




Artículo de investigación científica y tecnológica

Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación

 José Antonio Sarria Bardales¹,  Jose Luis Cantaro Segura^{1*},  Jovana Luz Cayetano Robles²

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú

² Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú

* Autor de correspondencia: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento de Producción Animal. Av. La Molina s/n - La Molina. Lima, Perú. jcantaro@lamolina.edu.pe

Recibido: 06 de mayo de 2019

Aceptado: 26 de marzo de 2020

Publicado: 07 de agosto de 2020

Editor temático: William Burgos Paz (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA])

Para citar este artículo: Sarria Bardales, J. A., Cantaro Segura, J. L., & Cayetano Robles, J. L. (2020). Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), e1437. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1437

Resumen

Se evaluaron los principales parámetros técnicos de cuatro genotipos de cuyes mejorados disponibles en la actualidad y sometidos a dos sistemas de alimentación (mixto e integral) durante la etapa de crecimiento. Se utilizaron 96 cuyes machos recién destetados (15 ± 3 días) pertenecientes a los genotipos: Cieneguilla-UNALM, Perú-INIA, Cuy G-IVITA/Mantaro/UNMSM e Inkacuy-UCSS. Las dietas peletizadas y el agua fueron ofrecidos *ad libitum* durante ocho semanas, mientras que el forraje (chala) solo se suministró a los tratamientos mixtos. Se utilizó un diseño completo al azar con arreglo factorial de ocho tratamientos y tres repeticiones de cuatro animales por cada repetición, donde los factores fueron el genotipo, por una parte, y el sistema de alimentación (mixto e integral), por otra. Los resultados indican que, a nivel de genotipos, Cieneguilla, Cuy G e Inkacuy registraron mejores pesos y ganancias de peso ($p < 0,05$) que el genotipo Perú. La conversión alimenticia favoreció ($p < 0,05$) al tratamiento T2 (Cieneguilla-integral); en general, el genotipo Cieneguilla-UNALM tuvo mejor desempeño que los demás, mientras que los sistemas con y sin forraje —con excepción del consumo que fue mayor en el primero ($p < 0,05$)— tuvieron un comportamiento similar ($p > 0,05$).

Palabras clave: alimentación animal, consumo de alimentos, cuy, interacción genotipo ambiente, mejora genética

Growth of four guinea pig (*Cavia porcellus*) genotypes under two feeding systems

Abstract

The main technical parameters of four improved guinea pig genotypes currently available and subjected to two feeding systems (mixed and integral) during the growth stage were evaluated. Ninety-six newly weaned male guinea pigs (15 ± 3 days) belonging to the genotypes: Cieneguilla-UNALM, Peru-INIA, Cuy G-IVITA/Mantaro/UNMSM, and Inkacuy-UCSS were used. Pelletized diets as well as water, were offered *ad libitum* for eight weeks, while forage (maize husks) was only supplied to the mixed treatments. A completely randomized design with a factorial arrangement of eight treatments and three replicates of four animals in each was used. The factors were the genotype on the one hand, and the feeding system (mixed and integral) on the other hand. The results showed that, at the genotype level, Cieneguilla, Cuy G and Inkacuy recorded better weights and weight gains ($p < 0.05$) compared to Perú. Feed conversion favored ($p < 0.05$) the T2 treatment (Cieneguilla-integral); in general, the Cieneguilla-UNALM genotype performed better than the others; meanwhile, the systems with and without forage, except for intake that was higher in the first ($p < 0.05$), showed a similar behavior ($p > 0.05$).

Keywords: animal feed, food consumption, genetic gain, genotype environment interaction, guinea pig

Introducción

Los trabajos de mejoramiento genético en cuyes se iniciaron en Perú a inicios de la década de los 60, mediante la evaluación de germoplasmas de diferentes orígenes muestreados a nivel nacional, que se empezó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Posteriormente, hacia la mitad de dicha década e inicios de 1970, en la Estación Experimental Agropecuaria La Molina —actualmente denominado Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)— se desarrolló un programa de investigación y selección con miras a mejorar al cuy criollo y, en paralelo, se llevaron a cabo otros procesos de crianza y mejoramiento genético del cuy en diversas instituciones como la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) en Huancayo y el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, especialmente en la estación del valle del río Mantaro (Solórzano & Sarria, 2014).

El adecuado suministro de nutrientes conlleva a mejorar la producción animal; por ende, el conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permite elaborar dietas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción, especialmente correlacionado con la calidad genética de que se disponga. La alimentación tecnificada de los cuyes involucra comúnmente forraje verde y alimento concentrado; el primero es empleado como alimento de volumen, aportando agua, fibra y vitaminas; el segundo provee proteína y energía (Sarria, 2011). La evolución de los sistemas de alimentación de los cuyes trasciende desde las iniciales e históricas modalidades tradicionales con uso exclusivo de vegetales, residuos hortícolas y pastos, que se generaliza hasta finales de 1950, hasta el desarrollo de la tecnificación de su crianza, cuando se sugiere considerar la llamada alimentación mixta (forraje más concentrado), con objeto de una adecuada cobertura de los requerimientos nutricionales mediante la suplementación que brinda el concentrado, especialmente para el caso del cuy mejorado. Esta práctica persistió durante casi tres décadas en la mayoría de explotaciones técnicas comerciales y en algunas crianzas familiares, incluso empíricas, hasta finales de la década de los 90.

A partir de entonces, y ante la necesidad de reducir la dependencia de uso de forrajes —cada vez más escasos y costosos, situación muy agobiante en ciertos lugares del país donde se reducen progresivamente las fronteras agrícolas—, se fomenta el desarrollo de un nuevo sistema con exclusión total de forraje, llamado *sistema de alimentación integral*, para ser aplicado siempre y cuando la viabilidad técnica y económica lo justifique. Esta alternativa, al suprimirse los vegetales, exigía incorporar vitamina C y fibra por otras vías, lo que empezó a trabajarse al probar niveles de vitamina C como posible sustituto del forraje verde en la alimentación de cuyes. Es importante mencionar que en el Perú subsisten los tres sistemas antes mencionados, bajo diferentes condiciones y apreciaciones de los criadores (Solórzano & Sarria, 2014).

Los cuyes mejorados en la actualidad —como productores de carne— precisan una alimentación completa y bien equilibrada, lo que no se logra si se aporta únicamente forrajes. Es así como, mejorando el nivel nutricional de los cuyes, se puede intensificar su crianza, de modo que se aproveche y optimice su precocidad, prolificidad y, por derivación, su habilidad productiva y económica en general. Con cuyes mejorados mediante diferentes sistemas de alimentación suplementada se logra incrementar significativamente la ganancia de peso (Inga, 2008), siendo posible mejorar la conversión alimenticia, al proporcionarse ración balanceada integral, lo que conduce a la exclusión total de forraje. Por ello, el alimento balanceado integral cubre todos los requerimientos nutricionales sin necesidad de aporte de forraje. Este sistema además permite el aprovechamiento de insumos con alto contenido de materia seca, siendo necesario en su formulación el adecuado uso de vitamina C (Remigio, 2006). Se debe tener cuidado con su estabilidad, ya que durante el proceso de peletización las partículas de alimento son forzadas a unirse por acción de fuerza motriz, presión, calor y humedad, pero el pellet resultante permite ventajas nutricionales y económicas (Castro & Chirinos, 2008).

Diversos estudios afirman que los cuyes se clasifican en tipos y variedades. Por tipos se agrupan animales en función de aspectos del fenotipo exterior (conformación corporal, forma del pelo, color de manto, etc.). Así, Solórzano y Sarria (2014) los clasifican por la forma de pelaje: tipo 1 (pelo corto, lacio y pegado al cuerpo), tipo 2 (pelo corto con rosetas o remolinos que no siguen una misma dirección), tipo 3 (pelo largo que puede ser lacio o crespo) y tipo 4 (pelo erizado); por el número de dedos: no polidáctiles (cuatro dedos en cada pata anterior y tres dedos en cada posterior) y polidáctiles (con más de cuatro dedos en cada pata anterior; y más de tres dedos en las posteriores); por el color de los ojos: negros y rojos; por coloración del pelaje: claros (blanco, bayo, marrón) y oscuros (negro, plomo, marrón barredado).

Por otra parte, el concepto de variedad congrega a los cuyes en función de características productivas, existiendo básicamente los cuyes mejorados y los no mejorados, eventual e impropriamente llamados criollos o nativos. En ciertos casos, los cuyes mejorados pueden ser considerados como genotipos o grupos prerraciales, lo que va a depender del avance y continuidad de su selección mediante registros y del nivel de cumplimiento de requisitos y mínimos protocolos aparentes. La conceptualización de raza implica una mayor exigencia en el desarrollo y demostración de dichos protocolos, siendo un término que se viene usando de manera muy generalizada e impropia por todo el país (J. Sarria, comunicación personal, 22 de noviembre de 2018).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento productivo de cuatro genotipos de cuyes mejorados provenientes de cuatro reconocidas instituciones dedicadas a la producción de cuyes, sometidos a dos sistemas de alimentación —con y sin forraje— durante la etapa de crecimiento.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del galpón de cuyes del Laboratorio de Animales Menores, del Programa de Investigación y Proyección Social en Animales Menores (PIPSAM) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicada en el distrito de La Molina, provincia y departamento de Lima, siendo la temperatura media de 20 °C, con mínimos de 15 °C y máximos de 25 °C. Los alimentos balanceados utilizados en el experimento fueron producidos en la Planta de Alimentos, del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la UNALM.

Se utilizaron 96 cuyes mejorados machos (24 animales por genotipo), destetados de 15 ± 3 días de edad. Se evaluaron ocho tratamientos o combinaciones resultantes de los dos sistemas de alimentación en la etapa de crecimiento (mixto e integral) y los cuatro genotipos de cuyes (Cieneguilla-UNALM, Perú-INIA, Cuy G-IVITA/Mantaro e Inkacuy de la Universidad Católica Sedes Sapientiae [UCSS]). El rendimiento comparativo fue estudiado a través de la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa de los tratamientos.

Los animales fueron identificados con aretes de aluminio numerados y se distribuyeron al azar dentro de los ocho tratamientos, conformándose cada uno de ellos por tres repeticiones de cuatro animales por repetición. Una semana antes de recibir los animales se acondicionaron las jaulas de crianza siendo limpiadas eficientemente para, posteriormente, desinfectarlas mediante fumigación con un insecticida fosforado de baja toxicidad y con aplicación final de lanzallamas. Los cuyes destetados a los 15 días de edad llegaron al lugar del experimento, para empezar el periodo pre-experimental, que tuvo una duración de 15 días, tiempo en el que los animales fueron acostumbrados a las nuevas condiciones de instalación, manejo y alimentación, después de lo cual comenzó el periodo experimental.

El alimento peletizado fue ofrecido en comederos, tipo pocillos de arcilla de 500 g de capacidad. El horario de suministro diario de los alimentos balanceados (que fue *ad libitum*) se efectuó a las 8:30 a. m. Se suministró agua fresca y limpia diariamente en pocillos de arcilla de medio litro de capacidad colocados en las jaulas de todos los tratamientos; la limpieza de los materiales y equipos se realizó diariamente. Los residuos del concentrado, tanto mixto como integral, se pesaron semanalmente, mientras que los del forraje de manera diaria, para evitar la pérdida de humedad. Para complementar la alimentación mixta se brindó el forraje verde, chala fresca de maíz, de la variedad Marginal 28, sembrada en línea y cosechada en estado de inicio de floración, proveniente del Programa de Hortalizas de la UNALM. Dicho forraje se suministró diariamente por las mañanas, a las 9:30 a. m., a todos los tratamientos que les correspondía, a razón del 20 % del peso vivo promedio de los animales, según el registro de peso de cada semana, al considerarse esta cantidad como suficiente para cubrir sus requerimientos de vitamina C (Rivas, 1995). En esta investigación se usó como alimento balanceado convencional el concentrado comercial llamado Mixto de la UNALM, más chala forrajera y agua.

En la tabla 1 se muestran las características nutricionales de los dos tipos de alimento concentrado. Los análisis químicos para el concentrado y el forraje se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria de La Molina. En la tabla 2 se muestra el resumen de los nutrientes determinados en los diversos alimentos.

Tabla 1. Valor nutricional de los alimentos balanceados peletizados convencional (mixto) e integral para cuyes en crecimiento

Nutrientes / Alimentos	Convencional	Integral
Energía digestible, Mcal/kg (mín.)	2,80	2,80
Proteína (% mín.)	18,00	18,00
Fibra (% mín.)	8,00	8,00
Calcio (% máx.)	0,80	0,80
Fósforo total (% mín.)	0,80	0,80
Sodio (% mín.)	0,20	0,20
Lisina (% mín.)	0,84	0,84
Met - cist (% mín.)	0,60	0,60
Arginina (% mín.)	1,20	1,20
Treonina (% mín.)	0,60	0,60
Triptófano (% mín.)	0,18	0,18
Ácido ascórbico mg/100 g	--	20,00
Características físicas		
Diámetro pellet (mm)	4,50	4,50
Longitud pellet (mm)	12,00	12,00
Humedad (%)	10,00	10,00

Fuente: Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, UNALM

Tabla 2. Análisis proximal de los alimentos y chala forrajera (base fresca)

Análisis	Convencional UNALM	Integral UNALM	Chala Forrajera
Humedad (%)	13,09	14,63	81,48
Proteína total (N × 6,25) (%)	18,97	19,11	1,31
Grasa (%)	4,72	4,26	0,35
Fibra cruda (%)	8,59	10,66	7,00
Ceniza (%)	7,33	7,01	2,04
ELN (%)	47,30	44,33	7,81

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA-UNALM)

Dentro de un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, se aplicó un arreglo factorial 4×2 (cuatro genotipos \times dos sistemas de alimentación). El tamaño de la unidad experimental estuvo conformado por cuatro animales para establecer las diferencias entre medias de los tratamientos mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$); además, las variables bajo estudio fueron peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y rendimiento de carcasa.

Resultados y discusión

El incremento de peso es una variable que depende principalmente de la genética del animal y de la alimentación recibida, tal como se evidenció en el presente estudio. En la tabla 3, los valores denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos (T1 al T8), así como por efecto de los genotipos Cieneguilla (T1 y T2), Perú (T3 y T4), Cuy G (T5 y T6) e Inkacuy (T7 y T8) en el peso vivo final, ganancia total y ganancia diaria. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para el efecto del sistema de alimentación. El incremento de peso de los animales presumiblemente se vio afectado por el grado de heterosis de cada variedad, conducente a un determinado nivel de vigor híbrido presente en una población de animales, tal como lo afirma Benito (2008), quien menciona que esta condición guarda relación directa con la variabilidad genética de los progenitores, siendo solo deseable en los cruces terminales. La presencia de un alto grado de genes menos homocigotas en el genotipo Cieneguilla-UNALM es probablemente responsable de estos resultados si se considera que dicha variedad proviene del cruzamiento de varios genotipos, desde la incorporación de la granja de Cieneguilla a la Universidad Nacional Agraria La Molina; no obstante, la carencia de registros genealógicos impide explicar con más precisión si la diferencia estadística observada en referencia al incremento de peso entre los genotipos, se deba exclusivamente a este factor (Sarria, 2011).

Tabla 3. Peso vivo inicial y final, consumo total y conversión alimenticia según tratamientos, genotipos y sistemas de alimentación

Tratamientos	Genotipos	Sistemas de alimentación	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Consumo total (g) MS	Conversión alimenticia
T1	Cieneguilla	Mixto	365,78 ^a	1.171,23 ^a	4.530,14 ^b	5,64 ^b
T2	Cieneguilla	Integral	365,70 ^a	1.160,37 ^{ab}	3.825,57 ^d	4,82 ^c
T3	Perú	Mixto	354,37 ^a	1.047,83 ^{cd}	4.518,04 ^b	6,52 ^a
T4	Perú	Integral	362,10 ^a	1.034,60 ^d	3.740,91 ^d	5,57 ^b
T5	Cuy G	Mixto	365,77 ^a	1.145,77 ^{ab}	4.823,65 ^a	6,19 ^a
T6	Cuy G	Integral	365,70 ^a	1.119,53 ^{abc}	4.018,79 ^c	5,34 ^b
T7	Inkacuy	Mixto	367,37 ^a	1.151,43 ^{ab}	4.912,83 ^a	6,27 ^a
T8	Inkacuy	Integral	368,00 ^a	1.089,67 ^{bcd}	4.051,66 ^c	5,63 ^b
Genotipos	Cieneguilla		365,73 ^a	1.165,80 ^a	4.177,86 ^b	5,23 ^b
	Perú		358,23 ^a	1.041,22 ^b	4.129,47 ^b	6,05 ^a
	Cuy G		365,73 ^a	1.132,65 ^a	4.421,22 ^a	5,77 ^a
	Inkacuy		367,68 ^a	1.120,55 ^a	4.482,25 ^a	5,95 ^a
Sistemas de alimentación	Mixto		363,32 ^a	1.129,07 ^a	4.696,16 ^a	6,16 ^a
	Integral		365,38 ^a	1.101,04 ^a	3.909,24 ^b	5,34 ^b

Nota: a, b, c, d, letras diferentes indican que existe diferencia estadística ($p < 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Camino (2011) evaluó dos de estos genotipos con dos sistemas de alimentación (con y sin forraje), y observó ganancias de 15,6 g/animal/día para cuyes del genotipo Cieneguilla-UNALM y 14,0 g/animal/día

para el denominado genotipo Perú del INIA. Por su parte, Vargas (2014) evaluó tres sistemas de alimentación en granjas de escala comercial y encontró ganancias diarias de 12,36 g/animal/día para el tratamiento de Cieneguilla-UNALM, a diferencia de una variedad comercial privada, llamada *Allin Perú*, que solo alcanzó 11,94 g/animal/día, datos inferiores a los obtenidos en nuestra investigación en el caso de la variedad Cieneguilla-UNALM, aunque similares a los demás genotipos como son Perú, Cuy G e Inkacuy.

En la tabla 3, la prueba de Duncan reveló que el efecto aislado del genotipo muestra que los genotipos Cieneguilla, Cuy G e Inkacuy lograron valores de peso y ganancias de peso estadísticamente iguales, pero superiores al genotipo Perú. Trabajos sobre sistemas de alimentación, como el que realizó Garibay (2009), no encontraron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre programas de alimentación mixto para cuyes en engorde, con incrementos de peso promedio acumulado diario de 13,1, 13,5 y 14,8 g/animal con aporte de forraje (rastrojo de brócoli).

En sistemas integrales existen algunos resultados contradictorios sobre ganancia de peso total y diaria. Los resultados obtenidos por Beller (2010), cuyos incrementos fueron de 11,75, 9,88, y 12,12 g/día, para cuyes machos en crecimiento, reportan para el tratamiento integral los más bajos rendimientos ($p < 0,01$). Por otra parte, Tenorio (2007) evaluó programas de alimentación con exclusión de forraje, donde logró ganancias diarias de 12,96, 13,39 y 14,06 g/animal, usando alimentos comerciales del mismo origen que los nuestros. En la presente investigación, el efecto aislado del sistema de alimentación no presentó diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre el sistema mixto y el integral, lo que es concordante con Villafranca (2003), quien observó a las siete semanas de evaluación ganancias diarias de peso en un rango de 12,9 a 13,3 g/animal/día, valores muy similares a los logrados en nuestro experimento, que en promedio fueron para el sistema integral 13,14 g/animal/día y 13,68 g/animal/día para el sistema mixto.

Camino (2011), independientemente de los genotipos que empleó, también evaluó concentrado más forraje verde (sistema mixto) en comparación con el sistema de exclusión de forraje verde (sistema integral), sin encontrar diferencias estadísticas ($p > 0,05$) en peso final, ganancia de peso total y ganancia diaria entre ambos. En dicho trabajo, las correspondientes ganancias diarias de peso fueron en promedio de 14,9 gramos por animal en la dieta con forraje y balanceado (mixto) y 14,6 g/animal/día cuando se usó solo balanceado (integral). Al respecto, se debe indicar que el estudio en referencia se inició con animales de tres semanas (20 a 21 días y sobre los 300 g de peso vivo), prolongándose el crecimiento por nueve semanas adicionales, a diferencia de la presente investigación que fue durante ocho semanas y comenzó con animales de 14 días de edad.

El consumo total de alimento se presenta en la tabla 3, junto con valores referidos a tratamientos, genotipos y los sistemas de alimentación. Con respecto al efecto aislado del genotipo, sin considerar los sistemas de alimentación, los menores consumos ($p < 0,05$) fueron de los genotipos Perú y Cieneguilla; los mayores, para Inkacuy y Cuy G. El efecto del sistema de alimentación mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) en el consumo de materia seca total entre ambas alternativas, siendo menor en la modalidad integral durante las ocho semanas de evaluación. La expresión diaria fue 69,80 g/animal/día para el sistema integral, y 83,87 g/animal/día para el sistema mixto. Estos promedios fueron mayores a los reportados por Camino (2011), quien no encontró diferencias significativas en el consumo total de materia seca, pues obtuvo para el genotipo Perú un consumo total de 3.035,1 g (48,2 g/día) que fue similar ($p > 0,05$) al observado con el genotipo Cieneguilla-UNALM con 3.087,1 g (49,0 g/día), valores que —como se aprecia— están por debajo de los datos consignados en la presente investigación.

Los promedios encontrados en este estudio en cuanto al consumo de alimento en base seca también son superiores a los encontrados por Vargas (2014), quien reportó un consumo total de alimento en base seca de 2,91 kg para ambos sistemas en el transcurso de ocho semanas. Tenorio (2007), al evaluar durante diez semanas tres programas de alimentación con exclusión de forraje, reportó consumos totales de alimento balanceado peletizado en materia seca de 5,07, 4,91 y 5,22 kg, lo que significa un promedio de alrededor de 72 g/animal/día, sin diferencia significativa entre tratamientos, valor cercano a lo logrado en nuestro experimento. Todos los animales tuvieron la misma oportunidad para transformar los nutrientes ofrecidos en crecimiento óseo y en masa muscular; sin embargo, no hubo correspondencia recíproca exacta entre los consumos y los incrementos logrados, tal como se discute en la conversión alimenticia.

Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) en la conversión alimenticia, influenciada por los tratamientos, genotipos y sistemas de alimentación (tabla 3). En cuanto a los tratamientos, se observa que el genotipo Cieneguilla-UNALM tuvo la mejor *performance* productiva (4,82) para el sistema de alimentación integral. El promedio de todos los demás tratamientos alcanza una conversión alimenticia de 5,92. No obstante, estos valores son genéricamente más ineficientes a lo reportado por otros autores como Chauca et al. (2005), quienes para el genotipo Perú calculan un promedio de 3,03, diferencia que podría atribuirse a los tiempos empleados y otros factores alimenticios o ambientales usados en cada caso y momento. Similarmente, Camino (2011) reporta diferencias significativas entre los genotipos Perú y Cieneguilla-UNALM en nueve semanas de evaluación, con ventaja para el genotipo Cieneguilla-UNALM que obtiene una conversión alimenticia de 3,13, muy superior ($p < 0,05$) a la registrada por el genotipo Perú que registra 4,42 en dicho experimento. En este mismo sentido, Vargas (2014) encontró resultados de conversión alimenticia con buen desempeño productivo (3,78 y 3,99). Por otro lado, a diferencia de nuestra investigación en relación con los sistemas alimenticios, Camino (2011) no evidenció diferencias significativas, con una alimentación a base de concentrado y forraje verde que registró una conversión alimenticia acumulada de 3,35, similar ($p > 0,05$) a la observada con la dieta de solo alimento balanceado, con 3,20.

Benito (2008) encontró diferencias altamente significativas en la conversión alimenticia en los tratamientos que probó (sistemas integrales) con valores entre 3,1 y 3,3 versus el testigo (alimentación mixta) que tuvo la peor *performance* con 3,6. Se puede observar que estos valores de conversión alimenticia fueron genéricamente más eficientes que los de nuestros tratamientos, lo que se origina en el menor consumo de alimento y la mayor ganancia de peso promedio registrada en dicha investigación.

Finalmente, se debe indicar que el efecto aislado de los sistemas de alimentación y los genotipos empleados, considerados en el modelo estadístico de la presente investigación, determinaron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en ambos contextos, tal como se muestra en la tabla 3, donde hay un valor superior en el efecto de genotipo a favor de la variedad Cieneguilla (5,23), así como en el sistema integral (5,34 vs. 6,16).

Todo esto está relacionado con el hecho de que el genotipo de Cieneguilla-UNALM muestra valores más eficientes que los demás genotipos, con una alta ganancia de peso de 816,67 g y 798,03 g, y consumos de materia seca de 4.530,14 g y 3.825,57 g para la alimentación mixta e integral, respectivamente. Luego está el genotipo Cuy G-integral con 753,83 g de incremento y 4.018,79 g de consumo de materia seca. Después se encuentra el genotipo Inkacuy-Integral que alcanzó una ganancia de peso de 721,67 g con un consumo de materia seca de 4051,66 g. Por último, aparece el genotipo Perú-integral que registra datos de 672,50 g en ganancia de peso para un consumo de materia seca de 3.740,21 g.

La tabla 4 muestra las diferencias significativas ($p < 0,05$) para el peso vivo al beneficio, peso de carcasa y el rendimiento de carcasa en porcentaje. Los promedios representan los indicadores logrados por efecto de los tratamientos, genotipo y sistema de alimentación, durante los 56 días de evaluación. Así, por efecto del genotipo, se observaron principalmente diferencias numéricas, destacando el promedio del Cuy G con 75,04 % de rendimiento de carcasa, aunque el único genotipo que fue estadísticamente inferior ($p > 0,05$) al Cuy G fue Inkacuy. Finalmente, en cuanto al peso y el rendimiento de carcasa se comprobó que no existen diferencias estadísticas por efecto aislado del tipo o sistema alimenticio, en cuanto a peso de carcasa ni en el rendimiento de carcasa. El rendimiento de carcasa está influenciado por el grado de cruzamiento, lo que en esta situación no se evidenció probablemente debido al grado de especialización que poseen todos los genotipos usados en este experimento. Del mismo modo, es necesario indicar que las carcasas de todos los tratamientos no presentaron ninguna característica anormal que limite, retrase o prohíba su comercialización y consumo; tampoco se observó presencia de grasa acumulada en los órganos nobles (hígado, riñón), lo que podría deberse al corto periodo de evaluación, tiempo que fue suficiente para obtener pesos comerciales.

Se observaron pesos vivos finales promedio posayuno de 1.089,83 g con la alimentación de balanceado integral, y 1.095,17 g con el alimento mixto más forraje. Valores similares a lo reportado en este estudio fueron encontrados por Garibay (2009), quien no halló diferencias estadísticas en rendimiento de carcasa entre los programas de alimentación que probó, variando entre 68,66 % y 71,44 %, similares a los de Tenorio (2007) que, sin mostrar diferencias significativas entre programas de alimentación, alcanzó promedios de 68,6 %, 68,8 % y 71,0 % en sus tratamientos. Esta tendencia es parecida a la observada por Inga (2008), quien reportó un rendimiento de carcasa de 72,78 % para el tratamiento testigo a base de concentrado más forraje verde (sistema mixto), y 70,75 % en su tratamiento exclusivamente a base de concentrado (sistema integral). Por otro lado, Camino (2011) reporta datos de rendimiento de carcasa para el genotipo Perú de 72,4 %, y de 73,3 % para el genotipo Cieneguilla-UNALM, semejante a lo encontrado en nuestra investigación, ya que utilizamos cuyes de estos mismos genotipos, obteniendo con la variedad Cieneguilla-UNALM 73,68 % y con el genotipo Perú- INIA 71,90 %, alimentados con los dos sistemas de alimentación (integral y mixto).

En el presente trabajo no se registró ningún animal con signos de enfermedad o afectación, ni tampoco se produjo la muerte de ninguno de los ejemplares del total de los animales experimentales utilizados. Esto probablemente se debe a las condiciones controladas y óptimas que se mantuvo en el manejo y atención del plantel bajo investigación, durante el desarrollo del experimento.

Tabla 4. Pesos y rendimiento de carcasa según tratamientos, genotipo y sistema de alimentación

Tratamientos	Genotipos	Sistemas de Alimentación	Peso vivo promedio * (g)	Peso vivo promedio ** (g)	Peso de carcasa *** (g)	Rendimiento de carcasa **** (%)
T1	Cieneguilla	Mixto	1.084,33 ^{ab}	1.065,00 ^b	785,61 ^{abc}	73,75 ^{ab}
T2	Cieneguilla	Integral	1.155,00 ^{ab}	1.139,00 ^{ab}	838,38 ^{ab}	73,60 ^{ab}
T3	Perú	Mixto	1.047,33 ^b	1.025,67 ^b	729,38 ^c	71,09 ^{ab}
T4	Perú	Integral	1.062,00 ^b	1.046,67 ^b	760,38 ^{bc}	72,70 ^{ab}
T5	Cuy G	Mixto	1.109,00 ^{ab}	1.090,33 ^{ab}	823,71 ^{abc}	75,59 ^a
T6	Cuy G	Integral	1.091,00 ^{ab}	1.074,00 ^{ab}	799,71 ^{abc}	74,47 ^a
T7	Inkacuy	Mixto	1.195,00 ^a	1.178,33 ^a	865,71 ^a	73,38 ^{ab}
T8	Inkacuy	Integral	1.138,33 ^{ab}	1.121,00 ^{ab}	767,04 ^{abc}	68,49 ^b
Genotipos	Cieneguilla		1.153,00 ^{ab}	1.102,00 ^{ab}	812,00 ^a	73,68 ^{ab}
	Perú		1.054,67 ^b	1.036,17 ^b	744,83 ^b	71,90 ^{ab}
	Cuy G		1.100,00 ^{ab}	1.082,17 ^{ab}	811,67 ^a	75,04 ^a
	Inkacuy		1.166,67 ^a	1.149,67 ^a	816,33 ^a	70,94 ^b
Sistemas de Alimentación	Mixto		1.108,92 ^a	1.095,17 ^a	801,08 ^a	73,45 ^a
	Integral		1.111,58 ^a	1.089,83 ^a	791,33 ^a	72,32 ^a

Nota: a, b, c, letras diferentes indican que existe diferencia estadística ($p < 0,05$); * Peso vivo promedio sin ayuno; ** Peso vivo promedio con 12 horas de ayuno; *** La carcasa incluye la estructura ósea y muscular del cuerpo más la piel, cabeza, patitas y órganos nobles (corazón, pulmones, hígado y riñones); **** Rendimiento de carcasa con ayuno.

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

En relación con el peso final y ganancias de peso, se evidenció que las mejores *performances* se registraron en los genotipos Cieneguilla, Cuy G e Inkacuy, superando al genotipo Perú, mientras que, por efecto aislado de sistemas de alimentación, ambas alternativas registraron iguales resultados.

En cuanto al consumo de alimento en materia seca total, el análisis aislado de genotipos determinó mayores consumos ($p < 0,05$) para Cuy G e Inkacuy que para Cieneguilla y Perú. En lo que respecta a sistemas de alimentación, hubo menor consumo de materia seca ($p < 0,05$) en el sistema integral que en el sistema mixto.

La conversión alimenticia fue superior en el tratamiento T2 (Cieneguilla-integral). El análisis por efecto aislado de los genotipos también favoreció a Cieneguilla ($p < 0,05$), mientras que los genotipos Cuy G, Inkacuy y Perú dieron igual resultado, en ese orden de eficiencia numérica.

El rendimiento de carcasa entre tratamientos fue igual, con excepción del T8 (Inkacuy- integral) que tuvo el menor valor. En el análisis del efecto aislado del genotipo se mantuvo la misma tendencia; no obstante, para el efecto de los sistemas de alimentación no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en este parámetro.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a las siguientes instituciones peruanas: Programa de Investigación y Proyección Social en Animales Menores (PIPSAM) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM); Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA-Mantaro) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Instituto Nacional de Innovación Agraria (sede Donoso) y a la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS), por su apoyo durante el proceso investigativo. A.J. Sarria (Profesor Principal de Animales Menores, Departamento de Producción Animal, Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú) por proveer información sobre la producción de cuyes en el Perú, así como a los revisores y editores de la revista por sus comentarios y aportes, que ayudaron a mejorar el presente trabajo.

Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento, están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

Referencias

- Beller, C. (2010). *Determinación del momento óptimo de beneficio en cuyes machos y hembras alimentados con tres raciones*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Benito, L. (2008). *Evaluación de la suplementación de vitamina C estabilizada en dietas peletizadas de inicio y crecimiento en cuyes mejorados (Cavia porcellus)* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Camino, D. (2011). *Evaluación de dos genotipos de cuyes (Cavia porcellus) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde* [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Castro, J., & Chirinos, D. (2008). *Manual de formulación de raciones balanceadas para animales*. Concytec.
- Chauca, L., Muscari, J., & Higaona, R. (2005). *Informe Final Subproyecto Generación de líneas mejoradas de cuyes de alta productividad*. INIA-INCAGRO.
- Garibay, Y. (2009). *Evaluación de tres programas de alimentación mixta en el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento (Cavia porcellus)* [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Inga, R. (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 grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Remigio, R. (2006). *Evaluación de tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en dietas de crecimiento para cuyes (Cavia porcellus L.) mejorados* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Rivas, D. (1995). *Prueba de crecimiento en cuyes (Cavia porcellus) con restricción en el suministro de forraje* [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

-
- Sarria, J. (2011). *El cuy. Crianza tecnificada. Manual técnico en cuyicultura N.º 1. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. La Molina*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Solórzano, J., & Sarria, J. (2014). *Crianza, producción y comercialización de cuyes*. Editorial Macro.
- Tenorio, A. (2007). *Evaluación de programas de alimentación integral sobre el comportamiento productivo de cuyes* [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vargas, E. (2014). *Evaluación técnica económica de tres sistemas de alimentación en el crecimiento de cuyes de granjas comerciales* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Villafranca, A. (2003). *Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes (Cavia porcellus) en crecimiento y engorde* [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.