

Relación lisina - aminoácidos esenciales en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*)

Ratio of lysine to essential amino acids in the diet of guinea pigs (*Cavia porcellus*)

Wilson Lino Castillo Soto^{1*} Marco Antonio Rojas Paredes² Iván González-Puetate³ Diego Martín Cusichondor-Collaguazo³

^{1*} Universidad Privada Antenor Orrego- Perú, wcastillos1@upao.edu.pe

² Universidad Nacional Agraria de la Selva- Perú

³ Universidad de Guayaquil- Ecuador

Recibido: 15 abril 2022

Aprobado: 12 mayo 2022

Publicado: 30 junio 2022

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto productivo y beneficio económico de dietas para cuyes mejorados con niveles crecientes de lisina total, manteniendo la misma relación lisina - aminoácidos esenciales, en las fases de inicio, crecimiento y acabado. El trabajo se realizó en la Universidad Privada Antenor Orrego - Perú. Se utilizaron 25 cuyes machos de 15 días de edad con peso promedio de $229,57 \pm 3,54$ g. Las dietas fueron formuladas según los requerimientos establecidos como tratamientos, con base a la relación lisina - aminoácidos, las variables evaluadas en cada fase fueron: ganancia de peso diaria (GPD), consumo diario (CD) y conversión alimenticia (CA). Se utilizó un diseño completo al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, además se efectuó el análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%, los datos fueron procesados con el programa estadístico JASP Team (2022). El estudio demostró que los valores de peso inicial, ganancia de peso diario, consumo de alimento diario y conversión alimenticia, no mostraron diferencia estadística significativa en cada fase estudiada; el beneficio económico se vio favorecido con los niveles más bajos de lisina en la dieta, como consecuencia de menores costos de alimento y un uso eficiente de los nutrientes.

Palabras clave: Aminoácidos, cuyes, ganancia de peso, conversión alimenticia

ABSTRACT

The research objective was to evaluate diets with increased levels of total lysine for improved guinea pigs, maintaining the same ratio Lysine: Essential Amino Acids in all diets, on productive and economic parameters from the initial, growing, and finishing phases in guinea pigs. This work was performed at Private University Antenor Orrego - Peru. Twenty-five 15-day-old male guinea pigs with an average weight of $229,57 \pm 3,54$ g were used. Diets were

formulated according to requirements established as treatments, based on Lysine: Amino Acids ratios, variables evaluated in each phase were: daily weight gain (GPD), daily consumption (CD) and feed conversion (CA). A complete randomized design with five treatments and ten replications was used, analysis of variance and Tukey test at 5% were also performed, data were processed with the statistical program JASP Team (2022). Results showed that initial weight, daily weight gain, daily feed intake and feed conversion showed no significant statistical difference in each studied phase; economic benefit was favored by lower dietary lysine levels because of lower feed costs and efficient use of nutrients.

Keywords: Amino acids, guinea pigs, weight gain, feed conversion

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie originaria del ande sudamericano y cuyas ventajas de crianza constituyen: su calidad de especie herbívora, su ciclo productivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y, su alimentación versátil (utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos). Sin embargo, con la mejora genética de esta especie orientada a la producción de carne, los requerimientos de nutrientes se han incrementado necesitando, por tanto, del suministro de una alimentación equilibrada, que satisfaga tales requerimientos y permita la utilización eficiente de los nutrientes y reducción en la eliminación del nitrógeno al ambiente.

Reportes de la FAO (2020), establecen que los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje, a pesar que el cuy tiene una gran capacidad de consumo. Este espécimen se ha convertido en un animal aceptado para el consumo humano en varias regiones y países, debido al gran potencial como fuente alternativa de

proteína y la generación de impacto social y económico en diferentes poblaciones, se considera clave para el desarrollo de los pueblos andinos (Sánchez-Macías *et al.*, 2022).

El uso de aminoácidos en la alimentación animal es significativo, permitiendo aumentar la eficiencia alimenticia y, por lo tanto, reducir la demanda de alimento (Sturm *et al.*, 2022). También se puede optimizar la producción de cobayos al usar métodos de evaluación de la calidad nutricional *in vivo* a través de pruebas de digestibilidad proporciona buenas predicciones de energía digestible y energía metabolizable, fomentando la seguridad alimentaria en países andinos (Castro-Bedriñana *et al.*, 2022).

Sobre las necesidades de nutrientes a lo largo de la vida del animal, Collado (2016) determinó que estas varían según la etapa fisiológica (gazapos lactantes, destetados, en crecimiento, engorde, reproductores, hembras gestantes, hembras vacías y machos reproductores), este autor enfatiza que mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza, y aprovechar convenientemente su precocidad, prolividad y habilidad reproductiva. Sin embargo, las condiciones del ambiente, estado fisiológico y genotipo influirán en los requerimientos alimenticios. Por lo cual la investigación se plantea el siguiente objetivo; desarrollar una formulación siguiendo la proporción de aminoácidos esenciales en relación a la lisina, para atender los requerimientos de estos aminoácidos, proporcionalmente de acuerdo como se establezcan los niveles crecientes de lisina en la dieta.

Así mismo NRC (National Research Council) indica que el suministro inadecuado de proteína tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento. Para cuyes manejados en bioterios, la literatura señala que el requerimiento de proteína es del 20%, siempre que esté compuesta por más de dos fuentes proteicas. Este valor se incrementa a 30 o 35%, si se suministra proteínas simples tales como caseína o soya, fuentes proteicas que pueden mejorarse con la adición de aminoácidos. Para el caso de la caseína con L-arginina (1% en la dieta) o para el caso de la soya con DL-metionina (0,5% en la dieta). Evaluando niveles de lisina y AA en cuyes, Yoplac *et al.* (2017) obtuvieron conversiones alimenticias de 3,6 con niveles de lisina de 0,78 y 0,84% y AA de 0,71 y 0,79%, manteniendo una relación de aa/lisina entre 91 a 94%. Airahuacho (2016) encontró una conversión alimenticia promedio de 3,4 con dietas que mantuvieron una relación aa/lisina de 70%. Así mismo, en el estudio realizado por Remigio *et al.* (2006) mostraron diferencias significativas entre

tratamientos en los pesos finales y ganancia de peso, siendo los niveles de inclusión de lisina de 0,78% y 0,84% con la mejor respuesta.

Yoplac *et al.* (2017) demostraron que al incrementar a 0,79% de los aminoácidos azufrados respecto a niveles recomendados por el NRC de 0,60% y un aporte de 0,84% de lisina en dietas integrales se logra mejor ganancia de peso (827 g), favoreciendo esta relación la mejor conversión alimenticia (3,63) respecto a los demás tratamientos con niveles inferiores de aminoácidos azufrados.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), región La Libertad, Perú; geográficamente ubicada a 8°07' latitud sur y 79°00' longitud oeste y altitud de 89 msnm, con temperatura anual media de 20 °C. En la investigación se utilizaron tres baterías de metal de 2,21 m de largo por 0,80 m de ancho y 0,45 m de alto, de un solo nivel, piso y paredes de rejilla; cada una se encontraba dividida en 10 jaulas, cada jaula con dimensiones de 0,44 m de largo por 0,40 m de ancho, las mismas que contaban con bebedero automático tipo chupón y comedero tipo tolva, cada jaula alojó a un animal. Se utilizaron 25 cuyes machos, mejorados de 15 días de edad, recién destetados, con un peso promedio de $229,57 \pm 3,54$ g, los mismos que fueron distribuidos en los tratamientos (0,78; 0,84; 0,92; 0,96; 1,00; 1,08; 1,16), estos recibieron similares condiciones de manejo y alimentación durante el experimento.

El periodo de evaluación se dividió en tres etapas: inicio (16 a 33 días), crecimiento (34 a 53 días) y acabado (54 a 64 días); se realizó el pesado de los animales al inicio de la evaluación (16 días de edad) y al final de cada etapa. Los animales se distribuyeron al azar dentro de cada tratamiento, cuidando que exista homogeneidad de los pesos al momento de la instalación del experimento; para las distintas evaluaciones se usaron formatos de registros. El alimento fue suministrado a los animales de acuerdo con los tratamientos asignados. Se utilizó solamente alimento balanceado formulado y peletizado.

Las dietas fueron formuladas según los requerimientos establecidos como tratamientos, con base a la relación lisina - aminoácidos, determinados a partir de los requerimientos de la NRC y los estudios liderados por Vergara (2011). Los valores de energía digestible de las dietas fueron de 3000, 2900 y 2800 kcal/kg de dieta, para las fases de inicio, crecimiento y acabado, respectivamente. Dos días antes del inicio del trabajo se desinfectaron las jaulas y el galpón con hipoclorito de sodio (5%) y cal, a los animales se dosificaron con ivermectina 1 %, por vía

subcutánea a una dosis de 0,01 mL por animal, además se aplicó un producto comercial a base de fipronil “frontline”, para la prevención de piojos. Los tratamientos se establecieron en base a niveles crecientes de lisina (0,78; 0,84; 0,92; 0,96 1,00; 1,08; 1,16), y manteniendo la relación lisina - aminoácidos, para cada fase de crianza. Se registraron: Ganancia de peso (g), consumo de alimento (g), conversión alimenticia (g/g) y el beneficio económico (S/). Los animales se distribuyeron a través de un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento, considerando el peso inicial como covariante, cada cuy fue considerado una unidad experimental. Esta distribución fue mantenida en la fase de inicio, crecimiento y acabado, las variables evaluadas fueron analizadas a través del análisis de variancia (ANOVA) utilizando el programa JASP Team (2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento productivo en la fase de inicio

Los resultados promedios de las variables en estudio en la fase de inicio se muestra en la Tabla 1, en donde se observa que los niveles crecientes de lisina, manteniendo la relación lisina - aminoácido (%), no influyeron significativamente ($p>0,05$) sobre las variables evaluadas.

Tabla 1. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos, durante el periodo de inicio (16-33 días de edad).

Niveles de lisina en la dieta (%)	Variables ¹		
	Ganancia de peso (g/día)	Consumo de alimento (g/día)	Conversión alimenticia
0,84	14,47 ± 0,61 a	31,61 ± 2,51 a	2,18 ± 0,13 a
0,92	13,01 ± 0,96	33,27 ± 0,90	2,56 ± 0,20
1,00	13,25 ± 0,88	33,21 ± 0,44	2,51 ± 0,20
1,08	14,50 ± 0,74	33,28 ± 1,07	2,29 ± 0,20
1,16	13,57 ± 0,64	32,74 ± 1,07	2,41 ± 0,06
p valor	0,556	0,852	0,43

¹ En cada variable: Valor promedio ± error estándar de la media

Variables productivas en la fase de crecimiento

El comportamiento promedio productivo de las variables en estudio evaluado en cuyes en la fase de crecimiento (ver Tabla 2), no varió significativamente ($p>0,05$) con los niveles crecientes

de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácido (%).

Tabla 2. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos, durante el periodo de crecimiento (34-53 días de edad).

Niveles de lisina en la dieta (%)	Variables ¹		
	Ganancia de peso (g/día)	Consumo de alimento (g/día)	Conversión alimenticia
0,78	13,35 ± 0,19	58,01 ± 1,76	4,34 ± 0,117
0,84	13,25 ± 0,22	51,96 ± 2,10	3,92 ± 0,129
0,90	12,95 ± 0,55	53,32 ± 1,58	4,27 ± 0,140
0,96	13,01 ± 0,25	55,60 ± 1,04	4,27 ± 0,018
1,02	13,18 ± 0,47	54,14 ± 0,59	4,11 ± 0,182
p valor	0,931	0,099	0,18

¹ En cada variable: Valor promedio ± error estándar de la media

Variables productivas en la fase de acabado

El comportamiento productivo de las variables en estudio, evaluado en cuyes en la fase de acabado es mostrado en la Tabla 3, donde se observa que los niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina aminoácido (%) en la dieta, no afectaron significativamente ($p>0,05$), las respuestas de los animales.

Tabla 3. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos, durante el periodo de acabado (54-64 días de edad).

Niveles de lisina en la dieta (%)	Variables ¹		
	Ganancia de peso (g/día)	Consumo de alimento (g/día)	Conversión alimenticia
0,72	16,94 ± 0,40	63,79 ± 1,09	3,76 ± 0,10
0,78	16,70 ± 0,35	64,04 ± 1,88	3,83 ± 0,15
0,84	16,39 ± 0,01	65,96 ± 1,27	4,02 ± 0,09
0,90	16,12 ± 0,32	61,87 ± 1,13	3,84 ± 0,11
0,96	15,53 ± 0,18	60,96 ± 0,99	3,93 ± 0,09
p valor	0,068	0,096	0,576

¹ En cada variable: Valor promedio ± error estándar de la media

Medias con letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Variables productivas en la fase total de la crianza

En la Tabla 4 se muestran las respuestas de las variables en estudio durante todo el periodo de crianza, en donde se observan que animales que consumieron dietas con diferentes niveles de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos, no mostraron respuestas diferentes ($p>0,05$) en ninguna de las variables evaluadas. De igual modo, en la figura 1 se puede observar la tendencia creciente del peso vivo para los tratamientos en estudio, en consideración a las diferentes fases de desarrollo de los cuyes, mostrándose un comportamiento similar durante todo el periodo en relación con los niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos en la dieta.

Tabla 4. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos, en el periodo total (16-64 días de edad).

Niveles de lisina en la dieta (%)	Peso vivo inicial (g)	Variables ¹		
		Ganancia de peso (g/día)	Consumo de alimento (g/día)	Conversión alimenticia
0,84	221,06 ± 0,21	14,06 ± 0,19	49,01 ± 1,91	3,49 ± 0,11
0,92	233,24 ± 0,13	13,84 ± 0,23	52,65 ± 0,94	3,80 ± 0,07
1,00	238,72 ± 0,12	13,62 ± 0,10	51,09 ± 1,27	3,75 ± 0,07
1,08	222,08 ± 0,20	13,88 ± 0,23	50,92 ± 0,74	3,67 ± 0,06
1,16	232,78 ± 0,18	13,65 ± 0,35	49,78 ± 0,26	3,65 ± 0,11
<i>p valor</i>	0,46	0,16	0,22	0,18

¹ En cada variable: Valor promedio ± error estándar de la media

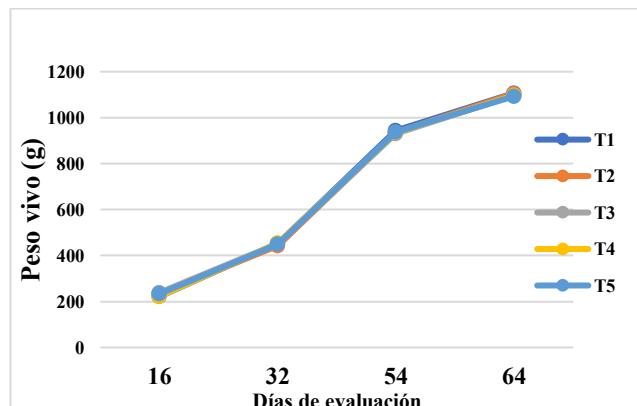


Figura 1. Comportamiento del peso vivo de los cuyes de acuerdo con la edad, considerando los niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos en la dieta, para cada tratamiento.

Beneficio económico en la fase total de la crianza

El beneficio neto al final del periodo de crianza y obtenido como respuesta a los diferentes niveles de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos en la dieta es mostrado en la Tabla 5, donde se observa que animales que consumieron dietas con menores niveles de lisina mostraron un mayor beneficio, traduciéndose en mejor rentabilidad.

Tabla 5. Beneficio económico de la crianza de cuyes alimentados con niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos en la dieta, evaluado al final del periodo de crianza.

	Tratamiento				
	0,84	0,92	1	1,08	1,16
<u>Egresos por animal</u>					
Costo de alimentación por cuy (S/)	5,00	5,61	5,41	5,58	5,93
Costo del cuy de 15 días (S/)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Otros gastos ¹ (30%) (S/)	2,14	2,40	2,32	2,39	2,54
Costo Total del cuy (S/)	22,14	23,01	22,73	22,97	23,47
<u>Ingresos por animal</u>					
Peso del cuy (Kg)	1,10	1,10	1,09	1,09	1,09
Precio del Kg de cuy (S/)	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Ingresos /venta del cuy (S/)	26,10	26,10	26,09	26,09	26,09
Beneficio (S/)	3,96	3,09	3,36	3,12	2,62
Rentabilidad (%)	17,87	13,41	14,79	13,58	11,16

¹Tomado como referencia de Moncayo (2012)

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la investigación denotan que los cinco tratamientos empleados empezaron con un peso inicial (PI) homogéneo (ver Tabla 4), este peso no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p = 0,46$), por lo tanto, se asume que este peso no influenció sobre los resultados obtenidos en las diferentes variables de respuestas evaluadas.

Ganancia de peso

La ganancia de peso de los cuyes, expresada en términos de ganancia diaria no son valores que se encuentran dentro de los reportados para cuyes mejorados (Castillo, 2011; Zamora, 2016; Airahuacho, 2016), lo cual garantiza que el genotipo utilizado tenía adecuado potencial de crecimiento y ha expresado una respuesta en función de los nutrientes ofrecidos en las dietas.

Las tres fases de evaluación del experimento no muestran diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) para la ganancia de peso en relación con los niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos en las dietas. Estas respuestas similares, aún con los niveles bajos de lisina, demuestran que los cuyes recibieron los aminoácidos esenciales en las dietas, en las proporciones en las que son requeridas para asegurar una eficiente síntesis de proteína (Milgen y Dourmad, 2015), garantizando así, la deposición de proteína en el tejido muscular.

Estos resultados nos demuestran que niveles mínimos de lisina, como 0,84; 0,78 y 0,72% en las fases de inicio, crecimiento y acabado, son suficientes para que se mantenga la relación lisina - aminoácidos propuestos para cada fase, tal como se ha demostrado en otras especies (Rezaei et al., 2013). Por otro lado, con estos hallazgos comprueban que cuanto más cercana sea la composición de aminoácidos de la dieta a la exigencia de los animales, más eficiente es la utilización de la proteína suministrada, observándose también reflejos positivos en la utilización de los demás nutrientes, lo que permite indicar que los cuyes que se alimentan con una dieta bien balanceada, enfatizando en la utilización de aminoácidos hace que aumente la masa muscular (Castillo, 2011).

En la fase de inicio (16-33 días), los resultados alcanzados considerando las diversas relaciones, son superiores a los obtenidos por Castillo (2011), quien reportó ganancia de peso para esta etapa de 9,78 g/día y por Maliza (2010), quien mostró valores entre 6,45 y 8,80 g/día.

En la fase de crecimiento (34-53 días), se observan en los niveles de lisina de 0,78% y 0,84%, ganancias diarias de 13,35 y 13,25 g, respectivamente, valores superiores a lo reportado por Castillo (2011), quien mostró para esta etapa, promedios de 11,86 g/día; de igual modo, Maliza (2010) alcanzó resultados entre 6,30 y 8,60 g/día para este periodo, mientras que León et al. (2016) reportaron valores entre 8,56 y 13,60 g/día.

En la fase de acabado (54-64 días), las ganancias diarias de peso en todos los niveles de lisina en la dieta muestran valores inferiores a lo obtenido por Castillo (2011), quien mostró una ganancia de peso

diario de 17,6 g en un periodo comprendido entre 45-60 días; sin embargo, se obtuvo un mejor comportamiento en comparación con León et al. (2016), quienes reportaron ganancias entre 9,28 y 12,17 g/día.

Considerando el periodo total del estudio (16-64 días), todos los niveles de lisina en la dieta muestran valores superiores a lo reportado por León et al. (2016), quienes mostraron valores de ganancia de peso entre 10,26 y 11,30 g/día; Carbajal (2015), con valores de ganancia de 12,1 g/día; Huamani et al. (2016), quienes reportaron valores de 12,08 g/día de ganancia de peso en un periodo entre 21 y 70 días y, Zamora (2016), quién mostró valores entre 9,66 y 10,79 g/día. Los resultados encontrados fueron inferiores a los reportados por Airahuacho (2016), quién reportó ganancia de peso entre 14,27 y 15,37 g/día con niveles de ED de 2.700 y 2.900 Kcal/kg respectivamente. Las ganancias diarias registradas permiten inferir, que los grupos genéticos utilizados en los experimentos contribuyen para ello, considerando que el grado de aprovechamiento de nutrientes y de conversión de aminoácidos en proteína corporal es diferente. En relación a la formulación de las dietas en base a proteína bruta, las relaciones de los aminoácidos esenciales con la lisina no fueron considerados, en consecuencia, puede haber llevado a un desbalance de aminoácidos con excesos en la excreción y escasa síntesis de proteína corporal (Milgen y Dourmad, 2015).

Consumo de alimento

Los consumos de alimento en las tres fases de evaluación del experimento no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) en relación con los niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos, esto posiblemente se deba a que, los niveles energéticos en todas las dietas fueron similares y, que los niveles suministrados brindan un balance acorde de aminoácidos para satisfacer sus demandas requeridas y no ingerir alimento más de lo necesario (Vergara, 2011).

En la fase de inicio (16-33 días), los valores de consumo encontrados en todos los niveles de lisina evaluados (31,61 a 33,28 g/día), fueron menores a lo reportado por Morales et al. (2011); sin embargo, en la fase de crecimiento (34-53 días), el nivel de lisina en la dieta de 0,78% alcanzó un consumo de 58,02 g/día, se mostró mayor al alcanzado por León et al. (2016). En la fase de acabado los valores encontrados fueron similares a los reportados por Vargas y Yupa (2011) quienes obtuvieron un consumo promedio de 65,35 g/día.

Los consumos encontrados en la fase total de la investigación se reportan menores a los mostrados por

Vargas y Yupa (2011), diferencia que obedecería a que trabajaron la fase comprendida entre 21-60 días; del mismo modo, menores a los obtenidos por Carbajal (2015), quién mostró consumos diarios de 60,8 g. Las edades de evaluación y la genética de los cuyes utilizados en cada experimento podrían haber contribuido para la presentación de estas diferencias.

Conversión alimenticia

En las tres fases de evaluación del experimento no se muestran diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$), para la conversión alimenticia en relación a los niveles crecientes de lisina y manteniendo la relación lisina - aminoácidos; entendiendo que la conversión alimenticia está relacionada con la eficiencia de aprovechamiento y utilización de los nutrientes por los animales, similares conversiones tanto en niveles bajos de lisina como en los más elevados en las dietas, estarían sustentadas en el hecho que todas las dietas tuvieron la misma proporción de aumento de los otros aminoácidos esenciales, habiéndose conseguido con la relación lisina - aminoácidos, independientemente de los niveles de proteína en la dieta, Rezaei et al. (2013) reportaron que niveles altos de proteína en la dieta conllevaron a una mayor excreción de nitrógeno en la orina, como consecuencia de mayor desaminación de aminoácidos no utilizados en la síntesis de proteína corporal. En ese sentido, los resultados obtenidos en el presente trabajo, con niveles bajos de lisina y manteniendo la relación lisina: aminoácidos estaría, también, contribuyendo para disminuir la excreción de nitrógeno en la orina y evitar contaminación ambiental (Milgen y Dourmad, 2015).

En la fase de inicio del experimento (16-33 días), la conversión mostrada por animales que consumieron dieta con 0,84 % de lisina (2,18), fue mejor a la reportada por Moscoso (2017), diferencia que puede ser atribuida al uso de suplementado con alfalfa y raigrás; Marchan (2019) encontró valores inferiores (2,00 y 1,97) con la inclusión de mananosacáridos en las dietas, en porcentajes de 0,4 % y 0,6 %, respectivamente, la adición de 0,20% del mismo aditivo en la dieta mostró valores de conversión de 2,27. En la fase de crecimiento (34-53 días), las conversiones alimenticias reportadas por Marchan (2019) fueron ligeramente mejores a las obtenidas en el presente estudio.

La conversión alimenticia en la fase de acabado ($3,76 \pm 0,10$ y $4,02 \pm 0,09$), se reportaron como mejor en relación con la reportada por Rivera (2018) quién encontró valores entre 5,83 y 6,75, estas diferencias podrían estar vinculadas a las características de las dietas y la composición nutricional equilibrada del concentrado. En la fase total, las conversiones de

alimento en peso corporal acabado ($3,49 \pm 0,11$ y $3,80 \pm 0,07$), estuvieron mejores que las reportadas por Yoplac et al. (2016), cuyos valores variaron entre 4,44 y 5,60; por Cortes (2016) con valores entre 6,45 y 7,41, por Zamora (2016) con valores entre 5,79 y 6,60 y por Huamaní et al. (2016) quienes obtuvieron valores entre 3,49 y 5,95; respuesta atribuible, además del grupo genético, a la formulación de la dieta y al sistema de alimentación (solo alimento balanceado).

Análisis económico

El análisis económico (Tabla 5), nos muestra que los niveles de lisina en la dieta, manteniendo la relación lisina - aminoácidos influyeron en el beneficio neto y en la rentabilidad, mejores beneficios se obtuvieron con el nivel más bajo-de lisina en la dieta, como consecuencia de menores costos en la alimentación y similares pesos vivos de los animales al final de la crianza, lo cual refleja una mejor conversión alimenticia, disminuyendo los costos de producción; de esta manera se comprueba que, el costo de la alimentación es el que juega un papel preponderante en los costos de producción (Solari, 2010; Moncayo, 2012), la disminución de los costos estaría motivado por el nivel de proteína en la dieta, dietas con mayor nivel de proteína conlleven a mayores costos, los menores niveles de proteína en la dieta, motivado por menores niveles de lisina, han asegurado la calidad de la dieta, manteniendo la misma relación lisina - aminoácidos esenciales en todas las dietas, esta relación ha asegurado buenos pesos corporales al final del experimento y ha contribuido para obtener las mejores rentabilidades.

CONCLUSIONES.

Una respuesta favorable en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia con relación a los resultados reportados en otros estudios podría estar asociado a la genética mejorada que se utilizó en el presente estudio. Sin embargo, al alimentar cuyes de una genética mejorada con una dieta estándar formulada con niveles crecientes de lisina (0,78; 0,84; 0,92; 0,96 1,00; 1,08; 1,16) manteniendo la relación lisina – aminoácidos esenciales no se encuentra un mejor rendimiento en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, demostrando que la genética mejorada responde con buenos resultados incluso con niveles bajos de Lisina (0,78), lo cual conlleva a tener una dieta formulada al menor costo con beneficio neto y rentabilidad económica e incluso menor impacto ambiental por los bajos niveles de nitrógeno excretados.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Airahuacho, B., Vergara, R. (2016). *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. Inv. Vet. Perú; 28(2): 255-264. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13079>
2. Carbajal, CH. (2015). *Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (Cavia porcellus) en acabado en el valle Mantaro*. Tesis de Ing. Zootecnista. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 78 p. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.50.0.12996/1858>
3. Castillo, M. (2011). *Determinación y evaluación de los niveles más adecuados de aminoácidos esenciales en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), en las etapas de crecimiento y engorde*. Tesis Ing. Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 101 p. <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/1153>
4. Castro-Bedriñana J., Chirinos-Peinado D. & Quijada-Caro E. (2022). *Prediction models of digestible and metabolizable energy in guinea pig feeds*. Journal of Applied Animal Research, 50:1, 355-362, DOI: 10.1080/09712119.2022.2079647
5. Cortes, Q. (2016). *Evaluación de cuatro niveles de polvillo de Qañäwa (Chenopodium pallidicaule, A.) en la alimentación de Cuyes (Cavia porcellus L.) en crecimiento*. Apthapi 2(1): 85-94. http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/apt/v2n1/v2n1_a07.pdf
6. Collado, B. (2016). *Ganancia de peso en cuyes machos (Cavia porcellus) post destete de la raza Perú, con tres tipos de alimentación, Balanceada – Mixta - Testigo (alfalfa)*, en Abancay. Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Tecnológica de los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Agronomía. Apurímac. Abancay. 92 p. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/34>
7. FAO. (2020). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Capítulo 4 Nutrición y alimentación. <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>
8. Huamaní Ñ., G., Zea M., O., Gutiérrez R., G., & Vilchez P., C. (2016). *Efecto de Tres Sistemas de Alimentación sobre el Comportamiento Productivo y Perfil de Ácidos Grasos de Carcasa de Cuyes (Cavia porcellus)*. Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 27(3), 486-494. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
9. JASP Team (2022). *JASP (Version 0.16.3) [Computer software]*. <https://jasp-stats.org/>
10. León, Z., Silva, E., Wilson, A., & Callacna, M. (2016). *Vitamina C protegida en concentrado de Cavia porcellus "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje*. Scientia Agropecuaria, 7, 259-263. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.14>
11. Maliza, O. (2010). *Uso de subproductos de cacao en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus)*. Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2224>
12. Marchan, V. (2019). *Efecto del uso de los manano-oligosacáridos en la dieta de cuyes (Cavia porcellus) en la fase de crecimiento – engorde sobre el comportamiento productivo y rentabilidad económica*. Tesis de grado. Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4611>
13. Milgen, J. y Dourmad, J. (2015). *Concept and application of ideal protein for pigs*. J Anim Sci Biotechnol. 6(1): 15. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0016-1>
14. Moncayo, R. (2012). *"Producción de cuyes". Proceso productivo-alimentación, Criadero Auquicuy, Ibarra, Ecuador*.
15. Morales M., A., Carcelén C., F., Ara G., M., Arbaiza F., T., & Chauca F., L. (2011). *Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) de la raza Perú*. Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 22(3), 177–182. <https://doi.org/10.15381/rivep.v22i3.254>
16. Moscoso, M. J. E, (2017). *Efecto de cuatro densidades nutricionales en el destete precoz (7 días) de cuyes (Cavia porcellus)*. Tesis. Universidad Nacional San Antonio Abad de Cuzco. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1813>
17. Rezaei, R., Wang, W., Wu, Z., Dai, Z., Wang, J., Wu, G. (2013). *Biochemical and physiological bases for utilization of dietary amino acids by young Pigs*. J Anim Sci Biotechnol. 4(1):7-19. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-7>

18. Remigio R., Vergara V., Chauca L. (2006). *Evaluación de tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L) mejorados.* Tesis posgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/444>
19. Rivera K. (2018). *Efectos del uso de probióticos (*Saccharomyces cerevisiae* y *Lactobacillus sporogenes*) en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento –engorde.* Tesis grado. Universidad Nacional de San Martín.
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3176>
20. Sánchez-Macías D., Castro N., Rivero M.A., Argüello A. & Morales-delaNuez A. (2016). *Proposal of standard methods and procedures for the evaluation, cutting and separation of tissues from guinea pig carcasses.* Journal of Applied Animal Research, 44:1, 65-70, DOI: 10.1080/09712119.2015.1006234
21. Solari G. (2010). *Ficha Técnica de Crianza de cuyes.* Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú. En línea revisado el 30 de enero 2018. Recuperado de:
<http://www.solucionespracticas.org.pe/fichastecnicas/pdf/Crianza%20de%20cuyes.pdf>
22. Sturm V., Banse M., Salamon P. (2022). *The role of feed-grade amino acids in the bioeconomy: Contribution from production activities and use in animal feed.* Cleaner Environmental Systems, Volume 4.
<https://doi.org/10.1016/j.cesys.2022.100073>.
23. Vargas, S. Yupa, T. (2011). *Determinación de la Ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado.* Tesis grado. Universidad de Cuenca
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3319/1/TESIS.pdf>
24. Vergara, V. (2011). *Sistema de Alimentación en Producción de Cuyes, Estándares Nutricionales y Programas de Alimentación, Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Tesis de grado,* Universidad Nacional Agraria La Molina,
http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumenes_investigacion/Cuyes.pdf
25. Zamora, H. (2016). *Rendimiento y composición corporal de cuyes (*Cavia porcellus*) suplementados con tres niveles de harina de sangre bovino (*Bos taurus*) procesada artesanalmente.* Tesis posgrado Universidad Nacional de Trujillo.
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3568>