

EFFECTO DE DIETAS DE ALFALFA VERDE, HARINA DE CEBADA Y BLOQUE MINERAL SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE CUYES

EFFECT OF DIETS BASED ON ALFALFA, BARLEY MEAL AND MINERAL BLOCK ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF GUINEA PIGS

Erika Quintana M.¹, Ronald Jiménez A.^{1,3}, Fernando Carcelén C.²,
Felipe San Martín H.², Miguel Ara G.²

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación con harina de cebada y bloque mineral sobre la ganancia de peso, consumo, índice de conversión alimenticia, edad de saca, costo de producción y relación beneficio-coste en cuyes en crecimiento alimentados con alfalfa. Se utilizaron 250 cuyes machos destetados, en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2x2 (harina de cebada x bloque mineral), más un quinto tratamiento para fines de contraste (concentrado integral). La suplementación con harina de cebada mejoró significativamente ($p < 0.05$) la ganancia de peso, consumo, índice de conversión, relación beneficio-coste y, consecuentemente, la edad de saca, en tanto que la suplementación con bloque mineral solo tuvo un efecto significativo para la edad de saca ($p < 0.05$). Asimismo, el forraje sin suplemento y el forraje más harina de cebada presentaron el mejor rendimiento económico.

Palabras clave: cuy, harina de cebada, bloque mineral, concentrado integral, suplementación

ABSTRACT

The effect of feed supplementation with barley meal and mineral block on body weight gain, feed intake, feed conversion index, slaughter age, production cost and profit/cost ratio was evaluated in guinea pigs fed with alfalfa. A total of 250 male weaned animals were used in a completely randomized block design with a 2x2 factorial arrangement (barley meal x mineral block) and one additional treatment for contrast (balanced diet).

¹ Estación Experimental El Mantaro del Centro de Investigación IVITA, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Huancayo

² Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima

³ E-mail: rjimenez@unmsm.edu.pe

Recibido: 15 de julio de 2012

Aceptado para publicación: 31 de mayo de 2013

Barley meal supplementation significantly improved ($p < 0.05$) body weight gain, feed intake, feed conversion index, benefit cost ratio and decreased slaughter age while mineral block supplementation only decreased slaughter age ($p < 0.05$). On the other hand, plain forage without supplements and forage plus barley meal showed the best economic results.

Key words: guinea pig, barley meal, mineral block, balanced diets, supplementation

INTRODUCCIÓN

El cuy como animal nativo de los Andes constituye una importante fuente de proteína animal para el poblador andino. Su relativa facilidad de crianza y la demanda local y regional en continuo incremento lo ponen en ventaja frente a otras especies pecuarias (Rico y Rivas, 2003).

En el Valle del Mantaro, una fracción de las crianzas familiares ha evolucionado hacia crianzas comerciales, motivados por la oportunidad de tener un negocio rentable. La mayoría de estos productores utilizan forraje verde y residuos de cosecha a un costo comparativamente menor al de los alimentos balanceados comerciales. No obstante, los parámetros productivos no alcanzan niveles satisfactorios, debido a un aporte variable de nutrientes, principalmente en el contenido energético (Laforé *et al.*, 1999), que en algunos casos no llega a cubrir los requerimientos nutricionales, a pesar que los cuyes presentan altas tasas de consumo de alimento (alrededor del 40% de su peso vivo en materia seca); además de otras estrategias de alimentación como la cecotofia y la coprofagia (Sakaguchi, 2003). Esta situación conlleva al desarrollo de nuevas estrategias de alimentación que permitan optimizar la productividad de la crianza del cuy.

Airahuacho (2007) demostró que la ganancia de peso total está influenciada por el contenido energético y no por la densidad de nutrientes del alimento. Esto indica que la

deficiencia de energía podría corregirse suplementando insumos de mayor densidad energética como subproductos de la cebada, grano que es producido en el valle del Mantaro, y el cual mostró efectos positivos en la etapa de crecimiento y engorde en cuyes (Lozada *et al.*, 2013).

Por otro lado, el principal aporte de nutrientes a los animales se realiza mediante plantas y productos vegetales, y la ingestión de minerales es dependiente de la composición de las plantas (McDonald *et al.*, 2006). La suplementación mineral para cuyes criados en el valle del Mantaro debiera incluir un mayor aporte de fósforo en su composición, dado que los insumos disponibles en la zona contienen bajos niveles de este elemento; sin embargo, la suplementación simultánea de energía y fósforo no ha sido evaluada en cuyes en crecimiento. El presente trabajo evaluó el efecto de la suplementación con harina de subproducto de cebada y un bloque mineral sobre los parámetros de ganancia de peso, consumo, índice de conversión y la relación costo-beneficio en cuyes en crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se llevó a cabo entre marzo a junio de 2007 en la Estación Experimental del Centro de Investigaciones IVITA, Facultad de Medicina Veterinaria (FMV), Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM),

ubicada en el distrito de El Mantaro, provincia de Jauja, departamento de Junín, a una altitud de 3320 msnm y con una precipitación anual promedio de 750 mm.

Manejo de los Animales

El estudio se realizó al interior de un galpón de 600 m², donde se construyeron 25 pozas experimentales de 2.4 m² a base de madera y malla. Cada poza fue limpiada, desinfectada con cal y se le colocó cama nueva antes del ingreso de los animales.

El pesado de los animales, así como del alimento concentrado y suplementos se hizo empleando una balanza electrónica de 1 g de sensibilidad, mientras que el forraje fue pesado con una balanza de 10 g de sensibilidad.

Para el suministro de forraje se instaló una forrajera de malla, para el suministro de agua y harina de cebada se empleó un recipiente de arcilla de 0.75 L de capacidad, y para el concentrado integral se utilizaron dos recipientes de arcilla. El forraje se almacenó en tarimas hechas de malla metálica.

Diseño Experimental

Se emplearon 250 cuyes machos mejorados y destetados con 15 días de edad en promedio. Los cuyes se distribuyeron en cinco tratamientos, correspondientes a cinco tipos de raciones:

- T1: Alfalfa verde *ad libitum* (F)
- T2: Alfalfa verde *ad libitum* + suplemento mineral (F + BM)
- T3: Alfalfa verde *ad libitum* + harina de cebada + suplemento mineral (F + C + BM)
- T4: Alfalfa verde *ad libitum* + harina de cebada (F + C)
- T5: Concentrado integral (Co)

El diseño experimental corresponde al de bloques completos al azar, con arreglo factorial 2x2, teniendo como factores al bloque mineral y harina de cebada, más un tra-

tamiento adicional para contraste (concentrado integral). Se establecieron cinco bloques en función a los pesos iniciales (I: 200-270 g; II: 271-310 g; III: 311-340 g; IV: 341-390 g; V: 391-490 g) y se empleó una unidad experimental por bloque dentro de cada tratamiento. Se definió como unidad experimental a la poza albergando 10 cuyes.

Manejo Experimental

Se utilizó alfalfa verde de la variedad WL-625. El forraje ofrecido se pesaba interdiario y se suministraba tres veces por día (08:00, 12:00 y 16:00 h). El forraje rechazado se colectaba y pesaba semanalmente. Para cada forraje ofrecido y rechazado se tomaba una muestra para la estimación del contenido de materia seca.

La harina de cebada, obtenida por molienda del subproducto de cebada, y el concentrado integral peletizado se ofrecieron a discreción, una vez por día, a las 08:00 h. El bloque mineral medía 2.5 cm altura y 11 cm de diámetro. La estimación del contenido de materia seca para la harina de cebada y el concentrado integral se hizo una sola vez, mientras que para cada bloque mineral se tomó una muestra al inicio y otra al final del experimento.

Análisis de los Alimentos

Las muestras de alfalfa y cebada fueron remitidas al Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la FMV-UNMSM para el análisis proximal (Cuadro 1). El concentrado integral fue de tipo comercial y la composición químico-nutricional fue proporcionada por su proveedor, la Universidad Nacional Agraria La Molina (Cuadro 2). El bloque mineral fue preparado en la FMV-UNMSM y los ingredientes se detallan en el Cuadro 3.

Variables Evaluadas

Ganancia de peso (GP). Se registraron los pesos individuales semanales a todos los ani-

Cuadro 1. Valores porcentuales del análisis proximal de alfalfa, harina de cebada y concentrado integral en base a materia seca¹

| Nutrientes | Alfalfa | Harina de cebada | Concentrado integral |
|-----------------------------|---------|------------------|----------------------|
| Fibra cruda | 22.49 | 7.74 | 10.92 |
| Extracto etéreo | 1.72 | 3.12 | 5.02 |
| Proteína cruda | 22.36 | 10.70 | 18.39 |
| Cenizas | 8.72 | 3.17 | 7.62 |
| Extracto libre de nitrógeno | 47.7 | 75.28 | 58.06 |

¹ Alfalfa: 25.83%; Harina de cebada: 92.34%; concentrado integral: 92.86%

Cuadro 2. Contenido nutricional del concentrado integral

| Nutrientes | Contenido |
|------------------------------|-----------|
| Energía digestible (Mcal/kg) | 2.9 |
| Proteína (%) | 18 |
| Fibra (%) | 10 |
| Cenizas (%) | 5.9 |
| Vitamina C (mg/kg) | 200 |
| Calcio (%) | 0.8 |
| Fósforo (%) | 0.8 |
| Sodio (%) | 0.2 |
| Lisina (%) | 0.84 |
| Metionina-cistina (%) | 0.60 |
| Arginina (%) | 1.2 |
| Treonina (%) | 0.6 |
| Triptófano (%) | 0.18 |

males desde el inicio del experimento hasta que alcanzaron el kilo de peso vivo. Se calculó la ganancia de peso diaria individual entre la segunda y la octava semana, momento en que un primer grupo de animales alcanzó el kilo de peso vivo; es decir, las unidades experimentales estuvieron completas únicamente hasta la octava semana.

Consumo de alimento. El consumo fue registrado entre la segunda y la octava semana, y fue calculado por diferencia entre la materia seca ofrecida y la rechazada de cada uno de los insumos que se emplearon en la ración de cada tratamiento. El consumo total correspondió a la suma de los consumos parciales de cada insumo, el cual se expresó como consumo promedio individual.

Índice de conversión alimenticia. El índice de conversión alimenticia (ICA) resultó de dividir el consumo total de materia seca entre la ganancia de peso total en cada unidad experimental.

Edad de saca. Se registró la edad en semanas en que cada animal alcanzó el kilo de peso vivo. Para la unidad experimental se empleó el promedio de las edades individuales.

Evaluación económica. Se estimó el costo de producción para las condiciones del galpón demostrativo del IVITA, modelo de crianza comercial que emplea un galpón de 600 m², 696 reproductoras, 3 ha de pastura, un personal técnico, un obrero, motosegadora y tractor con carreta. En este módulo, se suministra forraje verde en piso dos veces por día y se complementa con rastrojo de maíz en la estación seca y suplementa con harina de cebada en el 10% de la ración (en el presente

Cuadro 3. Composición de los bloques minerales en base a materia seca¹

| Sales minerales | Cantidad (%) |
|--------------------|--------------|
| Fosfato dicálcico | 50.0 |
| Sulfato cúprico | 0.48 |
| Óxido de manganeso | 0.0968 |
| Óxido de zinc | 0.92 |
| Yoduro de potasio | 0.0116 |
| Sulfato de cobalto | 0.0238 |
| Selenito de sodio | 0.0055 |
| Óxido de magnesio | 1.667 |
| Aglomerantes | 27.0 |
| Sal | 14.8 |
| Linaza | 5.0 |

¹ Bloque mineral: 88%

estudio, este suplemento es reemplazado por el suplemento de los tratamientos). Esta crianza reporta una producción anual de 6264 cuyes para carne y un costo total anual de S/. 40,071.20.

Con el fin de ajustar los datos con la realidad de los productores locales, en el cálculo de los costos se reemplazó la cosecha y transporte mecanizado del forraje por uno manual, determinándose un costo total anual de S/. 40,221.20. Con esta información se calcularon los costos fijos y variables, y aplicando el método de central de costos, se estimó que el costo de alimentación representa el 59.6% del costo de producción.

En cada tratamiento fue posible determinar el costo de alimentación, dado que se conocía el ICA, la proporción de alimentos en la dieta y el costo de cada alimento utilizado. El costo de producción por tratamiento se calculó con la siguiente fórmula: $CP = (CA * ICA) / (PCA / 100)$, donde CP = Costo de producción, CA = Costo de alimentación, ICA = Índice de conversión alimenticia, PCA = Porcentaje que representa el costo de alimentación del costo de producción (59.6%). Asimismo, para la estimación de la relación beneficio costo, se consideró como beneficio al precio de un kilo de peso vivo de cuy equivalente a S/. 12.00.

Cuadro 4. Efecto de la suplementación de harina de cebada y minerales sobre el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento

| Parámetros | Tratamientos ¹ | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | F | F+BM | F+BM+C | F+C | Co |
| Peso inicial (g/cuy) | 331 ^a | 333 ^a | 335 ^a | 332 ^a | 331 ^a |
| Ganancia de peso (g/cuy) | 419 ^b | 448 ^b | 536 ^a | 522 ^a | 532 ^a |
| Consumo de alimento (g/cuy) | 2386 ^b | 2509 ^b | 2743 ^a | 2794 ^a | 1611 ^c |
| Índice de conversión alimenticia | 5.7 ^a | 5.6 ^a | 5.1 ^b | 5.3 ^{ab} | 3.0 ^c |
| Edad de saca (semanas) | 11.6 ^a | 10.8 ^b | 9.7 ^c | 9.7 ^c | 9.5 ^c |

¹ F: Forraje verde (alfalfa); BM: Bloque mineral; C: Harina de cebada; Co: Concentrado integral
^{a,b,c} Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia significativa (p<0.05)

Cuadro 5. Efecto de la suplementación de harina de cebada y minerales en cuyes en crecimiento sobre los costos de producción y beneficio económico

| Parámetros económicos | Tratamientos | | | | |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | F | F+BM | F+BM+C | F+C | Co |
| Costo de producción (S/./cuy) | 5.94 ^b | 6.34 ^{ab} | 6.52 ^a | 6.02 ^b | 6.56 ^a |
| Ratio beneficio costo | 2.04 ^a | 1.90 ^{ab} | 1.82 ^b | 1.98 ^a | 1.82 ^b |

¹ F: Forraje verde (alfalfa); BM: Bloque mineral; C: Harina de cebada; Co: Concentrado integral
^{a,b,c,d} Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

Análisis Estadístico

Las variables fueron analizadas mediante análisis de varianza, incluyendo además de los contrastes del factorial (harina de cebada, bloque mineral e interacción de ambos), un cuarto contraste preplaneado entre T3 y T5. Asimismo, se aplicó el ajuste de Bonferroni para corregir la falta de ortogonalidad del contraste. El análisis se realizó utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencia estadística entre los pesos iniciales de los animales experimentales, indicando que todos los tratamientos se iniciaron con pesos similares. La respuesta de los tratamientos para las variables ganancia de peso, consumo de alimento, ICA y edad de saca mostró efectos significativos entre tratamientos ($p < 0.05$; Cuadro 4).

Consumo de Alimento

La suplementación con cebada incrementó el consumo total de alimento ($p < 0.01$; Cuadro 4). Se entiende que el consumo de alimento es inversamente proporcional a la densidad energética del insumo alimenticio (Torres *et al.*, 2006; Airahuacho, 2007); sin embargo, los resultados indican que la suplementación energética estimuló el con-

sumo hasta cubrir las necesidades energéticas del cuy en los casos donde la ración base proporcionó poca energía, lo cual se aprecia en el efecto cebada del presente estudio. Resultados con la misma tendencia fueron reportados por Espinoza y Rojas (2003). Por otro lado, cuando la ración es completa y balanceada, ocurre una disminución del consumo cuando incrementa la densidad energética del balanceado, tal como puede apreciarse con el concentrado integral.

La ausencia de efecto de los bloques minerales sugiere que no existe una deficiencia marcada de minerales, probablemente debido al alto consumo del cobayo en relación a su peso vivo, y a la absorción de minerales en forma directa y mediante la cecotrofia (Hintz, 1969), que en el cuy puede realizarse entre 150 a 200 veces al día (Johnson-Delaney, 2006). Esto permitiría cubrir los requerimientos minerales a partir de pastos como la alfalfa. La suplementación con bloque mineral tampoco ejerce un efecto directo sobre el consumo.

Ganancia de Peso

Los resultados del estudio señalan un efecto altamente significativo ($p < 0.01$) de la suplementación con cebada sobre la ganancia de peso, correspondiendo al efecto logrado en el consumo y favorecido en su digestibilidad al suministrarse como harina

(Ciprián, 2005); por otro lado, el bloque mineral no causó mejora alguna en la ganancia de peso (Cuadro 4). Los resultados señalan que el crecimiento de tejidos corporales presenta una mejor respuesta a mayores niveles energéticos en la ración. Resultados similares fueron obtenidos por Airahuacho (2007).

Ante la falta de respuesta a la adición de minerales entre F+C+BM y F+C, pero con un mayor consumo de alimento en F+C, se puede interpretar que se logra una dieta forrajera balanceada al suplementarse con energía y minerales, logrando una buena respuesta biológica, incluso comparable a la obtenida con un concentrado integral.

Conversión Alimenticia

En el caso particular de este estudio, la inclusión del concentrado integral fue con fines comparativos a fin de evaluar raciones que se aproximen al ideal ICA del balanceado integral. La harina de cebada (F+C+BM y F+C) favoreció la conversión alimenticia ($p < 0.01$, Cuadro 4). En forma similar, no se encontró una respuesta positiva del suplemento mineral sobre la conversión alimenticia (Cuadro 4).

El índice de conversión alimenticia evalúa indirectamente el uso de insumos o dietas en base a su digestibilidad, absorción y calidad de nutrientes; y los resultados permiten afirmar que la ración F+C+BM es una versión diluida del balanceado comercial (Co), si se toma en cuenta que la ganancia de peso fue similar para estos dos tratamientos.

Edad de Saca

El efecto de la suplementación con harina de cebada fue altamente significativo ($p < 0.01$), en tanto que el efecto del bloque mineral mostró, además, un efecto positivo aunque de menor significancia ($p < 0.05$, Cuadro 4). Si bien no se observó una respuesta biológica significativa del bloque mineral sobre otras variables en estudio, siempre se

apreció una ligera superioridad a favor del bloque mineral, especialmente al contrastar los tratamientos F+BM y F. Es posible que a través de una acción aditiva se haya logrado una respuesta positiva en edad de saca, lo cual es beneficioso para los productores.

Costo de Producción

Los resultados del análisis económico señalan a los tratamientos F y F+C como los de menores costos de producción (Cuadro 5). Asimismo, los tratamientos Co y F+BM+C resultaron los más costosos (Cuadro 5).

Se observó un efecto individual de la suplementación con bloque mineral ($p < 0.01$), el cual incrementa el costo de producción y por ende reduce la relación beneficio-costos, dando condiciones desfavorables para un sistema productivo. Este efecto es mayor cuando incluye la harina de cebada (F+BM+C) pues su costo de producción y relación beneficio-costos son similares a los obtenidos con el concentrado integral.

CONCLUSIONES

La suplementación con cebada a dietas forrajeras en cuyes en crecimiento mejora la respuesta en ganancia de peso, consumo, conversión alimenticia, edad de saca, costo de producción y relación beneficio costo, aunque sus indicadores económicos son similares al de dietas forrajeras sin suplementos.

LITERATURA CITADA

1. **Airahuacho F. 2007.** Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de Magíster. Lima: Univ Nacional Agraria La Molina. 85 p.

2. **Ciprián R. 2005.** Evaluación del tamaño de partícula y nivel de fibra en el concentrado para cuyes (*Cavia porcellus* L) en crecimiento. Tesis de Magíster. Lima: Univ Nacional Agraria La Molina. 74 p.
3. **Espinoza F, Rojas A. 2003.** Correlación entre consumo de alimentos e incremento de peso en cuyes de diferentes edades. En: XXVI Reunión APPA. Huancayo: Asociación Peruana de Producción Animal.
4. **Hintz H. 1969.** Effect of coprophagy on digestion and mineral excretion in the guinea pig. *J Nutr* 99: 375-378.
5. **Johnson-Delaney C. 2006.** Anatomy and physiology of the rabbit and rodent gastrointestinal system. Association of Avian Veterinarians. [Internet], [20 noviembre 2007]. Disponible en: http://www.aemv.org/documents/2006_aemv_proceedings_2.pdf
6. **Laforé M, San Martín F, Bohórquez C, Arbaiza T, Carcelén F. 1999.** Diagnóstico alimenticio y composición nutricional de los principales insumos de uso pecuario del valle del Mantaro. *Rev Inv Vet Perú* 10(2): 74-78.
7. **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. *Rev Inv Vet Perú* 24: 25-31.
8. **McDonald P, Edwards R, Greenhalgh J, Morgan C. 2006.** Nutrición animal. 6° ed. Zaragoza: Acribia. 587 p.
9. **Rico E, Rivas C. 2003.** Manual sobre el manejo de cuyes. EEUU: Benson Agriculture and Food Institute. 52 p.
10. **Sakaguchi E. 2003.** Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Anim Sci J* 74: 327-337.
11. **SAS. 2000.** SAS/STAT® User's guide (Release 8.1). Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc.
12. **Torres E, Chauca L, Vergara V. 2006.** Evaluación de dos niveles de energía y proteína en dietas de crecimiento y engorde en cuyes machos. En: XXIX Reunión Científica Anual APPA. Lima: APPA.