza representaron una unidad experimental o repetición. Los tratamientos fueron los cinco niveles de inclusión de PVMT en el pienso (0, 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4%). Cada poza tuvo un área de 0.50 m², construida de ladrillos, provista de una cama de viruta, equipada con un bebedero y un comedero de arcilla durante

las dos primeras semanas y luego cambiadas por comederos de plástico tipo tolva, hasta el final del experimento. El agua de bebida se suministró *ad libitum* y cambiada dos veces al día (00:08 y 15:00 h). El suministro del pienso fue *ad libitum* durante todo el experimento. El FV (10% del peso corporal) se ofreció de acuerdo con el peso promedio de los cuyes por poza al inicio de cada semana.

Los piensos formulados (Cuadro 1) se hicieron de acuerdo con las sugerencias establecidas por Chauca (2018). El pienso se preparó en una fábrica de alimentos balanceados de gestión privada, bajo la supervisión de los autores del presente artículo. Se consideró una PVMT formulada para cerdos de engorde, distribuida por Montana SA (Perú), quienes no comercializan una PVMT específica para cuyes. Se optó por el uso de la PVMT para cerdos, por ser el cerdo y el cuy animales de similares características digestivas; es decir, no rumiantes, omnívoros y fermentadores posgástricos, de modo que luego de conocer los resultados del presente estudio permitiría perfilar una PVMT específica para cuyes. La composición de la PVMT usada en el experimento y el aporte de vitaminas y minerales en el pienso según nivel de uso de la PVMT por cada tratamiento se observa en el Cuadro 2. La determinación semanal de la materia seca (MS) de la alfalfa se hizo en el Laboratorio de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Cajamarca. La desecación de los alimentos en la estufa se hizo a 105 °C durante 24 h. El promedio de MS de la alfalfa para todo el experimento fue de 23.5%.

Rendimiento Productivo

El peso corporal (PC), el suministro y residuos de alimentos por poza fueron determinados en una balanza digital SF-400, de fabricación china (10 kg de capacidad y de 1 g de precisión). Los datos se registraron semanalmente. Se determinó la ingesta de pienso promedio por cuy por tratamiento durante todo el periodo experimental con base a la diferencia entre los suministrado y el residuo.

Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional de los piensos (g/kg, base fresca) para cuyes con cinco niveles de inclusión de la premezcla de vitaminas y minerales traza (PVMT)

	Nivel de inclusión de PVMT				
	0%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%
Ingredientes					
Afrecho de trigo	450	450	450	450	450
Polvillo de arroz	161	160	159	158	157
Arroz quebrado	200	200	200	200	200
Torta de soya	160	160	160	160	160
Carbonato de calcio	22	22	22	22	22
Cloruro de sodio	5	5	5	5	5
DL Metionina	1	1	1	1	1
Antimicótico	1	1	1	1	1
PVMT	--	1	2	3	4
Nutrientes calculados					
Materia seca	881	881	881	882	882
Proteína cruda	173	173	173	172	172
Energía dig. (kcal/kg)	2860	2857	2853	2850	2847
Fibra cruda	74	74	74	74	74
Lisina	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
Metionina	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Calcio	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
Fósforo	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8

La MS del pienso se indica en el Cuadro 1. La MS del FV corresponde al promedio determinado por desecación en el laboratorio. La ingesta de alimento se calculó mediante la suma de MS del pienso y del FV consumidos. Se determinó la ingesta de alimento en la fase de 3 a 6 semanas de edad y en la fase de 7 a 10 semanas. La ingesta de alimento se expresó como IDA en g de MS, al dividir el consumo por fase sobre los días de duración de la fase. Del mismo modo se determinó el promedio de IDA durante todo el experimento. El índice de conversión alimenticia (ICA) fue determinado por la relación consumo de alimento en MS y el incremento de PC.

A los 70 días de edad, 4 cuyes por tratamiento, 20 en total, fueron elegidos al azar y sacrificados. El cuy previo al sacrificio, así

como la carcasa, corazón, hígado, riñones y pulmones fueron pesados (balanza SF-400). Como carcasa se consideró todo el cuerpo del animal desprovisto de pelos, sangre, tracto digestivo, corazón, hígado, riñones y pulmones. Los pesos relativos de carcasa y vísceras fueron determinados con relación al peso vivo del cuy.

Análisis Estadístico

Los datos del experimento fueron sometidos a análisis de varianza con el software Statistical Analysis System (SAS, 2003). Los valores presentados son medias $\pm$ error estándar agrupado de la media (SEM). Al detectarse diferencias entre tratamientos se efectuaron pruebas de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 2. Composición de la premezcla vitamínica y de minerales traza (PVMT)¹ usada en el experimento. Contenido de vitaminas y minerales en el pienso según nivel de uso de la premezcla de vitaminas y minerales traza (PVMT)

Micronutrientes	Unidad	Premezcla/kg	Cantidad de vitaminas y minerales por kilogramo de pienso			
			0.1%	0.2%	0.3%	0.4%
Vitamina A	UI	6 000 000	6 000	12 000	18 000	24 000
VitaminaD3	UI	1 500 000	1 500	3 000	4 500	6 000
Vitamina E	UI	15 000	15	30	45	60
Vitamina K3	mg	1 500	1.5	3	4.5	6
Tiamina	mg	1 000	1	2	3	4
Riboflavina	mg	5 000	5	10	15	20
Piridoxina	mg	2 000	2	4	6	12
Cianocobalamina	mg	10	0.01	0.02	0.03	0.04
Ácido pantoténico	mg	8 000	8	16	24	32
Ácido fólico	mg	200	0.2	0.4	0.6	0.8
Niacina	mg	20 000	20	40	60	80
Biotina	mg	100	0.1	0.2	0.3	0.4
Manganeso	mg	40 000	40	80	120	240
Zinc	mg	90 000	90	180	270	360
Hierro	mg	80 000	80	160	240	320
Cobre	mg	5 000	5	10	15	20
Yodo	mg	1 000	1	2	3	4
Selenio	mg	300	0.3	0.6	0.9	1.2

¹Suplemento vitamínico-mineral denominado Proapak® Cerdos Engorde, distribuido por Montana SA bajo Registro de SENASA N° A.16.05.N.0265

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento Productivo

El PC, IDA, GMD e ICA de cuyes destetados hasta la edad de beneficio y alimentados con diferentes niveles de PVMT se muestran en el Cuadro 3. En la evaluación de la fase acumulada se encontró diferencias entre tratamientos para el peso final, GMD, IDA e ICA ($p < 0.05$), observándose superioridad en los indicadores peso final, GMD e ICA de los cuyes con 0.1% de PVMT. Los tratamientos con 0.2, 0.3 y 0.4% de PVMT mostraron menores rendimientos, pero superiores al tratamiento control sin PVMT. Durante la primera fase (3-6 sema-

nas), el tratamiento con 0.1% de PVMT fue, asimismo, superior a los demás tratamientos, y cualquier tratamiento que incluyó PVMT en la dieta fue mejor que el tratamiento control para los indicadores GMD e ICA. En el segundo periodo (7-10 semanas) solo se encontró diferencias en la IDA.

Estos hallazgos indicarían que la PVMT genera buen funcionamiento del organismo y mayor respuesta productiva de los cuyes con una dosis de 0.1% en la fase de crecimiento posdestete con relación a los demás niveles de inclusión que posiblemente fueron cantidades excesivas; de otro lado, la no inclusión de PVMT representaría una cantidad deficiente de vitaminas y minerales traza. Durante la fase de 7 a 10 semanas de edad, los

Cuadro 3. Promedios¹ de los indicadores de rendimiento del cuy en crecimiento según el nivel de la premezcla de vitaminas y minerales traza (PVMT) en la dieta

	Nivel de PVMT					SEM	p
	0%	0.10%	0.20%	0.30%	0.40%		
Peso inicial (g)	257.8	248.9	270.5	255.4	250.7	3.79	0.274
Peso final (g)	852.0 ^c	1008.7 ^a	964.2 ^b	952.3 ^b	938.8 ^b	25.63	<0.001
3-6 semanas							
GMD (g)	9.27 ^c	16.10 ^a	13.78 ^b	13.78 ^b	13.91 ^b	1.12	0.002
IDA (g de MS)	52.91	53.38	53.63	53.96	53.57	0.17	0.395
ICA	5.72 ^a	3.32 ^c	3.91 ^b	3.92 ^b	3.85 ^b	0.41	0.003
7-10 semanas							
GMD (g)	12.06	10.95	10.02	10.97	10.80	0.32	0.138
IDA (g de MS)	77.70 ^c	81.01 ^a	79.92 ^b	81.32 ^a	80.80 ^a	0.66	0.009
ICA	6.45	7.53	8.21	7.41	7.48	0.28	0.103
3-10 semanas							
GMD (g)	10.62 ^c	13.52 ^a	12.34 ^b	12.42 ^b	12.33 ^b	0.46	0.006
IDA (g de MS)	65.31 ^b	66.20 ^a	66.80 ^a	67.64 ^a	67.19 ^a	0.40	0.045
ICA	6.15 ^a	4.97 ^c	5.41 ^b	5.44 ^b	5.45 ^b	0.19	0.005

¹ Cada valor representa la media de cuatro repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por 3 cuyes macho

GMD: ganancia media diaria. IDA: ingesta diaria de alimento. ICA: índice de conversión alimenticia

SEM: Error estándar de la media

^{a,b,c} Las medias dentro de una fila que no comparten igual superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$)

cuyes posiblemente no tuvieron necesidad de la inclusión de PVMT en su alimentación, por cuanto los indicadores productivos fueron similares entre tratamientos. Estos resultados están en la misma línea de los reportados por McGlone (2000), quien no encontró necesaria la inclusión de PVMT en la última fase de finalización del cerdo de engorde.

Las vitaminas liposolubles e hidrosolubles y oligoelementos de la PVMT son compuestos y elementos químicos que tienen diferentes funciones, por lo que no se pretende evaluar detalladamente, el efecto específico de cada nutriente, sino el efecto en conjunto de la cantidad de PVMT, tal como se encuentra disponible comercialmente en el mercado pecuario. Al respecto, la dieta control posiblemente generó una situación de deficiencia

vitamínica, en tanto que las dietas con 0.2, 0.3 y 0.4% de PVMT generaron una hipervitaminosis, reflejados en los resultados de rendimiento productivo. En el efecto de la hipervitaminosis, Holcombe *et al.* (2014), suministraron un exceso de vitamina D durante 6 semanas provocando un crecimiento lento y mala condición corporal, mineralización de múltiples órganos y elevados niveles séricos de 25-hidroxivitamina D, fósforo inorgánico y fosfatasa alcalina. En la misma dirección, Cha *et al.* (2016) demostraron que la deficiencia o exceso de vitamina A puede conducir a problemas de salud. Asimismo, Hang *et al.* (2019) obtuvo un crecimiento lento en patos al emplear una PVMT con baja concentración de vitaminas y minerales. Estas investigaciones inciden en el uso adecuado de PVMT, importante en la nutrición y crianza del cuy.

Cuadro 4. Rendimiento de carcasa y peso relativo de vísceras de cuyes de 10 semanas de edad¹ según el nivel de la premezcla de vitaminas y minerales traza (PVMT) en la dieta

	Niveles de PMVT					SEM	p
	0%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%		
Carcasa (%)	69.7	69.8	69.6	69.6	69.9	0.05	0.614
Corazón (%)	0.43	0.41	0.44	0.43	0.43	0.01	0.475
Hígado (%)	3.10 ^b	3.12 ^b	3.20 ^b	3.30 ^b	3.80 ^a	0.13	0.029
Riñones (%)	1.04	1.06	1.06	1.03	1.04	0.01	0.817
Pulmones (%)	0.80	0.80	0.81	0.79	0.81	0.01	0.401

¹ Cada valor representa la media de cuatro repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por datos de un cuy
SEM: Error estándar de la media

^{a,b} Las medias dentro de una fila con diferente superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$)

Carcasa = (peso de carcasa/peso vivo final) x 100; Corazón (%) = (peso corazón/peso vivo final) x 100; Hígado (%) = (peso hígado/peso vivo final) x 100; Riñones (%) = (peso riñones/peso vivo final) x 100; Pulmones (%) = (peso pulmones/peso vivo final) x 100

Al análisis comparativo de las principales vitaminas y minerales traza aportados por el pienso con 0.1% de PVMT respecto de los requerimientos sugeridos por NRC (1995) para el cuy de laboratorio, se observa que la PVMT dietética cubre las necesidades de vitamina D, riboflavina, ácido pantoténico, Mn, Zn, Fe, I y Se. De otro lado, la PVMT al 0.1% del pienso cubre parcialmente los requerimientos de vitamina A, vitamina E, tiamina, ácido fólico, biotina y cobre. Sin embargo, cuando la alimentación del cuy es mixta, y se utiliza alfalfa, el FV aporta fuentes de vitamina A, vitamina E y Cu (Calsamiglia *et al.*, 2016), con lo cual se pudo atenuar las deficiencias de estos micronutrientes en la dieta de los cuyes.

De la misma manera el cuy es un animal fermentador pos-gástrico y en los ciegos produce vitaminas del complejo B que pueden aprovecharlas mediante el proceso de cecotrofia (Chauca, 1997). Por tanto, se infiere del presente estudio que cuando la alimentación del cuy en fase de crecimiento posdestete es totalmente con pienso, y la dosificación de la premezcla es a razón de 0.1% (1 g/kg de pienso) podría existir deficiencias de algunos micronutriente, Ante esto, se podría sugerir una mejora de los niveles de

PVMT, incrementando el aporte de vitamina A posiblemente entre tres a cuatro veces (18 a 24 millones de UI), la vitamina E unas 3 veces (45 mil UI) y el Cu podría duplicarse (10 mg); sin embargo, estas sugerencias tendrían que corroborarse con algunos estudios a desarrollar.

Pesos Relativos de Carcasa y Vísceras

En el Cuadro 4 se observan los valores promedio del rendimiento de carcasa y pesos relativos de corazón, hígado, riñones y pulmones de cuyes de 10 semanas de edad según el nivel de PMVT en el pienso. Solo se observaron diferencias ($p < 0.05$) entre las medias de los tratamientos para el peso relativo del hígado.

El pesaje de algunos órganos se hizo con la finalidad de determinar posibles variaciones en el desarrollo de órganos por efecto de las cantidades de micronutrientes, debido a que principios bioactivos no utilizados se pueden acumular en ciertos tejidos. Así, las sustancias lipófilas se acumulan en el tejido adiposo y en el hígado, y las hidrófilas se almacenan en riñones e hígado (Herradón, 2022). Asimismo, las deficiencias de vitamina E y Se se relacionan con miopatía en el cerdo,

especialmente en el músculo cardíaco, en tanto que la deficiencia de biotina provoca hígados y riñones pálidos e inflamados (McDonald *et al.*, 2013). No obstante, en cuyes no hay mayores reportes sobre los efectos de deficiencia o exceso de vitaminas y minerales traza en la presentación de cuadros clínicos.

La PVMT en niveles de 0.4% determinó un mayor peso relativo del hígado, lo cual no concuerda con Hang *et al.* (2019) quienes determinaron que altos niveles de vitaminas en la premezcla en patos evita daño hepático y mejora la actividad antioxidante. Sin embargo, El-Neweshy y El-Sayed, (2011) indican que animales intoxicados presentan hemorragia hepática y agrandamiento del hígado, este último signo determinado en el presente estudio con el nivel de 0.4% de PVMT en el pienso. Asimismo, el mayor peso del hígado podría explicar indirectamente la razón de que altos niveles de PVMT no mejoraron el rendimiento del cuy en crecimiento.

CONCLUSIONES

- Cuyes en crecimiento en la fase posdestete (3-6 semanas de edad), alimentados con pienso y forraje verde, requieren la inclusión de la premezcla de vitaminas y minerales traza (PMVT) al 0.10% del pienso utilizada en el presente estudio.
- Los cuyes en crecimiento en la fase antes del beneficio (7-10 semanas), alimentados bajo las condiciones del presente estudio podrían no requerir de la PMVT en estudio, por cuanto no se observó una mejora en el rendimiento productivo con comparación con el grupo control.

LITERATURA CITADA

1. **Alagawany M, Elnesr SS, Farag MR, Tiwari R, Yatoo MI, Karthik K, Michalak I, et al. 2021.** Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health – a comprehensive review. *Vet Quart* 41: 1-29. doi: 10.1080/01652176.2020.1857887
2. **Aliaga A, Gómez C. 2020.** Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sometidos a diferentes niveles de selenio dietario. *Rev Inv Vet Perú* 31: e18179. doi: 10.15381/rivep.v31i3.18179
3. **Cadenas S, Rojas C, Pérez-Campo R, López-Torres M, Barja G. 1995.** Vitamin E protects guinea pig liver from lipid peroxidation without depressing levels of antioxidants. *Int J Biochem Cell B* 27: 1175-1181. doi: 10.1016/1357-2725(95)00077-3
4. **Calsamiglia S, Ferret A, Bach A. 2016.** Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. 2ª ed. España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 93 p.
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: 10.15381/rivep.v25i2.8490
6. **Castillo W, Huamán AM, Sánchez A. 2022.** Evaluación de glutamina y ácido glutámico en dietas de cuyes (*Cavia porcellus*) sobre la estructura y actividad enzimática intestinal y el desempeño productivo y económico. *Rev Inv Vet Perú* 33: e20003 doi: 10.15381/rivep.v33i1.20003
7. **Cha JH, Yu QM, Seo JS. 2016.** Vitamin A supplementation modifies the antioxidant system in rats. *Nutr Res Pract* 10: 26-32. doi: 10.4162/nrp.2016.10.1.26
8. **Chauca L. 1997.** Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). FAO. Roma, Italia.
9. **Chauca L. 2018.** Crianza de cuyes. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria. 80 p.

10. **El-Neweshy MS, El-Sayed YS. 2011.** Influence of vitamin C supplementation on lead-induced histopathological alterations in male rats. *Exp Toxicol Pathol* 63: 221-227. doi: 10.1016/j.etp.-2009.12.003
11. **Flohr JR, De Rouchey JM, Woodworth JC, Tokach MD, Goodband RD, Dritz SS. 2016.** A survey of current feeding regimens for vitamins and trace minerals in the US swine industry. *J Swine Health Prod* 24: 290-303.
12. **Hang L, Zhang KY, Fraley GS, Ding XM, Bai SP, Wang JP, Peng HW, Zeng QF. 2019.** High vitamin levels ameliorate negative effect of rapeseed meal in meat ducks by improving antioxidant activity. *Poultry Sci* 98: 4622-4631. doi: 10.3382/ps/pez160
13. **Herradón B. 2022.** Los peligros de las sobredosis de vitaminas. Comunicación BBC News-Mundo. [Internet]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59937790>
14. **Holcombe H, Parry NM, Rick M, Brown DE, Albers TM, Refsal KR, Morris J, et al. 2015.** Hypervitaminosis D and metastatic calcification in a colony of inbred strain 13 guinea pigs, *Cavia porcellus*. *Vet Pathol J* 52: 741-751. doi: 10.1177/0300985814551423
15. **McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2013.** Animal nutrition. 7th ed. Pearson. 692 p.
16. **McDowell LR. 2006.** Vitamin nutrition of livestock animals: overview from vitamin discovery to today. *Can J Anim Sci* 86: 171-179. doi: 10.4141/A05-057
17. **McGlone JJ. 2000.** Deletion of supplemental minerals and vitamins during the late finishing period does not affect pig weight gain and feed intake. *J Anim Sci* 78: 2797-2800. doi: 10.2527/2000.-78112797x
18. **Morales A, Carcelén F, Ara M, Arbaiza T, Chauca L. 2011.** Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. *Rev Inv Vet Perú* 22: 177-182.
19. **[NRC] National Research Council. 1995.** Nutrient requirements of laboratory animals. 4th rev. ed. Subcommittee on Laboratory Animal Nutrition. Washington DC. [Internet]. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK231927/>
20. **Paredes M, Cerquín M. 2021.** Efectos de la suplementación de treonina sobre el rendimiento productivo, carcasa y pesos de órganos de cuyes de engorde con alimentación mixta. *Rev Inv Vet Perú* 32: e21701. doi: 10.15381/rivep.v32i6.-21701
21. **Paredes M, Mantilla J, Bustamante I, Mantilla JC, Cayotopa J, Hoban C, Ortiz P, Mustafa A. 2021.** Efecto de cinco niveles de balance electrolítico dietario en el crecimiento, características de carcasa y metabolitos de suero sanguíneo del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú* 32: e20018. doi: 10.15381/rivep.v32i2.20018
22. **Sarria JA, Vergara V, Cantaro JL, Rojas PA. 2019.** Evaluación de niveles de energía digestible en dos sistemas de alimentación en la respuesta productiva y reproductiva de cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú* 30: 1515-1526. doi: 10.15381/rivep.v30i4.17173
23. **Sotelo A, Contreras C, Norabuena E, Carrión G, Reátegui V, Castañeda R. 2018.** Uso de la harina de maní forrajero (*Arachis pinto* Krapov & WC Greg) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L). *Rev Inv Vet Perú* 29: 1249-1258. doi: 10.15381/rivep.v29i4.15307
24. **Trejo-Sánchez F, Mendoza-Martínez G, Plata-Pérez F, Martínez-García J, Villarreal-Espino-Barros O. 2019.** Crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*)

- con alimento para conejos y suplementación de vitamina C. *Rev MVZ Córdoba* 24: 7286-7290. doi: 10.21897/rmvz.1384
25. ***Yamada G, Bazán V, Fuentes N. 2019.*** Comparación de parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes en la costa central del Perú. *Rev Inv Vet Perú* 30: 240-246 doi: 10.15381/rivep.-v30i1.15678
26. ***Yang P, Wang H, Zhu M, Ma Y. 2019.*** Effects of choline chloride, copper sulfate and zinc oxide on long-term stabilization of microencapsulated vitamins in premixes for weanling piglets. *Animals* 9: 1154. doi: 10.3390/ani9121154