

MOMENTO ÓPTIMO DE SACRIFICIO COMERCIAL DE CUYES (*Cavia porcellus*) CRIADOS BAJO DISTINTOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

OPTIMAL SLAUGHTER MOMENT FOR GUINEA PIG (*Cavia porcellus*) REARED UNDER DIFFERENT FEED SYSTEMS

Flores LM¹, Moscoso JE¹, Camero J¹, Angulo-Tisoc J², Jeri Jc³, Del Solar JM⁴

¹Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Zootecnia, Perú

²Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Cusco, Facultad de Medicina Veterinaria, Centro de Investigaciones IVITA, sede Maranganí, Perú

³Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Agricultura e Biodiversidade, Brasil

⁴Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Brasil

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue determinar el momento óptimo de sacrificio comercial (MOSC) de cuyes (*Cavia porcellus*) criados de forma semi-intensiva bajo tres sistemas de alimentación. El estudio se realizó en el departamento de Cusco-Perú (Lat: 13°33'06.9" Sur.; Lon: 71°53'01.2" Oeste). Fueron utilizados 96 cuyes de la línea genética Perú machos, destetados a los 14 días en que fueron distribuidos aleatoriamente en cada sistema de alimentación (SA). El SA1 utilizó en su dieta 100% de alfalfa (*Medicago sativa*), SA2 fue utilizada alimentación mixta con alfalfa (*Medicago sativa*) (50%) y alimento balanceado comercial (50%), finalmente el SA3 utilizó 100% de alimento balanceado comercial en su dieta. Fueron estudiados el consumo de dieta (CD), ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA). Fue encontrado que el SA2 demostró valores superiores ($p < 0,05$) para CD y GP, en cambio la CA del SA3 fue superior ($p < 0,05$) que los otros. El MOSC para SA1 fue en 9, SA2 en 10 y SA3 en 13 semanas, con pesos vivos de $784,91 \pm 13,66$, $1192,63 \pm 13,66$ y $1028,59 \pm 13,66$, respectivamente; donde SA2 mostró superioridad ($p < 0,05$). El mérito económico de Sa2 determinó que, además de promover mejor retorno financiero, puede generar más ciclos de producción por año.

Palabras clave: Producción de cuyes, regresión cuadrática, monogástrico, mérito económico, dietas comerciales.

ABSTRACT. The present study aimed to determine the optimal moment of commercial slaughter (OMCS) of guinea pigs (*Cavia porcellus*) reared in a semi-intensive system under three feeding systems. The study was conducted in the department of Cusco-Peru (Lat: 13 ° 33'06.9 "South, Lon: 71 ° 53'01.2" West). 96 male guinea pigs of Peru genetic line were used, all weaned at 14 days in which they were randomly distributed to each feeding system (FS). FS1 used 100% alfalfa (*Medicago sativa*), FS2 used alfalfa (*Medicago sativa*) (50%) and commercial feed (50%), finally the FS3 used 100% commercial feed in its diet. Diet consumption (DC), weight gain (WG), feed conversion (FC) were analysed. SA2 showed higher values ($p < 0.05$) for DC and WG, whereas the FS3 FC was higher ($p < 0.05$) than the others FS. The OMCS for FS1 was at 9, FS2 at 10 and FS3 at 13 weeks, with live weights of 784.91 ± 13.66 ; 1192.63 ± 13.66 and 1028.59 ± 13.66 , where or FS2 showed superiority ($p < 0.05$). The economic merit for FS2 determined that, in addition to promoting better financial return, can generate more production cycles per year.

Keywords: Cuyes production, quadratic regression, monogastric, economic merit, commercial diets.

doi: 10.18004/compend.cienc.vet.2018.08.01.07-15

Dirección para correspondencia: Ph.D. Ing. Zoot. Jonatan Mikhail Del Solar Velarde - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Bahia - Avenida Adhemar de Barros s/n - Campus Universitario - Salvador - Bahia - Brasil
E-Mail: delsolarvelarde@gmail.com

Recibido: 22 de febrero de 2018/ **Aceptado:** 09 de mayo de 2018

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) fue criado en cautiverio desde la época precolombina y es una fuente importante de proteína para el poblador andino. Esta actividad pecuaria es de interés económico en la región alto-andina, costa y selva en América del sur (1,2). Además, se conoce que esta especie posee propiedades anti-cancerígenas debido a la enzima L-asparaginasa presente en su sangre, lo cual promueve su producción comercial (3,4). Esta cultura se realiza mayormente de forma tradicional (5) aprovechando residuos de cosecha y algunos forrajes disponibles en la región. En consecuencia de esto son observados bajos índices productivos y reproductivos (6), características que están influenciadas por factores ambientales (7) y genéticos (8,9). Estos factores tienen influencia especialmente sobre características de peso, crecimiento, calidad de carcasa y valor nutritivo (10).

En la producción comercial de carne, el crecimiento representa el aumento en tamaño del individuo como consecuencia de la multiplicación, incremento en dimensión, regeneración e interconversión celulares; así como la incorporación de componentes específicos en los tejidos (11, 12). Luego, el desenvolvimiento ponderal es la modificación de la conformación del cuerpo del animal conforme sus funciones fisiológicas consigan autonomía completa (13). De modo práctico, el crecimiento es uno de los componentes responsables del éxito productivo de la granja; por lo tanto, existe necesidad de producir carne con individuos de mayor velocidad de crecimiento. Esto puede ser obtenido con un adecuado sistema de alimentación.

Los sistemas de alimentación están constituidos por diferentes fuentes nutritivas de acuerdo al sistema de producción de carne. Estos proporcionan cantidades adecuadas de nutrientes para mantener la productividad del de éste. En granjas comerciales de Cuy, el sistema de alimentación puede variar desde el uso de productos comerciales especializados, hasta el empleo de forraje verde, principalmente alfalfa, o la combinación de ambas.

Con la necesidad de mejorar la producción y productividad de la carne de cuy, es preciso evaluar

alternativas económicas en función del sistema de alimentación que beneficie al productor (14). De la misma forma (15), destacan que monitorear y encontrar el tiempo adecuado para el sacrificio de los animales, en función de su crecimiento y del costo del alimento, es relevante; ya que estos factores influyen directamente al sistema productivo siendo, no solo en la producción comercial de carne de cuy, dificultades que actualmente enfrenta el productor. Cuando este es encontrado, la eficiencia biológica y económica del sistema se incrementan optimizando el retorno monetario. Investigaciones anteriores han demostrado que mediante el análisis del desenvolvimiento del animal en función de su peso vivo, es posible establecer la edad ideal de sacrificio (16,17).

Particularmente, modelar matemáticamente estas informaciones estudiando la edad óptima de sacrificio depende no solo del peso vivo del animal, sino también del mercado. Estos aspectos conciernen a la precocidad del individuo para ser sacrificado y comercializado siendo que, al mismo tiempo, pueden ser controlados mediante la aplicación de un determinado sistema de alimentación (18). En este contexto, el presente trabajo busca determinar el momento óptimo de sacrificio comercial en cuyes criados en sistema semi-intensivo bajo tres sistemas de alimentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en una granja comercial de cuyes, ubicada en el distrito de San Sebastián, Provincia del departamento del Cusco a una altitud de 3.110 m.s.n.m. (Latitud: 13°33'06.9"Sur; Longitud: 71°53'01.2" Oeste). Con una temperatura anual media que oscila entre 5°C y 18°C. El estudio tuvo una duración de 15 semanas.

Fueron utilizados 96 cuyes de la línea genética Perú, machos, recién nacidos con peso entre 95 y 110 gr provenientes de partos dobles y triples de hembras primíparas y múltiparas, las cuales fueron fertilizadas en empadre continuo y tomando en cuenta la relación de 8:1. Estas hembras fueron distribuidas en 12 cubículos experimentales, construidos a base de madera y malla metálica con medidas de 1,50 x 1,00 x 0,40 m. Cada cubículo fue higienizado con una solución de hipoclorito de sodio (4%) una semana antes de colocar a los cuyes. Finalmente fue colocada una cama de viruta de madera en cada cubículo experimental para mayor confort térmico.

El cobertizo fue construido en 50 m² considerando criterios técnicos de bienestar animal, lo cual permitió controlar corrientes de aire, calor y humedad excesiva. Esta construcción de adobe y techo de teja de cerámica intercalado con planchas onduladas de polipropileno traslucido, fue adecuada para mejorar la iluminación diurna; en el caso de la iluminación nocturna, fue instalado un sistema de iluminación artificial; ambos permitieron el manejo adecuado de los animales durante la fase experimental. Se colocaron ventanas de malla, las cuales permitieron regular la temperatura y ventilación del cobertizo. Tanto la temperatura y humedad del galpón fueron controladas mediante termohigrómetro digital.

El destete de los cuyes ocurrió a los 14 días de edad, momento en que fueron distribuidos al azar en cada uno de los sistemas de alimentación (SA) diseñados para esta investigación. Fueron considerados tres SA de acuerdo al nivel de inclusión de alimento balanceado comercial en la dieta, expresado en materia seca (MS). El SA1 utilizó en su dieta 100% de alfalfa verde (*Medicago sativa*) y oreada, ofrecida ad-libitum durante todo el experimento; para el SA2 fue utilizada alimentación mixta con alfalfa (*Medicago sativa*) (50%), a razón del 15% del peso vivo (PV) del cuy, y alimento balanceado comercial (50%). Finalmente el SA3, conocido también como alimentación integral, utilizó 100% de alimento balanceado comercial en su dieta. Los tres SA fueron diseñados considerando las recomendaciones de la NRC. El análisis químico proximal de las tres dietas experimentales, fue realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal (LNA) del Departamento Académico de Producción Animal de la Facultad de Zootecnia, de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC - Perú. Para este propósito, fueron enviadas muestras de 100 gr de dieta por SA (Tabla 1).

El consumo de la dieta (CD) fue registrado cada 24 horas, durante 10 semanas, en cada cubículo experimental colectando datos de alimento ofrecido (gr) y alimento residual (gr) para estimar el consumo semanal. La ganancia de peso (GP) (gr) fue registrada, en control semanal, de forma individual y en ayunas a las 8:00 a.m. con el auxilio de balanza digital. La conversión alimenticia (CA) es el parámetro que indica la cantidad de alimento requerido, el cual fue expresado en materia seca (MS), para producir un kilogramo de PV mediante la siguiente relación: $CA = CD/GP$.

Tabla 1. Composición porcentual de los insumos y nutricional de las dietas experimentales, expresadas en MS, ofrecidas a cuyes (*Cavia porcellus*) criados bajo tres sistemas de alimentación (SA).

Insumos (%)	SA1	SA2	SA3
Alfalfa	100	-	-
Maíz grano amarillo	-	6.10	8.00
Torta de soya	-	12.00	8.00
Afrecho de trigo	-	69.20	2.00
Polvillo de arroz	-	10.00	65.00
Carbonato de Calcio	-	1.900	4.00
Sal	-	0.350	11.00
DL -Metionina	-	0.060	2.40
Lisina	-	0.050	0.06
Bicarbonato de sodio	-	0.100	0.05
Kustompack	-	0.10	0.12
Coccimix	-	0.05	0.10
Aflavan	-	0.100	0.10
Phyzyme	-	0.02	0.05
Cloruro de colina	-	0.10	0.10
Nutrientes¹			
MS (%)	22.50	80.312	89.691
P (%)	2.65	17.703	17.403
EE (%)	0.42	4.427	5.223
FC (%)	5.57	10.776	10.743
ELN (%)	11.04	48.945	47.699
Ce (%)	1.29	6.849	6.849
EM (kcal/kg)	1.20	2.921	2.967
Lys (%)	0.87	0.893	0.861
Arg (%)	0.92	1.246	1.209
Met (%)	0.31	0.31	0.314
Met -Cys (%)	0.56	0.618	0.617
Trp (%)	0.59	0.241	0.229
Thr (%)	0.76	0.595	0.587
Gly -Ser (%)	1.86	1.684	1.569
His (%)	0.34	0.423	0.388
Ile (%)	0.88	0.679	0.621
Leu (%)	1.30	1.259	1.167
Phe (%)	0.85	0.757	0.695
Phe -Tyr (%)	1.44	1.377	1.264
Val (%)	0.97	0.832	0.773
Pd (%)	0.22	0.212	0.219
Ca (%)	1.67	0.846	1.038
Na (%)	0.09	0.259	0.132
K (%)	-	0.364	0.333
Cl (%)	-	0.229	0.02
N+K -Cl (mg)	-	141.178	137.293

I: Sistema de alimentación 1; **II:** Sistema de alimentación 2; **III:** Sistema de alimentación 3; **MS:** Materia seca; **P:** Proteína; **EE:** Extracto etéreo; **FC:** Fibra cruda; **ELN:** Extracto libre de nitrógeno; **Ce:** Ceniza; **EM:** Energía metabolizable; **Lys:** Lisina; **Arg:** Arginina; **Met:** Metionina; **Met-Cys:** Metionina-cistina; **Trp:** Triptófano; **Thr:** Treonina; **Gly-Ser:** Glisina-serina; **His:** Histidina; **Ile:** Isoleucina; **Leu:** Leucina; **Phe:** Fenilalanina; **Phe-Tyr:** Fenilalanina-tirosina; **Val:** Valina; **Pd:** Proteína disponible; **Ca:** Calcio; **Na:** Sodio; **K:** Potasio; **Cl:** Cloro.

¹Análisis químico proximal realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal - UNSAAC.

La evaluación económica del momento óptimo de sacrificio comercial (MOSC) en cada SA se efectuó empleando el método de mérito económico adaptado a partir de la literatura (19), en base al costo del forraje y del alimento comercial, considerando CA y GP de cada individuo. Para determinar propiamente el MOSC, fueron estimados tres indicadores bioeconómicos (IBE). El primero (IBE1) es el índice conformado por el precio de un kilogramo de alimento (PA) y el de un kilogramo de PV de cuy (PP); el segundo (IBE2) está diseñado en función de la CA, cuyo valor es resultado del índice de GP y CA; finalmente, el tercer IBE (IBE3) es el valor de PP dividido por IBE2. En este contexto, PA fue utilizado como línea de corte para los valores predichos de IBE3, cuyo valor inferior determina la semana para el MOSC de cuyes en cualquier SA. El PA para SA1 fue S/. 1.7; para SA2 fue S/. 1.0 y para SA3 fue S/. 1.1 en MS.

Para estimar los efectos fijos y aleatorios sobre las características de peso y crecimiento de los cuyes, fue aplicado un análisis de varianza con arreglo de medidas repetidas en el tiempo mediante el siguiente modelo mixto $Y_{ijkl} = \mu + SA_i + SE_j + A(SE)_{jk} + e_{ijkl}$. El efecto de los factores incluidos en el modelo son descritos por Y_{ijkl} como la observación referente a las variables dependientes del i -ésimo SA, en la j -ésima semana de evaluación a partir del k -ésimo efecto aleatorio del cuy en la j -ésima semana, asociado al l -ésimo residuo experimental aleatorio. SA_i representa al i -ésimo efecto fijo asociado al sistema de alimentación ($SA = 1, 2$ y 3); SE_j es el j -ésimo efecto fijo asociado a la semana de evaluación ($SE = 0, \dots, 9$ y 10) del crecimiento de los cuyes; $A(SE)_{jk}$ es el k -ésimo efecto aleatorio asociado a cada animal, como subparcela, en la j -ésima semana, la cual fue utilizada como parcela; por último e_{ijkl} es el residuo experimental aleatorio asociado a cada observación Y_{ijkl} . El peso inicial del cuy no fue utilizado como covariable debido a que los animales pertenecen al mismo grupo contemporáneo y demostraron pesos similares ($p > 0,05$) en un pre análisis.

Para estimar el MOSC en función de cada SA, o porcentaje de concentrado en la ración (0, 50 y 100%), cinco modelos de regresión fueron ajustados para los valores predichos de IBE3, los cuales fueron obtenidos a partir de sus correspondientes valores observados y con auxilio del análisis de varianza. De estos modelos, tres fueron de regresión lineal y dos

polinomiales, todos con 5% de significatividad fueron aplicados para seleccionar aquel que se ajustó mejor a estos valores siendo su representación el siguiente: Modelo lineal de 1º grado: $Y_{1ij} = b_0 + b_1x_i + e_{ij}$ (i); Modelo hiperbólico: $Y_{1ij} = b_0 + b_1x_i^{-1} + e_{ij}$ (ii); Modelo logarítmico: $Y_{1ij} = b_0 + b_1\log_{10}(x_i) + e_{ij}$ (iii); Modelo lineal de 2º grado: $Y_{1ij} = b_0 + b_1x_i + b_2x_i^2 + e_{ij}$ (iv), y Modelo raíz cuadrada: $Y_{1ij} = b_0 + b_1x_i + b_2x_i^{0.5} + e_{ij}$ (v); donde Y_{1ij} representa el valor predicho de IBE3 observado (Y_{ij}) como variable dependiente; b_0, b_1, b_2 son los parámetros de regresión; x_i es el porcentaje de concentrado en la dieta, como variable independiente y e_{ij} representa al residuo aleatorio asociado a cada Y_{1ij} . La determinación del modelo que se ajustó mejor fue evaluado mediante el mayor valor del coeficiente de determinación (R^2).

El nivel de significatividad adoptado para todos los análisis estadísticos fue de 95%. El análisis de varianza; la estimación de valores predichos para IBE3; la comparación múltiple de medias con test de Tukey en caso de $p < 0,05$ para cada SA y SE; así como la estimación de los coeficientes de regresión para los modelos lineales y polinomiales propuestos, fueron realizadas con el software R (20). Por propósito de conversión monetario, fue considerado S/. 1.00 = US\$ 0.31.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudios anteriores desconsideran el peso al destete y su efecto sobre el desempeño de los animales, pero se ha demostrado que ellos tienen influencia, inclusive en otras especies (21,22,23) Estudiando el crecimiento en cuyes, los autores utilizaron individuos de pesos que variaron entre 420,5 a 425,5 gr, confirmando los valores que fueron observados en el presente trabajo (Tabla 2).

En este trabajo pudo observarse que el SA2 obtuvo CD superior ($p < 0,05$) al de los otros SA como se presenta en la tabla 2. Se observó que cuando existe una alimentación mixta, los cuyes tienen un consumo superior en comparación a dietas únicas, tanto de alfalfa (*Medicago sativa*) o de alimentos balanceados comerciales. La literatura afirma que este comportamiento alimentario es generado, probablemente, debido a que tanto la palatabilidad y aceptabilidad de dietas únicas son reducidas en función a la inclusión de otro insumo en ella (24). Por otro lado, este comportamiento posiblemente

Tabla 2. Los valores se presentan en forma de medias y error estándar estimados a partir de ANOVA para características de peso y crecimiento, así como la semana y peso del momento óptimo de sacrificio económico (MOSC) de cuyes (*Cavia porcellus*) criados bajo tres sistemas de alimentación (SA).

Característica	SA1	SA2	SA3	CV (%)	Ecuación de regresión ¹	r ²
Peso inicial (gr)	303.9 ± 5.48	314.41 ± 5.48	310.22 ± 5.48	10.03	-	-
Consumo de Dieta/semana (gr) ³	376.02 ± 5.91 b	456.58 ± 6.39 a	299.17 ± 5.91 c	10.21	y = 363.12 - 347.65x + 281.32x ^{0.5}	0.128
Ganancia de Peso/semana (gr)	54.75 ± 3.45 c	95.25 ± 3.45 a	81.96 ± 3.45 b	23.73	y = 53.66 - 99.45x + 119.45x ^{0.5}	0.393
Conversión Alimenticia (kg)	6.30 ± 0.09 c	5.07 ± 0.09 b	4.25 ± 0.08 a	19.63	y = 5.87 - 3.33x + 1.70x ²	0.227
Peso Semanal (gr)	560.79 ± 14.22 c	741.83 ± 14.22	656.62 ± 14.22 b	11.52	y = 563.20 - 354.50x + 407.97x ^{0.5}	0.776
Peso Final (gr)	839.66 ± 13.75 c	1192.63 ± 13.75	1028.59 ± 13.75 b	7.62	y = 839.06 - 1676.55x + 1813.32x ^{0.5}	0.847
Semana de MOSC	9	10	13	-	-	-
Peso al MOSC	784.91 ± 13.66 c	1192.63 ± 13.66 a	1028.59 ± 13.66 b	-	-	-
Ecuación de regresión ¹	= 2.93 + 0.08x - 0.02x ²	y = 4.23 - 0.81x + 1.59x ^{0.5}	y = 3.45 - 0.76x + 2.15x ^{0.5}	0.5	-	-
r ²	0.979	0.941	0.901	-	-	-

Letras diferentes en la misma línea difieren estadísticamente entre sí por el test de Tukey (p<0.05).

¹Ecuaciones de regresión del MOSC a partir del IBE3 predicho en función de la edad, en semanas, de los cuyes para cada SA.

estaría relacionado al mayor consumo de fibra en el SA, ya que este nutriente ejerce interferencia indirecta sobre el consumo de alimento (25).

Debe considerarse que dependiendo del grado de aceptación del alimento en función del aspecto, valor y composición nutritiva, será el consumo que se produzca en los animales (26). Otro factor relacionado al consumo voluntario de un determinado tipo de dieta, está determinado por el aporte energético de la misma (27). Otro experimento que incorporó harina de achira en dietas para cuyes, como fuente energética, determinó que incrementar 8% de este producto mejora su consumo voluntario por demostrar buenas características físico-químicas. Estos resultados son corroborados en otro estudio que encontró mayor consumo de alimento en una dieta suplementada con 200 mg de propóleo, frente a otras con menores cantidades del mismo suplemento, mejorando los rendimientos productivos de carne de cuy. De la misma forma (28), fue constatado que el incremento de balanceado comercial en dietas diseñadas para cuyes, resultó en el incremento de su consumo. Esto, según los autores, proporcionó calidad nutritiva, traduciéndose en incremento en la eficiencia de utilización del alimento. Finalmente, el SA mixto evaluado en un patrón cuadrático (Figura 1), indica que la inclusión 36% de alimento balanceado comercial, produjo el mayor consumo de la dieta presentando ventajas significativas (p<0,05) frente a los otros SA.

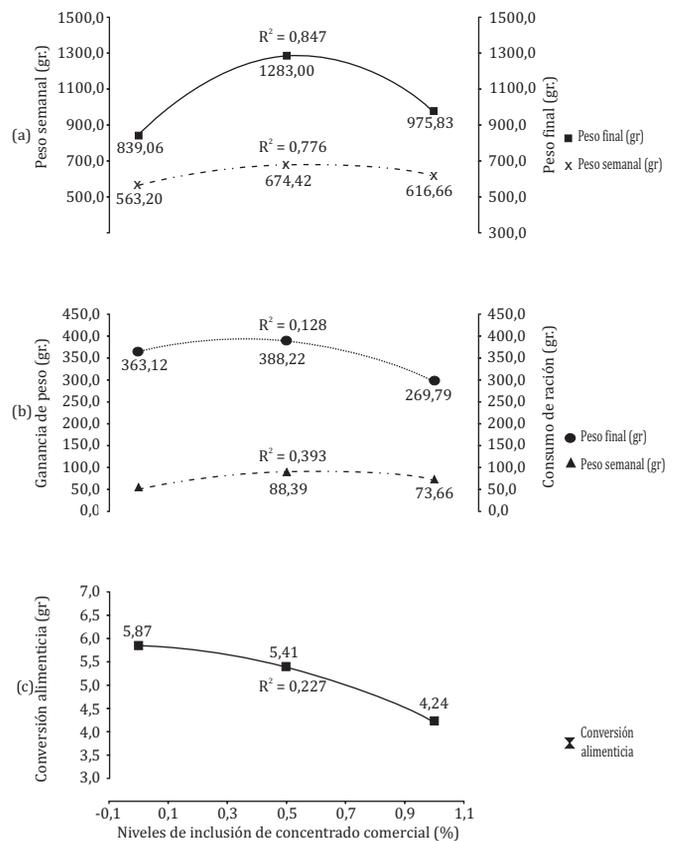


Figura 1. Peso semanal y final (gr) (a), Ganancia de peso y consumo de ración (gr) (b) y conversión alimenticia (kg) (c) para cuyes criados en función de dosis crecientes de ración comercial aplicados bajo tres sistemas de alimentación (SA).

En el presente trabajo fue observado que la GP semanal fue superior en el SA2 ($p < 0,05$) en relación a los otros SA. De acuerdo con la literatura, en animales en crecimiento, el incremento de proteína conduce al aumento lineal de la deposición de proteína muscular y, por lo tanto, mayor ganancia de peso (19,29). Esto puede atribuirse a que la inclusión de 50% de alimento balanceado comercial en una dieta mixta, brindará mejor aporte de energía y proteína.

En otro estudio donde se utilizan dietas experimentales para nutrir cuyes y estimar el MOSC (30), se encontró que tanto la dieta conteniendo forraje con 10 gr de cebada (7,7 gr/día) y otra con 7 gramos de semilla de girasol (8,14 gr/día) fueron las que ofrecieron mejores GP en relación al forraje y a la dieta conformada solo por semillas de cebada y de girasol. Los autores concluyen que incluir suplementos energéticos en dietas compuestas de forraje verde mejora la GP, hecho que posiblemente ocurrió en la presente investigación donde al incluir 16% de alimento balanceado comercial, con función cuadrática (Figura 1), ofrece el máximo valor para la GP. Adicionalmente, la fuente energética en el presente experimento sería proporcionada por el concentrado comercial el cual, utilizado en alimentación mixta, ofrece mejores GP (31).

En lo que se refiere a la CA, el SA que demostró su mejor índice fue el 3 ($p > 0,05$) en comparación con los otros. Estos resultados confirman a los encontrados en otro estudio (32) donde fueron suplementados ácidos orgánicos, a dietas formuladas en base de tres tipos de forrajes, y cuya CA mejoró significativamente con niveles crecientes de este suplemento, además de demostrar un patrón cuadrático que es similar al obtenido en este experimento como se observa en la Tabla 2.

En contraparte a las otras características estudiadas en este trabajo, el efecto de la suplementación de alimento balanceado comercial sobre una dieta en base de alfalfa, fue observado que su máxima inclusión en el SA3 tuvo mejor resultado en CA ($p < 0,05$) en comparación a los otros SA. Esto fue observado en un experimento que utilizó alimento concentrado y 10% rastrojo de brócoli (PV-1) (*Brassica oleracea* var. itálica) como dieta control, y cuya CA fue ligeramente inferior (3,73) cuando comparada a las suplementadas con aceite

de pescado y de semillas de Sacha Inchi (3,52) (*Plukenetia volubilis*) (33). En este caso, los autores mencionan que tanto GP y CA, de tales magnitudes, poseen la capacidad de indicar un comportamiento eficiente desde el punto de vista productivo comercial de cuyes. En el presente estudio, el SA3 mostró valores inferiores de CA en comparación a los anteriormente citados por la carencia de insumos energéticos de asimilación rápida, como son las semillas oleaginosas.

Resultados similares a los obtenidos en el SA3, fueron encontrados en un trabajo donde se suplementó Vitamina C a la dieta y se estudió su efecto sobre los parámetros productivos de crecimiento-engorde (34), en el cual todas las dietas no difirieron entre sí ($p > 0,05$), demostrando elevada CA en las dietas compuestas de concentrado (4,63), así como la de concentrado + 66mg de Vitamina C/100 gr. (4,54). De forma similar, otro estudio realizado en la costa peruana (35) encontró CA de 4,7 utilizando solo alfalfa, resultado que fue superior al del SA1 y similar al del SA3, cuyas funciones cuadráticas se muestran en la Figura 1. Según los autores, estos resultados pueden atribuirse al valor nutritivo de los forrajes utilizados y al medio ambiente donde se criaron los animales.

El PV alcanzado por cuy para cada SA aparece en la Tabla 2. En el SA1, este no alcanza el valor exigido para su comercialización con fines de consumo; además de encontrarse una retribución económica baja (25,53%) tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis económico al momento óptimo del sacrificio comercial (MOSC) de cuyes (*Cavia porcellus*) criados bajo tres sistemas de alimentación (SA).

Variables	SA1	SA2	SA3
Semana del MOSC	9	10	13
Ingreso económico			
Peso final (kg)	0,784	1,192	1,028
Precio por (kg) PV \$ ¹ .	5,27	5,27	5,27
Ingreso bruto/cuy \$	4,13	6,28	5,42
Costos variables			
Consumo de alimento (kg) MS	3,38	4,57	3,89
Costo de alimento (kg) \$	0,53	0,31	0,34
Total - Costos variables \$	1,78	1,42	1,33
Beneficio neto parcial			
Ingresos por cuy S/.	2,35	4,87	4,09
Ingreso Total por cuy (%)	56,83	77,47	75,52

¹Valores en dólares norteamericanos.

De la misma manera, el PV alcanzado por los cuyes en el SA2 al MOSC, está dentro del rango de exigencias del mercado para consumo, con retribución económica de 84,70%, lo que se puede calificar como adecuado. Finalmente, y de forma similar al SA1, en el SA3, a pesar de obtener cuyes con un peso apropiado para venta comercial, su retorno económico solo es inferior al del SA2, calificándolos como ineficientes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, el MOSC para el SA1 fue estimado para la semana 9, para el SA2 en la semana 10 y para el SA3 en la semana 13. Del mismo modo, fue observado que el SA2 demostró mejor peso al MOSC y cuyas funciones cuadráticas se muestran en la Tabla 2.

Para el óptimo desarrollo corporal de los cuyes, es necesario cubrir los requerimientos nutricionales que permitan su correcto crecimiento y desarrollo corporales. Esto implica que en el SA2 basado en una alimentación mixta, mejorando los parámetros de crecimiento, optimizando la asimilación de nutrientes e incrementando la deposición muscular. Al respecto, (36) la literatura indica que cuando se utiliza alimentación mixta en la producción comercial de cuyes, la ganancia de peso diario varía entre 10 y 12 gramos y el periodo de crianza se acorta. Asimismo, su rendimiento de carcasa es alto, como consecuencia de la dieta con base en forraje y alimento balanceado comercial, en comparación al SA1 y SA3. Este hecho permite una fuente nutricional eficiente para el animal, ya que esta dieta cubre sus requerimientos fisiológicos de forma completa, repercutiendo en la eficiencia productiva del cuy y en la elevada productividad de la granja.

CONCLUSIÓN

El presente estudio determinó que el momento óptimo del sacrificio comercial en cuyes alimentados con alfalfa es a las 9 semanas, con alfalfa y alimento balanceado a las 10 semanas y para cuyes alimentados con alimento balanceado es a las 13 semanas.

El consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia evaluados al momento óptimo de sacrificio comercial y en tres sistemas de alimentación, se encuentran dentro de los parámetros reportados por otros autores.

En la evaluación por mérito económico, el sistema de alimentación 2 promueve óptimo retorno financiero, superior al del sistema de alimentación 1 y similar al del sistema de alimentación 3, pudiendo obtener mayor retribución económica con el uso de un alfalfa (*Medicago sativa*) y alimento balanceado comercial, logrando más ciclos de producción por año.

BIBLIOGRAFÍA

1. Meredith A, editor. BSAVA manual of exotic pets. 4a ed. Quedgeley: BSAVA; 2002. (BSAVA manuals series).
2. Watson MK, Stern AW, Labelle AL, Joslyn S, Fan TM, Leister K. et al. Evaluating the clinical and physiological effects of Long Term Ultraviolet B Radiation on guinea pigs: *cavia porcellus*. PLoS ONE. 2014; 9(12):e114413.
3. Schalk AM, Lavie A. Structural and kinetic characterization of guinea pig l -Asparaginase type III. *Biochemistry (Mosc)*. 2014; 53(14): 2318–28.
4. Zhang N, Clarke F, Di Trapani G, Keough D, Beacham I. Guinea pig serum l-Asparaginase: purification, and immunological relationship to liver l-Asparaginase and serum l-Asparaginases in other mammals. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol*. 1995; 112(4): 607–12.
5. Garfí M, Ferrer-Martí L, Villegas V, Ferrer I. Psychrophilic anaerobic digestion of guinea pig manure in low-cost tubular digesters at high altitude. *Bioresource Technology*. 2011; 102(10): 6356–9.
6. Bone M, Alex G, Cabrera Verdezoto RP, Morán Morán JJ, Meza Bone FF, Cabrera Verdesoto CA, et al. Mejora de engorde de cuyes (*cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesa Arica*. 2014; 32(3): 75–80.
7. Bazay G, Carcelén F, Ara M, Jiménez R, González R, Quevedo W. Efecto de los manano-oligosacáridos sobre los parámetros productivos de cuyes (*cavia porcellus*) durante la fase de engorde. *Rev Investig Vet Perú*. 2014; 25(2):198–204.
8. Meza E, Raymondi J, Cisneros S. Genetic evaluation of a flock of breeding guinea pigs of Peru genotype. *Rev Investig Vet Perú*. 2017; 28(2): 293–298.
9. Rodríguez H, Palomino M, Hidalgo V, Gutiérrez G. Effects of fixed and random factors on birth and weaning weight in guinea pigs of the central coast of Peru. *Rev Investig Vet Perú*. 2013; 24(1): 16–24.

10. Huamaní ÑG, Zea MO, Gutiérrez RG, Vílchez PC. Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev Investig Vet Perú*. [revista en internet]. 2016. [acceso falta fecha de acceso] ; 27(3). Disponible en : <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/12004/11217>
11. Souza D de A. Características bioeconômicas de cordeiros Santa Inês e mestiços Dorper×Santa Inês no modelo precoce de produção. [Internet]. Repositorio Institucional UFC. Fortaleza, Ceará, Brasil; 2015. [acceso falta fecha de acceso]. Disponible en : <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/16991>
12. Rodríguez FC. Bases de la producción animal. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2005. V. 61
13. Mexia AA, Macedo F de A.F de, Alcalde CR, Sakaguti ES, Martins EN, Zundt M, et al. Reproductive and productive development of Santa Inês ewes supplemented in different stages of pregnancy. *Rev Bras Zootec*. 2004; 33(3): 658–67.
14. Jiménez R, Bojórquez C, Felipe San Martín H, Carcelén F, Pérez A. Determinación del momento óptimo económico de beneficio de cuyes alimentados con alfalfa vs. una suplementación con afrechillo. *Rev Investig Vet Perú*. 2000; 11(1): 45–51.
15. Amer PR, Emmans GC, Simm G. Economic values for carcass traits in UK commercial beef cattle. *Livest Prod Sci*. 1997; 51(1–3): 267–281.
16. Boland MA, Schinckel A P, Preckel PV, Stocks RH, Neal SM. Optimal slaughter weights and carcass value for three genotypes of hogs. *Prof Anim Sci*. 1993; 9(4):163–172.
17. Kusec G, Kralik G, Djurkin I, Baulain U, Kallweit E. Optimal slaughter weight of pigs assessed by means of the asymmetric S-curve. *Czech J Anim Sci*. 2008; 53 (3):98.
18. Sbarra F, Mantovani R, Quaglia A, Bittante G. Genetics of slaughter precocity, carcass weight, and carcass weight gain in Chianina, Marchigiana, and Romagnola young bulls under protected geographical indication. *J. Anim Sci*. 2013; 91(6): 2596–2604.
19. Pacheco PS, Vaz FN, Restle J, Ávila MM de, Olegario JL, Menezes FR de, et al. Deterministic economic analysis of feedlot Red Angus young steers: slaughter weights and bonus. *Ciênc Rural*. [lugar].2015; 45(3): 492–8.
20. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Internet]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2016. Available from: <https://www.R-project.org/>
21. Analla M, Montilla JM, Serradilla JM. Analyses of lamb weight and ewe litter size in various lines of Spanish Merino sheep. *Small Rumin Res*. 1998; 29(3): 255–9.
22. Lupi TM, Nogales S, León JM, Barba C, Delgado JV. Analysis of the Non-Genetic Factors Affecting the Growth of Segureño Sheep. *Ital J Anim Sci*. 2015; 14(1): 3683.
23. Paucar P, Polibio A. Evaluación del propóleo en tres niveles (100-150-200 mg) como aditivo en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), en etapa de crecimiento a engorde, en la cuyera nacional - cantón Latacunga [Internet]. 2016 [acceso 21 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3304>
24. Yoplac I, Yalta J, Vásquez HV, Maicelo JL. Efecto de la alimentación con pulpa de café (*Coffea arabica*) en los índices productivos de cuyes (*Cavia porcellus* L) Raza Perú. *Rev Investig Vet Perú*. 2017; 28(3): 549–60.
25. Bautista A, Esteban F, Vergara Rubín V. Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del nrc (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L). *Rev Investig Vet Perú*. 2017; 28(2): 255–64.
26. Bone M, Alex G, Verdezoto C, Paul R, Morán M, Jessenia J, et al. Mejora de engorde de cuyes (*cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia Arica*. 2014; 32(3): 75–80.
27. Laguna C, Hortencia M. Efecto de la achira (*Canna edulis*) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de nutrientes en cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de engorde [Internet]. Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2017 [acceso 21 de marzo 2018]. Disponible en:
28. Ruíz S, Elizabeth K. Evaluación de cuatro raciones alimenticias en el crecimiento y engorde de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en el Centro Académico Miraflores de la UNSM-T/FCA, Región San Martín [Internet]. Lugar: editor; 2015 [acceso 21 de marzo 2018]. Disponible en : <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/1849>
29. Meza GA, Loor NJ, Sánchez AR, Avellaneda JH, Meza CJ, Vera DF, et al. Leaf meals and tropical shrubby foliage (*morus alba*, *erythrina poeppigiana*, *tithonia diversifolia* and *hibiscus rosa-sinensis*) in feeding guinea pigs (*cavia porcellus linnaeus*). *Rev Fac Med Vet Zootec*. 2014; 61(3): 258–69.
30. Lozada P, Jiménez A R, San Martín H F, Huamán C A. 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 Investig Vet Perú*. (Lim.). 2013; 24(1): 25–31.

31. Chauca de Zaldívar L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). [Internet]. La Molina, Perú: FAO. [acceso 22 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562S/W6562S00.htm>
32. Sánchez M, Carcelén CF, Ara GM, Gonzáles VR, Quevedo G W, Jiménez A R. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*cavia porcellus*). *Rev Investig Vet Perú. (Lim.)*. 2014; 25(3): 381-9.
33. Guevara J, Rojas M S, Carcelén C F, Bezada Q S, Arbaiza F T. Parámetros productivos de cuyes criados con dietas suplementadas con aceite de pescado y semillas de Sacha Inchi. *Rev Investig Vet Perú. (Lim.)*. 2016; 27(4): 715-21.
34. León Z, Silva S E, Wilson C A, Callacna C M. Vitamina C protegida en concentrado de *cavia porcellus* "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. *Sci Agropecu. (Tru)*. 2016; 7: 259-63.
35. Huamaní G, Zea M O, Gutiérrez R G, Vílchez P C. Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*cavia porcellus*). *Rev Investig Vet Perú. (Lim.)*. 2016; 27(3): 486-94.
36. Castro J, Chirinos D. Nutrición y alimentación de cuyes. Satipo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú; 1997.