



Reemplazo parcial o total de maíz por cebada en dietas integrales para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento

Partial or total replacement of corn with barley in integral diets for growing guinea pigs
(*Cavia porcellus*)

Ysabel Soledad Vidaurre Mallqui; Víctor Vergara Rubín* ; Rosa María Remigio Espinoza;
Noelia Valverde Caldas 

Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos - Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Avenida la Molina s/n, Lima, Perú.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar tres niveles de inclusión de 0%, 20% y 40% de cebada grano en reemplazo de maíz, en el alimento balanceado integral (con exclusión de forraje verde) para cuyes en la etapa de crecimiento, medido sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y retribución económica. Se trabajó con 48 cuyes machos mejorados tipo 1, destetados de 14 ± 3 días de edad, distribuidos al azar en doce unidades experimentales de cuatro animales cada una. Las dietas integrales se evaluaron durante siete semanas, siendo suministradas *ad libitum* al igual que el agua de bebida. Los resultados indican que el reemplazo del maíz por la cebada no mostró efectos sobre ninguno de los parámetros evaluados ($p > 0,05$). Se pueden usar niveles de hasta 40% de cebada en dietas para cuyes en crecimiento, en reemplazo total de fuentes energéticas como el maíz.

Palabras clave: cuy; cebada grano; maíz; dieta integral.

ABSTRACT

The study was carried out to evaluate three levels of inclusion of 0%, 20% and 40% of barley grain in replacement of corn, in the integral balanced food (excluding green forage) for guinea pigs in the growth stage, measured on weight gain, feed intake, feed conversion, carcass yield, and economic retribution. Forty-eight type 1 enhanced male guinea pigs, weaned from 14 ± 3 days of age, were randomly distributed in twelve experimental units of four animals each. The diets were evaluated for seven weeks, being supplied *ad libitum* as well as drinking water. The results indicate that the replacement of corn by barley showed no effect on any of the parameters evaluated ($p > 0.05$). Levels of up to 40% barley can be used in diets for growing guinea pigs, in total replacement of energy sources such as corn.

Keywords: guinea pig; barley grain; corn; integral feeding.

1. Introducción

El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (Chauca, 1997), y también una fuente de recursos económicos debido a su venta. Este roedor ha sido distribuido en varios países donde ya es apreciado por su adaptación a diferentes ecosistemas, considerando las diversas ventajas que tiene con respecto a las demás especies tales como: su ciclo reproductivo corto, su

rusticidad, prolificidad y su alimentación a base de ingredientes no competitivos, residuos de cosechas y de industrias (Chauca, 1997; Aliaga *et al.*, 2009).

La carne de cuy es un alimento de excelente calidad, se caracteriza por su alto nivel proteico, su bajo contenido en grasa y colesterol, alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados; además de tener un alto valor biológico consistente en el aporte de aminoácidos esenciales y su alta digestibilidad, es rica en vitaminas liposolubles y minerales (Inoue *et al.*,

2002; Higaonna *et al.*, 2008; Minagri, 2019), lo cual ha intensificado su crianza en ciertas zonas de Lima. Por ello los criadores de cuyes mejoran los rendimientos productivos suministrando alimentos balanceados con el uso de ingredientes de buena calidad y de bajo costo, optimizando los costos de alimentación. En este sentido, el uso de fuentes poco convencionales como el grano de cebada (Lozada *et al.*, 2013; Quintana *et al.*, 2013) representa un ingrediente alternativo en la alimentación del cuy, por lo que es necesario conocer los niveles de inclusión en la dieta.

La cebada es un excelente recurso alimenticio; produce carne firme de buena calidad que contiene más proteínas totales y niveles más elevados de lisina, triptófano, metionina y cistina que el maíz, pero su valor nutricional es menor por tener más fibra; pudiendo formar parte hasta del 60% de la ración (Aliaga *et al.*, 2009). Además, la cebada es un ingrediente energético con mayor disponibilidad en la sierra del país por su mejor adaptación al clima; esto constituye una alternativa de reemplazo del maíz para la costa, con la ventaja de disminuir los costos de alimentación y maximizar la producción de esta especie en zonas altoandinas, siendo necesaria su evaluación.

La investigación tuvo como objetivo evaluar tres niveles de cebada grano: 0%, 20% y 40% en reemplazo del maíz en dietas peletizadas para un sistema de alimentación con exclusión de forraje, en cuyes en crecimiento, mediante los parámetros de peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y retribución económica del alimento.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Granja de Cuyes de Cieneguilla del Programa de Investigación y Proyección Social de Carnes; el alimento fue preparado en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, ambos pertenecientes a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento Académico de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La evaluación tuvo una duración de siete semanas.

Se utilizaron 48 cuyes machos destetados, de 14 ± 3 días de edad, mejorados tipo 1, con un peso promedio de 281 g, identificados al nacimiento y distribuidos aleatoriamente en 12 pozas (unidades experimentales).

Se realizó el análisis químico proximal del ingrediente en estudio, la cebada grano, proveniente de Huancayo departamento de Junín, obteniendo en su composición: proteína total 11,6%, extracto etéreo 1,9% y fibra cruda 5,6%. La energía digestible 3,26 Mcal/kg, lisina 0,4%, metionina 0,18%, triptófano 0,15%, calcio 0,06% y fósforo 0,39% se determinaron de manera teórica.

Las dietas experimentales fueron isoenergéticas e isoproteicas, formuladas utilizando un programa lineal al mínimo costo. El nivel de energía digestible fue de 2,9 Mcal/kg y 18% de proteína, mientras que el nivel de aminoácidos utilizados fueron los recomendados por Remigio (2006). Se adicionó vitamina C (Rovimix® Stay-C® 35) a los alimentos debido a que no se le proporcionó forraje verde. La forma física del alimento fue en pellets de 4,5 x 10 mm. La composición porcentual y valor nutricional estimado de las dietas se muestra en la Tabla 1 y el análisis proximal de las mismas en la Tabla 2.

Tabla 1

Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales (base fresca)

Ingredientes	Niveles de cebada grano		
	T1: 0%	T2: 20%	T3: 40%
Subproducto de trigo	62,02	57,42	39,02
Maíz	18,00	3,60	0,00
Cebada grano	0,00	20,00	40,00
Torta de soya, 47%	11,00	10,00	12,00
Pasta algodón, 35%	6,00	6,00	6,00
Carbonato de calcio	1,80	1,80	1,80
Premezcla vit-min.	1,12	1,12	1,12
Vit. C al 35%	0,06	0,06	0,06
Total	100,00	100,00	100,00
Contenido Nutricional			
ED (Mcal/kg)	2,90	2,90	2,90
Proteína, %	18,00	18,00	18,00
Fibra, %	8,61	9,01	8,57
Grasa, %	3,13	2,78	2,35
Lisina, %	0,90	0,90	0,90
Metionina, %	0,44	0,44	0,44
Arginina, %	1,38	1,34	1,28
Calcio, %	0,80	0,80	1,00
Fósforo total, %	0,84	0,82	0,70
Sodio, %	0,20	0,20	0,20
Vit C (mg/100g)	21,00	21,00	21,00

Se evaluó el reemplazo de maíz por cebada grano en el alimento balanceado, estableciendo tres tratamientos:

Tratamiento I: Alimento balanceado con 0% de cebada y 18% de maíz.

Tratamiento II: Alimento balanceado con 20% de cebada y 3,6% de maíz.

Tratamiento III: Alimento balanceado con 40% de cebada y 0% de maíz.

Tabla 2

Análisis proximal porcentual de las dietas experimentales

Composición	Niveles de cebada grano		
	T1: 0%	T2: 0%	T3: 40%
Humedad, %	6,00	6,00	6,00
Materia seca, %	94,00	94,00	94,00
Proteína, %	18,03	17,49	17,32
Fibra, %	8,46	7,62	8,03

Los tratamientos fueron conducidos bajo un mismo protocolo de manejo, realizando controles semanales para la determinación de los parámetros estudiados. El alimento balanceado y el agua fueron ofrecidos *ad libitum*. Los tres primeros días se les suministró vitaminas del complejo B en el agua para evitar el estrés. Los animales no evidenciaron enfermedades de tipo infeccioso o parasitario, por lo que no se requirió de tratamiento alguno.

Los parámetros productivos evaluados fueron: peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y retribución económica del alimento. Para determinar el rendimiento de carcasa se eligió al azar tres cuyes por tratamiento aplicando un ayuno de 24 horas. Se utilizó una balanza electrónica de 5 kg de capacidad con 2 g de sensibilidad para el control de peso de los animales y alimentos.

En el experimento se empleó el diseño completamente al azar (DCA), donde cada uno de los tres tratamientos evaluados estuvo constituido por cuatro repeticiones y cada unidad experimental (poza) estuvo formada por cuatro animales. Se utilizó el análisis de variación para determinar las diferencias significativas de los tratamientos, y la prueba estadística Tukey para la comparación de las medias de los parámetros evaluados (Calzada, 1982). Para el rendimiento de carcasa, se realizó la transformación de los datos expresados en porcentaje para proceder al análisis estadístico empleando la siguiente fórmula: $\text{Arcoseno} \sqrt{Y_i/100}$.

3. Resultados y discusión

Peso vivo y ganancia de peso

Los resultados de los parámetros productivos evaluados se encuentran en la [Tabla 3](#). Los pesos promedio al inicio del experimento no revelaron diferencias estadísticas significativas

en el análisis de variancia entre tratamientos ($p > 0,05$).

Con relación a las ganancias de peso, los valores hallados tuvieron la misma tendencia que los resultados de los pesos finales, logrando ganancias superiores con el tratamiento de 40% de cebada grano, lo que indica que el nivel de inclusión de cebada grano hasta 40% permite una adecuada respuesta en los cuyes sin afectar su crecimiento y salud. Los resultados similares entre tratamientos se relacionan posiblemente a la asimilación de nutrientes, como se muestra en la [Tabla 4](#), donde el tratamiento control (T1: 0% de cebada), tuvo una ingestión de proteína y fibra similar al tratamiento T3 con 40% de cebada.

Los valores de ganancia de peso son inferiores a los de [Airahuacho \(2007\)](#), quien evaluó dos niveles de energía digestible (2,7 y 2,9 Mcal/kg) en base a los estándares nutricionales del [NRC \(1995\)](#) en el crecimiento de cuyes, para un sistema de alimentación con exclusión de forraje (se le adicionó dos niveles de vitamina C en el alimento), logrando ganancias de peso de 820 g y 850 g respectivamente, en 7 semanas de evaluación y cuyas dietas contenían 18% de proteína y 9,5% de fibra cruda.

[Inga \(2008\)](#) evaluó dos niveles de energía (2,8 y 3,0 Mcal ED/kg) con dos niveles de fibra (8% y 10%) en dietas de engorde para cuyes para un sistema de alimentación con exclusión de forraje, y obtuvo ganancias de peso de 800 g, 741 g, 787 g y 811 g respectivamente. [Remigio \(2006\)](#) estudió tres niveles de lisina (0,78%, 0,84% y 0,90%) y tres niveles de aminoácidos azufrados (0,63%, 0,71% y 0,79%) en dietas peletizadas sin el uso de forraje en cuyes en crecimiento, consiguiendo 705 g 719 g y 769 g con los niveles de lisina de 0,9%, similar al utilizado en este experimento. Así mismo [Torres \(2006\)](#), cuando evaluó dos niveles de proteína de 15% y 18% en dietas peletizadas con el uso de forraje en cuyes en crecimiento, donde interrelacionó el nivel de energía con los niveles de proteína, obtuvo 896 g; 1000 g; 928 g y 950 g de ganancias de peso para los cuatro tratamientos.

Las ganancias de peso diario de este experimento fueron de 12,73 g, 12,6 g y 13,25 g, que son inferiores a los reportados por [Airahuacho \(2007\)](#) con 13,7 g/día hasta 16,2 g/día y [Remigio \(2006\)](#) con 14,8 g/día y 14,7 g/día.

Consumo de alimento

En el análisis de variancia no se obtienen diferencias significativas entre tratamientos ($p >$

0,05); sin embargo, se observa una tendencia a que el consumo del alimento aumenta a medida que se incrementa el nivel de inclusión de la cebada en la dieta, concordando con Quintana et al. (2013) y Lozada et al. (2013) quienes afirmaron que la suplementación con cebada incrementa el consumo total del alimento. Estos resultados indican que la cebada puede reemplazar al maíz sin tener ningún efecto negativo, debido posiblemente a que no afecta la palatabilidad, teniendo la posibilidad de aumentar la cantidad de cebada en la ración.

Los resultados promedio de consumo de alimento son mayores que los del trabajo de Inga (2008), cuyos consumos fueron de 2311 g, 2317 g, 2374 g y 2200 g respectivamente. Por otro lado, fueron similares a los de Airahuacho (2007) con 2523 g, 2580 g y 2606 g que obtuvo utilizando una energía digestible de 2,90 Mcal/kg y densidades de nutrientes (100%, 110% y 120% respecto al NRC de 1995), pero inferiores a los de Remigio (2006) con 2832 g, 2976 g, 2812 g en los tratamientos con 0,9% de lisina y 0,63%, 0,71% y 0,79% de metionina + cistina. Esto se podría deberse a lo mencionado por Rivas (1997) que la respuesta productiva del animal va a depender de su calidad genética y características del concentrado (valor nutritivo y aceptabilidad).

Conversión alimenticia

No se evidencia la influencia de los niveles de inclusión de la cebada en las dietas para este parámetro ($p > 0,05$). Se aprecia que la conversión alimenticia es similar para los tratamientos de 0% y 40% de cebada con 4,19; mientras que el tratamiento con 20% de cebada presentó 4,25 de conversión alimenticia. Esto nos indica que no existe ninguna restricción al adicionar hasta 40% de cebada en las raciones para cuyes. La conversión alimenticia promedio fue 4,21 (4,19 – 4,25) que son menos eficientes comparados con las de Remigio (2006) de 3,85 (3,63 – 4,02), Inga (2008) con 3,0 (2,9 – 3,1) y Airahuacho (2007) con 3,56 en promedio (3,31 – 3,82), todos bajo un mismo sistema de alimentación.

Rendimiento de carcasa

Los resultados de rendimiento de carcasa no revelaron diferencias significativas al realizar el análisis de variancia entre tratamientos ($p > 0,05$), siendo similares al 69,9% reportado por Airahuacho (2007) y al 69,94% registrado por Remigio (2006) ambos con un nivel de energía de 2,9 Mcal/kg. Sin embargo, Inga (2008) con la

dieta de 3,0 Mcal de ED/kg registró el mejor rendimiento de carcasa de 71,88%.

Retribución económica

Realizando las comparaciones entre los tratamientos, que la retribución económica relativa de las tres dietas sea similar, nos indica que la dieta con 40% de cebada sería el valor recomendable para obtener una buena rentabilidad.

Tabla 3

Efecto del nivel de cebada grano sobre el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento (g/cuy)

Parámetros	Niveles de cebada grano		
	T1: 0%	T2:20%	T3:40%
Peso			
Inicial	279 ^a	282 ^a	281 ^a
Final	903 ^a	902 ^a	931 ^a
Ganancia de peso			
Total, g	624 ^a	620 ^a	650 ^a
Semanal, g	89,09	89,57	92,83
Diaria, g	12,73 ^a	12,60 ^a	13,25 ^a
Consumo en TCO			
Total, g	2614	2638	2723
Semanal, g	373	377	389
Diario, g	53,34 ^a	53,83 ^a	55,59 ^a
Consumo en MS			
Total, g	2457	2479	2559
Semanal, g	351	354	366
Diario, g	50,14 ^a	50,58 ^a	52,22 ^a
C.A.	4,19 ^a	4,20 ^a	4,19 ^a
R.C. ¹ , %	70,10 ^a	70,50 ^a	69,80 ^a
R.E.R., %	100,00	99,00	100,00

^a letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadística ($p > 0,05$).

TCO: tal como ofrecido; MS: materia seca.

CA: Conversión alimenticia; RC: Rendimiento de carcasa; RER: Retribución económica relativa.

¹ La carcasa comprende: cabeza, patitas, corazón, pulmones, hígado, riñones y testículos.

Tabla 4

Ingestión total de energía digestible, proteína, fibra y extracto etéreo durante el periodo experimental

Ingestión de nutrientes	Niveles de cebada grano		
	T1: 0%	T2:20%	T3:40%
Cons. alimento, g	2613,70	2637,50	2722,80
ED, Mcal*	7,58	7,65	7,89
Proteína, g	471,25	461,20	471,60
Lisina, g*	25,00	24,00	25,00
AA azufrados, g*	12,00	12,00	12,00
Fibra, g	221,12	200,00	218,60
Extracto etéreo, g*	81,80	73,30	63,98

*Valores tomados del contenido nutricional teórico (programa lineal al mínimo costo).

ED: energía digestible; AA: aminoácidos.

4. Conclusiones

Los niveles de cebada grano evaluados de 0%, 20% y 40% no afectaron los parámetros de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa ($p > 0,05$). El uso de cebada grano, en niveles de hasta 40%, reemplazó satisfactoriamente al maíz y generó igual retribución económica que el tratamiento control en dietas peletizadas y con exclusión de forraje verde.

ORCID

V. Vergara  <https://orcid.org/0000-0002-1702-2789>

N. Valverde  <https://orcid.org/0000-0003-1351-9488>

Referencias bibliográficas

- Airahuacho, F.E. 2007. Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en crecimiento para cuyes. Tesis de Magister en Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 85 pp.
- Aliaga, L.; Moncayo, R.; Rico, E.; Caycedo, A. 2009. Producción de cuyes. 1ra Edición. Fondo Editorial UCSS. Lima, Perú. 808 pp.
- Calzada, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. 5ta Edición. Editorial Milagros. Lima, Perú. 643 pp.
- Chauca, L. 1997. Producción de cuyes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia. 42 pp.
- Higaonna, R.; Muscari, J.; Chauca, L.; Astete, F. 2008. Composición química de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). En: XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Perú, 15-21 oct, 2008.
- Inga, R.A. 2008. Evaluación de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento con exclusión de forraje para cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Tesis de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 71 pp.
- Inoue, K.; Patiño, A.; Su, S.A.; Teraoka, C.S. 2002. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una granja industrial de cuyes (*Cavia porcellus*) y la comercialización de su carne envasada y refrigerada para el mercado de Lima Metropolitana. Tesis de Ingeniero Zootecnista – Ingeniero de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 213 pp.
- Lozada, P.; Jiménez, R.; San Martín, F.; Huamán, A. 2013. Efecto de la inclusión de cebada grano y semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento óptimo de beneficio de cuyes. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 24(1): 25-31.
- MINAGRI – Ministerio de Agricultura y Riego. 2019. Potencial del mercado internacional para la carne de cuy. Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Disponible en: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/l-ciencia/01/mercado_interno_carne_cuy.pdf
- NRC – National Research Council. 1995. Nutrient requirements of the guinea pig. In: Nutrient requirements of laboratory animals. 4th Edition. The National Academies Press. Washington, USA. 192 pp.
- Quintana, E.; Jiménez, R.; Carcelén, F.; San Martín, F.; Ara, M. 2014. Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 24(4): 425-432.
- Remigio, R.M. 2006. Evaluación de tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L.) mejorados. Tesis de Magister en Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 98 pp.
- Rivas, D.I. 1995. Prueba de crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*) con restricción en el suministro de forraje. Tesis de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 84 pp.
- Torres, A.E. 2006. Evaluación de dos niveles de energía y proteína en el concentrado de crecimiento para cuyes machos. Tesis de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 67 pp.

