



Respuesta productiva a la inclusión de pirofosfato de tiamina en dietas de cuyes en crecimiento-engorde

Productive response to the inclusion of thiamine pyrophosphate in diets of growing-fattening guinea pigs

Ada del Pilar Aliaga Rota^{1,*}; Luis A. Aliaga Rota²

¹Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina S/N, Distrito de La Molina, Lima, Perú.

² Universidad Católica Sedes Sapientiae. Esquina Constelaciones y Sol de Oro Urb. Sol de Oro. Distrito de Los Olivos, Lima, Perú.

ORCID de los autores

A. del P. Aliaga Rota: <https://orcid.org/0000-0002-7035-2955>

L. A. Aliaga Rota: <https://orcid.org/0000-0002-2733-3492>

RESUMEN

El pirofosfato de tiamina (TPP) es un cofactor enzimático necesario para el metabolismo energético de las células. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la inclusión de pirofosfato de tiamina como reemplazo parcial de energía o como aditivo en cuyes en crecimiento. Se utilizaron 360 animales destetados de 10 días de edad y peso promedio de 288 g. Los animales fueron distribuidos al azar en tres tratamientos. El tratamiento uno (T1) con TPP considerado como fuente energética; el tratamiento dos (T2) sin TPP y el tratamiento tres (T3) equivalente a T2 más TPP (1 kg por tonelada de alimento concentrado). Los animales de los tres tratamientos fueron sometidos a igual sistema de alimentación de forraje, que consistió en libre acceso a una mezcla de rye grass y alfalfa. Para cada tratamiento se utilizaron 120 animales que fueron distribuidos al azar en seis pozas, colocando 20 animales en cada una. El período de evaluación fue de 56 días. No se encontraron diferencias entre tratamientos para ganancia de peso ($p > 0,05$), sin embargo, el beneficio costo fue mayor para el T1. Se concluye que bajo las condiciones experimentales el TPP en cuyes en crecimiento-engorde representa una fuente potencial de reemplazo de energía.

Palabras clave: cuyes; tiamina; pirofosfato de tiamina; comportamiento productivo.

ABSTRACT

Thiamine pyrophosphate is an enzymatic cofactor necessary in the energy metabolism of cells. The objective of the present study was to determine the effect of the inclusion of thiamine pyrophosphate (TPP) as a partial replacement of energy or as an additive in growing guinea pigs. Three hundred and sixty 10-day-old weaned animals with an average weight of 288 g were used. The animals were randomly distributed in three treatments. Treatment one (T1) with TPP considered as an energy source; treatment two (T2) without TPP and treatment three (T3) equivalent to T2 plus TPP (1 kg per ton of feed) The animals of the three treatments were subjected to the same forage feeding system, which consisted of free access to a mixture of rye grass and alfalfa. For each treatment, 120 animals were used that were randomly distributed in four pools, placing 20 animals in each one. The evaluation period was 56 days. No differences were found between treatments for weight gain ($p > 0.05$); however, the cost benefit was greater for T1. It is concluded that under the experimental conditions the TPP in growing- fattening guinea pigs represent a potential source of energy replacement.

Keywords: guinea pigs; thiamine; thiamine pyrophosphate; productive performance.

1. Introducción

El pirofosfato de tiamina, también conocido como cocarboxilasa es un cofactor enzimático derivado de la vitamina B1 y como tal necesario directa o indirectamente en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y compuestos nitrogenados, específicamente en la vía de las pentosa fosfato, en el metabolismo de aminoácidos de cadena ramificada y en el ciclo del ácido cítrico (Tylicki et al., 2018). El TPP es un cofactor necesario para enzimas involucradas en el proceso bioenergético de la célula que conduce a la síntesis de ATP. Si en la dieta este cofactor se encuentra limitado, la actividad de las enzimas que lo requieren se verá afectada y por ende las vías metabólicas en las que participan (Gibson et al., 2005; Jankowska-Kulawy et al., 2010). En el caso específico de carbohidratos por ejemplo, se puede mencionar que el 5% de la energía obtenida por la oxidación de glucosa en la célula se obtiene por la vía de glucólisis, el piruvato, producto obtenido de este proceso debe ingresar a la mitocondria y continuar su oxidación a través de la reacción del complejo enzimático piruvato deshidrogenasa, complejo que requiere como cofactor al TPP, el proceso de producción de energía debe continuar en el ciclo del ácido cítrico por acción de varias enzimas, entre las cuales un paso limitante está dado por la alfa-cetoglutarato deshidrogenasa, cuyo cofactor también es el TPP. Por lo tanto, para que se pueda obtener ese 95% de la energía restante de la glucosa, en forma de ATP, se requieren enzimas que necesitan para su actividad el TPP. Se requiere por lo tanto este cofactor para hacer el metabolismo más eficiente y lograr la máxima cantidad de energía posible (Lehninger et al., 2019).

Se han reportado varios estudios en los que se ha probado la suplementación de las dietas con TPP ya sea como reemplazo parcial de energía o como aditivo y con resultados favorables en ovinos en crecimiento (Zamora et al., 2020), pollos de carne (Rivera et al., 2016), toretes de engorda (Landa, 2016), en respuesta reproductiva en ovejas (Quirós et al., 2014) y en vacas que reciben dietas con inclusión de concentrados (Pan et al., 2017). Sin embargo, no existe información sobre el uso del TPP en cuyes en crecimiento-engorde, por lo que se hace necesario entender si es beneficioso utilizar el TPP en estos animales.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la inclusión del TPP como reemplazo de energía o como aditivo en cuyes en crecimiento-engorde.

2. Material y métodos

Lugar de ejecución

El estudio se realizó en la Empresa Agropecuaria Inka Cuy SAC ubicada en la provincia de Canta (km 50 de la carretera Lima Canta).

Tratamientos

El experimento se realizó con tres tratamientos. El tratamiento uno T1 con TPP considerado como fuente energética; el tratamiento dos T2 sin TPP y el tratamiento tres T3 equivalente a T2 más TPP (1kg por tonelada de alimento). Los tres tratamientos fueron sometidos a igual sistema de alimentación de forraje.

Animales

Se utilizaron 360 cuyes machos destetados de 10 días de edad, con peso promedio de 288 g. Para identificar a cada animal se utilizaron aretes de aluminio colocados en la oreja. Para cada tratamiento se utilizaron 120 animales que fueron distribuidos al azar en seis pozas, colocando 20 animales en cada una. Para esta distribución se utilizó la técnica del muestreo estratificado (Otzen & Manterola, 2017). El período de evaluación fue de 56 días. Se determinó el peso vivo semanal de los cuyes identificados en cada poza de cada tratamiento. El manejo de los animales fue el mismo en todas las unidades experimentales de los tratamientos.

Alimentación

La composición porcentual y valor nutricional de las raciones se muestran en las Tablas 1 y 2. Todos los animales tuvieron libre acceso a una mezcla de rye grass y alfalfa como fuente de forraje y al alimento concentrado. Las tres raciones utilizadas fueron isoproteicas e isocalóricas. La ración del tratamiento uno con pirofosfato de tiamina como fuente de energía, la del tratamiento dos sin pirofosfato de tiamina y en el caso del tratamiento tres se empleó la misma ración que en T2 a la cual se agregó pirofosfato de tiamina en cantidad de 1kg por tonelada. La fuente de pirofosfato de tiamina fue un suplemento conocido como Glukogen (Nutritech, México). Se determinó semanalmente la cantidad de alimento consumido tanto de forraje como concentrado con la finalidad de medir el comportamiento económico del producto utilizado a través de la relación beneficio costo.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente randomizado con tres tratamientos para determinar el efecto de

la utilización de TPP sobre incremento de peso y peso vivo final, descrito por Kuehl (2001). El análisis de variancia 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 significación de 0,05.

Tabla 1

Composición porcentual de los alimentos balanceados (tal como ofrecido)

Insumos	T1	T2	T3 ^a
Maíz molido	10	10	10
Afrecho	65,5	60,2	60,2
Torta de soya	13,58	0,35	0,35
Harina integral de soya		18,65	18,65
Melaza	8	8	8
carbonato de calcio	1	0,96	0,96
Fosfato de calcio	0,6	0,6	0,6
Sal	0,4	0,4	0,4
Premezcla	0,22	0,22	0,22
DL-metionina	0,1	0,12	0,12
Cloruro de colina	0,1	0,1	0,1
Pirofosfato de tiamina ^b	0,1	0	0
Antimicótico ^c	0,2	0,2	0,2
Antioxidante ^d	0,2	0,2	0,2

^a Adicionalmente este tratamiento recibió 1kg de TPP por tonelada de alimento; ^b Glukogen; ^c Zoamicost; ^d Antoxplus

Tabla 2

Valor nutricional calculado de los alimentos utilizados

Nutrientes	T1	T2	T3
Energía digestible cuyes, Mcal/kg	2 980	2 980	2 980
Proteína, %	17,35	17,35	17,35
Fibra, %	6,06	6,2	6,2
Calcio, %	0,5	0,48	0,48
Fósforo total, %	0,76	0,74	0,74
Sodio, %	0,23	0,23	0,23
Metionina, %	0,37	0,37	0,37
Treonina, %	0,62	0,62	0,62
Lisina, %	0,82	0,82	0,82
Arginina, %	1,23	1,24	1,24

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos para ganancia de peso son similares a otros trabajos en cuyes en crecimiento, de manera que las dietas empleadas permitieron un crecimiento acorde a lo esperado para cuyes (Aliaga & Gómez, 2020; León et al., 2016; Nakandakari & Vilchez, 2016). Las Figuras 1 y 2 representan la evolución de pesos vivos y ganancias de peso semanales logrados por cada tratamiento y están acorde a lo esperado para estos animales. No se encontraron diferencias ($p > 0,05$) entre tratamientos para peso vivo final y ganancia de peso (Tabla 3). El análisis de variancia de la ganancia de peso total desde el

destete a la octava semana permite asegurar que los incrementos de peso vivo total logrados a esta edad son semejantes para los 3 tratamientos con 95% de seguridad. Al comparar la ganancia de peso promedio de T1 vs T2 no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$), lo que permite a su vez inferir que el TPP se comportó como una fuente de energía con 95% de seguridad. Asimismo, al comparar la ganancia de peso vivo total promedio de T2 vs T3 y no encontrar diferencias significativas, también se puede inferir que el TPP como aditivo no tuvo ningún efecto positivo en el incremento total de peso vivo a esta edad. El coeficiente de variación de 12,28 demuestra que los resultados del ensayo son confiables.

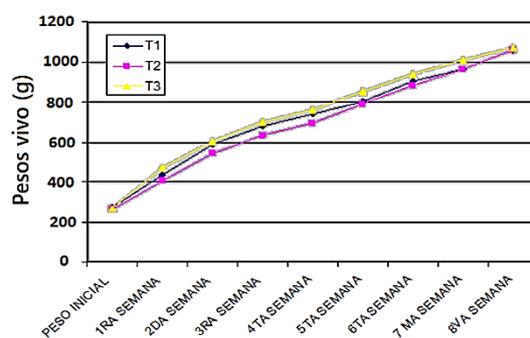


Figura 1. Evolución de los pesos vivos por tratamiento.

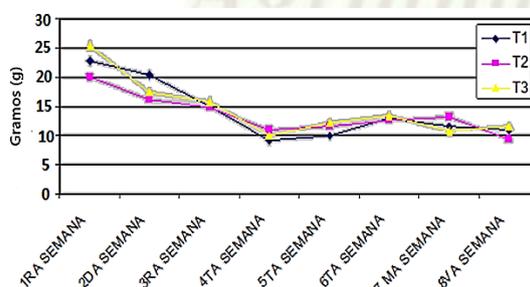


Figura 2. Evolución de los incrementos de peso.

La Figura 3 representa la relación beneficio costo calculada para cada semana y tiene un comportamiento similar al reportado para ganancia de peso, debido a la alta correlación existente entre estas dos variables (Aliaga et al., 2009).

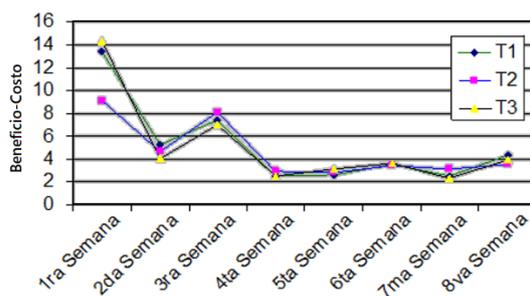


Figura 3. Relación beneficio costo del alimento por tratamiento.

La relación beneficio costo del alimento para cada tratamiento (Tabla 3) demuestra que T1 con TPP es más económico que T2 sin TPP y este a su vez es más económico que T3, lo cual confirma que el uso de TPP es una buena alternativa como fuente de energía para cuyes en crecimiento-engorde. No se han encontrado en la literatura trabajos realizados con pirofosfato de tiamina en cuyes en crecimiento. Sin embargo, estudios en pollos de carne indican que la inclusión de TPP (cocarboxilasa) en reemplazo parcial de aceite de soya en la dieta mejoró el peso corporal y ganancia de peso, por lo cual el TPP representa una potencial fuente de reemplazo energética (Rivera et al., 2016). En forma similar el uso de TPP mejoró la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso en ovinos en crecimiento (Zamora et al., 2020) y en toretes de engorda (Landa, 2016).

Tabla 3
Ganancia de peso, consumo de alimento y relación beneficio costo durante el período de estudio

	T1 con TPP	T2 sin TPP	T3 T2+TPP
Peso inicial promedio, g	288,0 ^a ± 40	288,0 ^a ± 41	288,0 ^a ± 40
Peso final promedio, g	1 031,0 ^a ± 110	1 043,0 ^a ± 109	1 055,0 ^a ± 168
Ganancia de peso total por animal g	743,0 ^a ± 111	755,0 ^a ± 110	767,0 ^a ± 115
Ganancia de peso diaria por animal g	13,3 ^a ± 4,1	13,5 ^a ± 4,2	13,7 ^a ± 4,1
Consumo diario de concentrado por animal g	29	31	31
Consumo diario de forraje por animal g	357	367	378
Valor del alimento consumido por cuy*	0,86	0,88	0,97
Valor de venta promedio por animal**	5,26	5,26	5,28
Relación beneficio costo del alimento	6,12	5,98	5,44

En este trabajo, los animales de los tratamientos 1 y 2 recibieron dietas isoenergéticas, en la dieta de los animales del T1 se reemplazó parte de la energía por el TPP y aun así no se encontraron diferencias en ganancia de peso. Con este resultado, por lo tanto, podemos interpretar que con la dieta de T1, en la que se reemplazó parcialmente la energía por TPP, los animales pudieron lograr similar ganancia de peso a aquellos que no recibieron TPP, probablemente debido a que este cofactor permitió que los componentes dietarios sean más eficientemente utilizados, principalmente al intervenir como cofactor de las enzimas piruvato deshidrogenasa y alfa cetoglutarato deshidrogenasa, que permiten la canalización de nutrientes hacia el ciclo de Krebs para su oxidación hasta CO₂ y H₂O, promoviendo en este camino una mayor producción de ATP, necesario para el crecimiento.

4. Conclusiones

Considerando las condiciones en las cuales se llevó a cabo el experimento, el TPP en cuyes en crecimiento-engorde representa una potencial fuente de reemplazo de energía. Se recomienda hacer pruebas sobre el efecto del mismo en etapas reproductivas en cuyes.

Agradecimientos

A la empresa Agropecuaria Inka Cuy SAC, por hacer posible el desarrollo de este trabajo. Se ha cumplido con las normas éticas internacionales para las investigaciones con animales.

Referencias bibliográficas

- Aliaga, A. del P., & Gómez, C. A. (2020). Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sometidos a diferentes niveles de selenio dietario. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(3), e18179.
- Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E., & Caycedo, A. (2009). *Producción de Cuyes* (1st ed.). Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Gibson, G. E., Blass, J. P., Beal, M. F., & Bunik, V. (2005). The α - Ketoglutarate – Dehydrogenase Complex. *Molecular Neurobiology*, 31, 43–63.
- Jankowska-Kulawy, A., Bielarczyk, H., Pawelczyk, T., Wróblewska, M., & Szutowicz, A. (2010). Acetyl-CoA deficit in brain mitochondria in experimental thiamine deficiency encephalopathy. *Neurochemistry International*, 57(7), 851–856.
- Kuehl, R. O. (2001). *Diseño de Experimentos* (segunda ed). Thomson Learning.
- Landa, J. (2016). *Efecto de la administración de vitamina B1 sobre el comportamiento productivo de toretes en corral de engorda*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Lehninger, A., Nelson, D., & Cox, M. (2019). *Principios de Bioquímica* (septima). Ediciones Omega.
- León, Z., 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 Agropecuaria*, 7(3), 259–263.
- Nakandakari, L., & 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*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(3), 440–447.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232.
- Pan, X. H., Yang, L., Beckers, Y., Xue, F. G., Tang, Z. W., Jiang, L. S., & Xiong, B. H. (2017). Thiamine supplementation facilitates thiamine transporter expression in the rumen epithelium and attenuates high-grain-induced inflammation in low-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5329–5342.
- Quirós, C., Carreón, L., Franco, F. J., Villarreal, O. A., Hernández, J. E., & Camacho, J. C. (2014). Nutrición estratégica o Glucogen en la respuesta reproductiva de ovejas Pelibuey sincronizadas al estro. *Revista Electronica de Veterinaria*, 15(11).
- Rivera, H. R., Lázaro, C. A., Vilchez, C., & Conte, C. A. (2016). Parámetros productivos y sanguíneos en pollos de carne suplementados con cocarboxilasa. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 23(3–4), 200–205.
- Tylicki, A., Lotowski, Z., Siemieniuk, M., & Ratkiewicz, A. (2018). Thiamine and selected thiamine antivitamin — biological activity and methods of synthesis. *Bioscience Reports*, 38(1), 1–23.
- Zamora, J., Del Viento, A., & Palma, J. M. (2020). Suplementación de pirofosfato de tiamina y lámina de hoja de *Ricinus communis* L en la alimentación de ovinos en crecimiento. *Livestock Research for Rural Development*, 32(98), 1–9.