

Concentrado fibroso en el desempeño productivo y reproductivo de cuyes en crianza familiar-comercial de Los Andes

Bernardo Roque Huanca; Miguel Churata Higuera; Alfredo Loza del Carpio;
Regina Sumari Machaca; José Ramírez Aruquipa;
Diannett Benito Lopez; Heber Chui Betancur

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,
Universidad Nacional del Altiplano de Puno - Perú

E-mail de contacto: b.roque@unap.edu.pe

Resumen. El cuy criado en Los Andes, alimentado tradicionalmente con forrajes, tiene bajos rendimientos productivos y reproductivos, generando bajos ingresos económicos. El trabajo tuvo como objetivo evaluar la alimentación con concentrado fibroso en el desempeño productivo y reproductivo de cuyes. Una muestra de 110 cuyes hembra (963.1 ± 127.3 g) y 22 cuyes macho (1209.9 ± 159.0 g) de la raza Perú, fue distribuida en 22 módulos de reproducción (1macho/5 hembras), de los cuales 11 módulos fueron alimentados con forrajes (control) y 11 módulos con concentrado fibroso (experimental). Cada módulo fue una réplica. El forraje fue heno entero de avena, mientras que el concentrado fibroso fue una mezcla elaborada con heno picado de la misma avena, maíz-soya, suplemento vitamínico-mineral y sal común. Ambos grupos recibieron las mismas cantidades de alfalfa fresca como fuente de vitamina C. Luego, 92 gazapos del grupo control (248.8 ± 29.9 g) y 106 gazapos del grupo experimental (350.5 ± 64.6 g), resultantes de la reproducción, fueron alimentados con las mismas dietas, para evaluar su desempeño productivo. El grupo experimental superó al grupo control en todas las variables ($p < 0.05$): consumo de materia seca (81.2 ± 4.5 vs 77.9 ± 1.0 g/día), peso de hembras posparto (1394.0 ± 81.5 vs. 1161.4 ± 50.3 g), peso de machos (1479.8 ± 125.1 vs. 1287.6 ± 124.4), tamaño de camada (2.24 ± 0.45 vs. 1.89 ± 0.68), peso de camada (415.1 ± 80.2 vs. 291.3 ± 37.8 g), peso al destete (350.5 ± 64.6 vs. 248.8 ± 29.9 g), ganancia de peso a los 60 días de recría (9.59 ± 1.41 vs. 6.41 ± 0.69 g), y tiempo de recría hasta peso comercial (60 vs. 105 días), respectivamente. El concentrado fibroso logra mejor desempeño reproductivo y productivo que el forraje, pudiendo ser una alternativa viable para la crianza familiar-comercial de cuyes en Los Andes.

Palabras clave: Alimentación; Concentrado fibroso; Cuyes; Producción; Reproducción

Introducción

Los bajos desempeños productivo y reproductivo son los problemas más relevantes en la crianza familiar de cuyes en Los Andes de Perú, limitando de sobremano la seguridad alimentaria, los ingresos económicos y el bienestar de las familias dedicadas a esta actividad (Davis

& White, 2020). Los cuyes son animales de ovulación múltiple, con potencial para tener desde una, dos, cuatro, seis y hasta ocho crías por camada al nacimiento (Posada *et al.*, 2015); sin embargo, el tamaño de camada y las ganancias de peso vivo a nivel de crianza familiar, por lo general, son relativamente bajos (Velásquez *et al.*, 2017), siendo necesario

incrementarlos a través de nuevas estrategias en la alimentación, a fin de aumentar los rendimientos productivos, reproductivos y económicos (Guerrero *et al.*, 2020).

La aceptación cultural del cuy como alimento es menos omnipresente que la del cerdo, pollo y otras especies de granja; sin embargo, sus ventajas biológicas, ecológicas y económicas lo hacen un animal comestible, una fuente importante de carne, energía y proteína de alta calidad en la dieta, y una alternativa potencial para aliviar el hambre, la pobreza y la inseguridad alimentaria (Lammers *et al.*, 2009), sobre todo para la población de Los Andes que lo tiene como animal de crianza muy adaptada a sus condiciones. La excelente calidad de su carne, alta en proteína y baja en grasa, que se mantiene en forma homogénea, al margen de la calidad de la dieta que pueda consumir, sea forraje de alta o baja calidad, residuo agrícola o concentrado (Tenelema *et al.*, 2016), o harina de larvas de mosca soldado negra (Herrera *et al.*, 2022), hacen del cuy una opción atractiva para la alimentación, siendo las comunidades rurales de Los Andes las que presentan la mejor opción potencial para su producción (Rosenfeld, 2008). Los pueblos de África lo acogieron como minigano para la producción de carne (Sikiminywa *et al.*, 2016), aportando de manera significativa en su seguridad alimentaria-nutricional y en su economía (Ayagirwe *et al.*, 2019).

La alta capacidad del cuy para adaptarse a diversas condiciones climáticas ha posibilitado que el 60% de las familias rurales de la sierra se dedique a su crianza, a fin de obtener ingresos económicos a corto plazo y sustentar sus necesidades económicas; así mismo, el 95% de productores conserva la crianza tradicional y

solo un 5% practica la crianza familiar-comercial con alguna tecnología, alimentación con forrajes, frescos o secos, según la disponibilidad local, con rendimientos relativamente bajos, sobre todo en la época seca, siendo necesario buscar alternativas de alimentación para mejorar el desempeño productivo y reproductivo.

A pesar de que algunos sugieren la restricción de alfalfa en la alimentación del cuy, debido a su alto contenido de proteína y calcio, causante de urolitiasis por carbonato de calcio y oxalato de calcio (Edell *et al.*, 2019), esta planta es su alimento favorito, un verdadero manjar, sobre todo en estado tierno y fresco, pero escaso en la época seca de Los Andes, por lo que la alimentación de cuyes se limita al uso tradicional de forrajes secos y residuos de cocina (Morales, 1994), o los escasos pastos verdes y algunas malezas, que son insuficientes para sus demandas nutricionales, manifestándose con susceptibilidad a enfermedades, índices bajos de natalidad y pesos bajos al nacimiento y destete (Castro, 2002). La alimentación con concentrados (Cardona *et al.*, 2020), o la combinación de alfalfa y concentrado, constituyen estrategias importantes para garantizar una buena salud, producción y reproducción de los cuyes, expresándose con un mayor número de cuyes por nacimiento (Guerrero *et al.*, 2020).

La suplementación con concentrado fibroso en la dieta es una estrategia que posibilitó mejorar los índices reproductivos en alpacas (Rojas *et al.*, 2021), lo cual podría también ser de utilidad en cuyes para mejorar su eficiencia productiva y reproductiva; sin embargo, no se tiene idea clara de la magnitud de la mejora que podría lograrse con este tipo de alimentación en contextos de crianza familiar de Los Andes, dada la diversidad

de los sistemas de manejo; pero desde ya, una mejora en la alimentación se manifiesta de por sí con una mejora en la salud (Witkowska *et al.*, 2017), el crecimiento y la composición de la carne (Araujo *et al.*, 2018). El artículo presenta los resultados de un trabajo experimental desarrollado en ámbito de comunidad, como estrategia para promover la innovación tecnológica, cuyo objetivo fue evaluar la alimentación con concentrado fibroso en el desempeño productivo y reproductivo de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crianza familiar-comercial de Los Andes de Perú.

Materiales y métodos

Ámbito experimental: La investigación se realizó en la granja Higuera de la Comunidad de Occobamba del distrito de Marangani, provincia de Canchis del departamento de Cusco, a 22 km de la ciudad de Sicuani capital de la provincia, al margen de la carretera panamericana Sicuani-Juliaca, al pie del nevado Vilcanota, en las coordenadas 14° 21'12"S y 71°10'17"O, altitud de 3709 m, con referencia a la ciudad de Marangani (Google Earth, 2023), una temperatura media anual de 11.08 °C (mín. -3.08, máx. 21.21), precipitación media de 593.34

mm/año y una humedad relativa de 67.89 % (Senamhi, 2012).

El galpón de cuyes fue de 72 m² de área (12 * 6 m), construido con cimientos de piedra y muros de adobe estucados con yeso, ventanas de iluminación y ventilación, techo de calamina metálica y cuatro planchas de fibra transparente para la iluminación y calefacción natural, con orientación norte-sur, piso de concreto, con un total de 22 pozas de 2.06 m² de área (1.25 * 1.65 m) y 0.45 m de altura), con marcos de madera recubiertas con malla metálica de cocada hexagonal, debidamente identificadas. Al inicio y durante el experimento se adoptó con las medidas de bioseguridad, un pediluvio de cal viva en la entrada del galpón, limpieza cada 21 días, desinfección semanal con cloruro de benzalconio 0.4% (kresso, 1:10 ml de agua), y restricción del ingreso de personas extrañas. La temperatura del aire dentro del galpón se registró en forma diaria, con termómetro de mínimas y máximas, cuyas rango estuvo en 13-25°C (mín. 11°C y máx. 27°C), el mismo que está en la zona termoneutral (15-21°C) de los cuyes (Home Office, 2014).

Animales: El Cuadro 1 detalla aspectos relacionados con el grupo experimental de animales evaluados.

Cuadro 1. Distribución de cuyes para los experimentos de reproducción y producción.

Grupos	Heno de avena		Concentrado fibroso		P
	(n)	Peso promedio (g)	(n)	Peso promedio (g)	
<i>Cuyes adultos, machos y hembras, para medir el desempeño reproductivo</i>					
Hembras	55	978.6 ± 118.7	55	947.7 ± 134.7	0.2033
Machos	11	1217.6 ± 67.5	11	1202.2 ± 219.9	0.8281
<i>Cuyes destetados (gazapos), machos y hembras, para medir el desempeño productivo</i>					
Machos	45	245.2 ± 21.6	58	343.2 ± 53.6	0.0021
Hembras	47	252.5 ± 38.8	48	359.2 ± 81.7	0.0148
Total	92	350.5 ± 64.6	106	248.8 ± 29.9	0.0004

Alimentación

El grupo control fue alimentado con heno de avena (forraje seco al aire, H° 8%), ofrecido en henera para cuyes, en horas de la mañana (8:00 h), mientras que el grupo experimental, con concentrado fibroso en mezcla secada al aire, H° 8%), en comederos de plástico tipo tolva de 5 kg de capacidad, para consumo colectivo *ad libitum*, en horas de la mañana (8:00 h). A ambos grupos se suministró 50 g de

alfalfa fresca (*Medicago sativa* W350, H° 80%) por cuy, como fuente de vitamina C (Olazábal *et al.*, 2019). El concentrado fibroso fue elaborado con el mismo heno de avena, procesado mecánicamente a 6 mm ϕ , con adición de fuentes de energía, proteína, minerales y vitaminas, formulado con niveles intermedios de nutrientes (Cuadro 2), como mezcla única para hembras y machos reproductores, así como para crías y gazapos.

Cuadro 2. Concentrado fibroso destinado a cuyes en reproducción y producción.

Ingredientes	Mezcla (%)	Valor nutricional (en 100% de MS)	
Heno molido de avena (6 mm ϕ)	40.00	Energía metabolizable (kcal/g)	3.12
Maíz grano amarillo	11.40	Proteína cruda (%)	14.00
Polvillo de arroz	15.00	Lisina (%)	0.57
Soya integral (grasosa)	10.00	Fibra detergente neutro (%)	32.6
Harina de pescado (primera)	1.50	Calcio (%)	0.55
Subproductos de trigo	20.00	Fósforo disponible (%)	0.32
Sal común	0.50	Sodio (%)	0.29
Suplemento mineral [®]	0.50	Ácido linoleico	1.43
Premezcla vitamínico-mineral [®]	0.10		
Aceite de soya	0.50		
Total	100.00		

El agua se suministró mediante bebederos automáticos tipo chupón, instalado en cada poza, para consumo *ad libitum*.

Metodología

El desempeño reproductivo se determinó con una muestra de 132 cuyes mejorados de la raza Perú (110 hembras con 963.1 ± 127.3 g de peso y 22 machos con 1209.9 ± 159.0 g), seleccionados para reproducción, debidamente identificados con aretes de aluminio, divididos en dos grupos de tratamientos (experimental y control), con 11 módulos (5 hembras y 1 macho) por tratamiento, colocados en pozas independientes, a fin de medir el desempe-

ño reproductivo, iniciando con el empareamiento continuo y finalizando con el destete de las crías a los 15 días posparto. La reproducción fue mediante empareamiento continuo y parto en las mismas pozas de crianza, con presencia del macho, a fin de utilizar el celo posparto. Las variables reproductivas fueron: natalidad bruta, como la proporción (%) que representa el número de crías nacidas con relación al número de hembras paridas; fertilidad, como la proporción (%) que representa el número de hembras gestantes, con relación al número de hembras presentes en el módulo; tamaño de camada, como el número de crías nacidas por cada hembra parida; peso de camada, la masa corporal

de todas las crías nacidas por cada hembra parida; y peso corporal de la madre, registrada 24 horas posparto (Cahui, 2019).

El desempeño productivo se determinó con gazapos destetados, entre machos y hembras, logrados en los módulos de reproducción, 106 del grupo experimental y 92 del grupo control (Cuadro 1), distribuidos en módulos de 10 a 11 animales por poza, a través de un proceso de engorde, alimentados con las mismas dietas de reproducción, desde el destete hasta el peso comercial. Las variables evaluadas fueron: consumo de alimento, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia. Los pesos vivos se registraron con una balanza de precisión Camry de 5/0.001 kg y los alimentos con una balanza electrónica de 30/0.005 kg; además, termómetro ambiental de máximas y mínimas. Los datos se analizaron mediante la prueba de comparación de medias, t de Student, con dos grupos y sus respectivas réplicas, sujeto a los supuestos de que la variable dependiente es continua, las observaciones son independientes entre sí, los datos están normalmente distribuidos en cada grupo, con una media y varianza homogénea, como una distribución t con:

$$v = n_1 + n_2 - 2 \text{ grados de libertad}$$

(Fradette *et al.*, 2003), sujeta a pruebas de hipótesis a un nivel de significación de 5% (α 0.05).

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

La varianza ponderada (o varianza común compartida entre las dos variables) se calculó con la siguiente fórmula (Fradette *et al.*, 2003):

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}$$

dónde:

t	: prueba t de Student
\bar{x}_1	: media del grupo de cuyes experimental
\bar{x}_2	: media del grupo de cuyes control
n_1	: tamaño de la muestra de cuyes experimental
n_2	: tamaño de la muestra de cuyes control
S_p^2	: varianza ponderada (o común) de los dos grupos de cuyes
S_1^2	: varianza del grupo de cuyes experimental
S_2^2	: varianza del grupo de cuyes control

Las significancias fueron calculadas con el programa VassarStats de acceso libre (Lowry, 2019).

Resultados y discusión

Desempeño reproductivo de los cuyes

Los resultados del desempeño reproductivo de los cuyes se resumen en el Cuadro 3, comparativo entre la alimentación de heno de avena y concentrado fibroso. Todas las variables fueron significativas ($p < 0.05$). Los cuyes, tanto machos como hembras, iniciaron el experimento con pesos similares; sin embargo, finalizaron con pesos diferentes, con un mayor peso los del grupo experimental que los del grupo control, evidenciando el efecto del concentrado fibroso sobre el heno de avena.

Cuadro 3. Desempeño reproductivo de cuyes alimentados con heno de avena vs. concentrado fibroso en crianza familiar-comercial

Variable	Grupo control (Heno de avena)	Grupo experimental (Concentrado fibroso)	P
Consumo de materia seca (g/d)	77.9 ± 1.0	81.2 ± 4.5	0.3146
Peso inicial, machos (g)	1217.6 ± 67.5	1202.2 ± 219.9	0.4141
Peso final, machos (g)	1287.6 ± 124.4	1479.8 ± 125.1	0.0009
Peso vivo inicial, hembras (g)	987.6 ± 65.3	947.4 ± 62.2	0.1339
Peso vivo final al parto, hembras (g)	1161.4 ± 50.3	1394.0 ± 81.5	<.0001
Fertilidad de las hembras (%)	76.4 ± 25.0	96.4 ± 8.1	0.0102
Natalidad bruta (%)	189.1 ± 67.7	223.6 ± 45.4	0.0884
Tamaño de camada al nacimiento (n)	1.89 ± 0.68	2.24 ± 0.45	0.0884
Peso de camada al nacimiento (g)	291.3 ± 37.8	415.1 ± 80.2	<.0001
Peso al nacimiento (g) por cuy	121.3 ± 20.2	175.5 ± 22.6	<.0001

Las crías marcaron la misma tendencia, con un efecto positivo en la eficiencia reproductiva y el peso vivo de las crías (Czarnecki & Adamski, 2016), mientras que las madres con menores pesos se manifiestan con menor tamaño fetal y placentario, y una mayor proporción de peso placentario / fetal (Elias *et al.*, 2016), menores pesos de nacimiento en las crías, con posteriores problemas adversos de salud y mayores índices de morbilidad y mortalidad perinatal (Nevin *et al.*, 2018). El concentrado fibroso, a diferencia del forraje, incluye granos y polvillo de arroz que contribuyeron con un mayor aporte de energía (Bolarinwa & Adeola, 2012), debido a su alto contenido de almidón (Bello-Perez *et al.*, 2020), cuya digestión produce glucosa (Ratanpaul *et al.*, 2019), que sirve de combustible para el metabolismo energético del ovocito en desarrollo (Yuan *et al.*, 2016), aunque el ovocito en desarrollo es incapaz de metabolizar glucosa, son las células del complejo cumulus, las que en realidad metabolizan la glucosa, abasteciendo de piruvato al ovocito (Collado-Fernandez *et al.*, 2012), cuya oxidación mitocondrial, produce ATP para su desarrollo (Sutton-McDowall *et*

al., 2010). El ovocito del folículo primordial contiene unas 10 mil mitocondrias, pudiendo incrementar hasta 100 mil, según su demanda de energía (Ramalho-Santos *et al.*, 2009); por consiguiente, las hembras alimentadas con concentrado fibroso, respondieron con éxito en la ovulación, la fecundación y el desarrollo del embrión (Letelier *et al.*, 2008). Además, la fermentación del almidón y los oligosacáridos remanentes de la digestión, produjeron ácidos grasos de cadena corta en el tracto posterior (Jakobsdottir *et al.*, 2013), los mismos que sirvieron de combustibles energéticos para los colonocitos y como sustratos gluconeogénicos que apoyaron con una producción adicional de glucosa (Vernay, 1987).

La inclusión de soya y harina de pescado en el concentrado fibroso contribuyó con el aporte de proteínas y aminoácidos esenciales para la nutrición (González-Vega *et al.*, 2011), sobre todo lisina, el primer aminoácido limitante para los animales mamíferos, como lo es el cuy, por ser el más escaso en relación con la necesidad (Baker, 2007); así mismo, el catabolismo nitrogenado incrementa la

transferencia de nitrógeno ureico desde la sangre hacia el intestino grueso (Kawasaki *et al.*, 2015), incrementando la disponibilidad de nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana, el mismo que luego se recicla mediante la cecotrofia, mejorando la retención de nitrógeno (Sakaguchi, 2003). La presencia de aceite vegetal en la dieta incrementó el aporte de ácidos grasos esenciales, tales como linoleico y linolénico, los mismos que además de proporcionar energía, regulan el eje hipotalámico-pituitaria-gonadal (HPG) y el eje hipotalámico-pituitaria-adrenal (HPA), modulando las secreciones hormonales y la conducta animal (Nemeth *et al.*, 2017). Los ácidos grasos omega-3 y -6 son los mayores componentes de las membranas celulares neuronales que juegan un rol importante en la modulación de las funciones del cerebro, disminuyendo el estrés social y las concentraciones de cortisol (Nemeth *et al.*, 2014). Así mismo, los ácidos grasos esenciales mejoran el crecimiento del folículo ovárico, la función lútea y el rendimiento reproductivo, posibilitando una descendencia más numerosa y de mayor desarrollo (Borges *et al.*, 2019).

Los períodos críticos de la gestación, sobre todo después de la implantación, son altamente sensibles a los desafíos energéticos leves de corto plazo, con un impacto significativo en el desarrollo embrionario y fetal, donde las señales alimentarias transitorias regulan tanto el comportamiento sexual como los parámetros reproductivos y el desarrollo posnatal de la descendencia (Kauffman *et al.*, 2010), por lo que, el éxito de la gestación y la salud de la descendencia depende de la relación entre la alimentación materna y la utilización de los nutrientes durante la gestación y su suministro al embrión (Redmer *et al.*, 2004). Una hembra con buena alimentación, cubre

sus necesidades de nutrientes y satisface sus demandas de energía, con un balance energético positivo que impulsa la producción del sistema insulina/IGF, conformado por insulina y los factores de crecimiento I y II semejantes a la insulina (IGF1 y IGF2), donde la insulina mantiene la homeostasis de la glucosa periférica, así como la regulación de la reproducción (Sliwowska *et al.*, 2015), IGF1 mejora el transporte placentario y la partición de nutrientes a corto plazo (Sferruzzi-Perri *et al.*, 2007), mientras que IGF2 promueve la proliferación, transformación y diferenciación celular durante la gestación (Meiyu *et al.*, 2011; Ipsa *et al.*, 2019), así como el crecimiento fetal (Kadokia & Josefson, 2016). El balance energético negativo, por el contrario, disminuye la producción de miembros de la familia IGF, con retorno tardío a la ciclicidad ovárica posparto y una fertilidad deficiente (Fenwick *et al.*, 2008), lo cual explicaría la menor eficiencia reproductiva observada en el grupo control.

La reproducción es uno de los procesos energéticos más costosos en la vida de un animal, por lo que requiere recursos que no pueden asignarse a otras funciones, lo que genera costos reproductivos directos, es decir, compensaciones entre la reproducción actual y la supervivencia/reproducción posterior (Farlow, 2005). Un aporte insuficiente de energía puede limitar el desempeño productivo y reproductivo, puesto que las compensaciones en la asignación de energía entre crecimiento, reproducción y supervivencia están en el centro de la teoría de la historia de la vida (Audzijonyte & Richards, 2018). Cada poza estuvo conformada por cinco hembras y un macho, donde las hembras afrontaron un costo de reproducción desproporcionadamente alto con relación al macho, cuya supervi-

vencia y éxito reproductivo fueron dependientes de la eficiencia con la que lograron extraer la energía del alimento (Jeanniard-du-dot *et al.*, 2017), en una cantidad mayor con relación a sus requerimientos, manifestándose con un balance energético positivo, mayor peso y mayor tamaño y peso de camada de las crías del grupo experimental (Gurr, 1980), evidenciando la hipótesis del costo acumulativo de la reproducción, donde los costos reproductivos acumulados a lo largo de la vida reproductiva responden con un mayor desempeño reproductivo (Kroeger *et al.*, 2018) y una fuerte asociación entre la nutrición y la reproducción, donde los excedentes o los déficits de energía en la dieta, afectaron el estado metabólico, modularon la red neuronal hipotalámica de GnRH y/o la secreción de gonadotropinas hipofisarias y regularon el crecimiento folicular y la esteroidogénesis a nivel ovárico (De Bond & Smith, 2014).

El índice de natalidad (223.6 ± 45.4 vs. $189.1 \pm 67.7\%$), el peso de camada (415.1 ± 80.2 vs. 291.3 ± 37.8) y el peso vivo de las madres posparto (1394.0 ± 81.5 vs. 1161.4 ± 50.3 g) fueron las variables reproductivas más significativas ($p < 0.05$) a favor de la alimentación de concentrado fibroso con relación al forraje.

A pesar de que los niveles de nutrientes del concentrado (energía, proteína y otros) fueron intermedios con relación a los requerimientos nutricionales de los cuyes, los efectos en el desempeño reproductivo fueron significativos (Cuadro 3), concordantes con los resultados encontrados en granjas comerciales de la costa central de Perú (Rodríguez *et al.*, 2015; Yamada *et al.*, 2018), indicando que con una mediana tecnología en alimentación animal se puede lograr respuestas reproductivas compatibles con el interés comercial, o inclusive superarlas,

puesto que el peso al nacimiento de las crías y el peso al destete de los gazapos del grupo experimental (Cuadro 3) fueron mayores a los reportados, tanto para la sierra como para la costa (Cahui, 2019).

Un referente importante para efectos comparativos es el trabajo realizado en cuyes de la línea Perú, en condiciones de sierra (3824 msnm), en sistema de empadre continuo, en granja comercial, con alimentación de heno de avena, alfalfa fresca y alimento balanceado, en ambiente de 14.4 (9.6 - 19.2)°C (Cahui, 2019), con relación al cual, los cuyes del presente trabajo lograron mejores respuestas en peso al nacimiento (148.2 vs. 175.5 g), peso al destete (265.3 vs. 360.9 g), ganancia de peso (8.36 vs. 9.59 g/día) y tiempo de recría hasta peso comercial (80 vs. 60 días), respectivamente. Dado que el peso al nacimiento de las crías es un predictor importante del peso al destete (Smith *et al.*, 2007), los animales nacidos con alto peso mantuvieron la misma tendencia en las siguientes etapas de producción, acortando el tiempo de cría y recría (Surek *et al.*, 2019), siendo evidente que la alimentación con concentrado fibroso constituye una estrategia útil para aproximar los valores de la crianza familiar-comercial a los de una granja comercial.

Desempeño productivo de los gazapos de recría

El peso al destete de las crías fue diferente entre grupos ($p < 0.05$); las crías del grupo experimental llegaron al destete con 52% de ventaja con relación al grupo control; arrastrando luego la misma tendencia de sus correspondientes grupos, con mayores pesos en el grupo experimental que en el grupo control, tanto en peso al nacimiento, peso al destete y peso comercial (Cuadro 4).

Cuadro 4. Desempeño productivo de gazapos de recría alimentados con heno de avena vs concentrado fibroso en crianza familiar-comercial, con fines de engorde

Variable	Heno de avena	Concentrado fibroso	P
Peso inicial, al destete (g)	237.5 ± 37.2	360.9 ± 35.9	<.0001
Peso a los 45 días (g)	540.2 ± 30.8	806.4 ± 43.1	0.0044
Peso a los 60 días (g)	633.3 ± 31.2	926.1 ± 52.4	<.0001
Período de recría hasta peso comercial (días)	105	60	
Peso de saca para consumo (g)	873.9 ± 68.0	926.1 ± 52.4	0.1762
Consumo de materia seca (60 d) (g/d)	47.1 ± 2.8	52.4 ± 3.8	0.0009
Conversión alimenticia (60 d)	7.43 ± 0.96	5.58 ± 0.99	0.2645
Ganancia de peso vivo (60 d) (g/d)	6.41 ± 0.69	9.59 ± 1.41	<.0001

El grupo experimental superó ampliamente en peso vivo al grupo control ($p < 0.05$), con una ventaja de 46.2% a los 60 días de edad (926.1 ± 52.4 vs. 633.3 ± 31.2 g), logrando el peso comercial a los 60 días de edad (926.1 ± 52.4 g), mientras que el grupo control llegó recién a los 105 días de edad (873.9 ± 68.0 g), con un retraso de 45 días (Figura 1), evidenciando que la alimentación con concentrado fibroso es una mejor estrategia para un mejor desempeño productivo en un menor tiempo.

Las recomendaciones nutricionales indican que los cuyes en crecimiento requieren una dieta con 18% de proteína cruda y un contenido de energía metabolizable de 2.80-3.20 kcal/g, con un promedio de 3.0 kcal/g de materia seca, o una cantidad diaria de energía metabolizable para mantenimiento de $136 \text{ kcal/W}_{\text{kg}}^{0.75}$, para cuyes de 400 a 600 g de peso vivo (NRC, 1995); sin embargo, en el presente estudio, los cuyes consumieron un concentrado fibroso con menores niveles de proteína cruda (14%) y energía metabolizable (3.12 kcal/g de materia seca), dado que en crianza familiar-comercial, la formulación con niveles de proteína y energía compatibles con las recomendaciones nutricionales, colisiona con la

disponibilidad de recursos alimenticios y los costos asociados, por lo que se ha formulado una dieta con niveles intermedios de nutrientes; y a pesar de ello, se logró desempeños productivos interesantes. Una mejora de los niveles nutricionales en la dieta podría lograr mayores respuestas productivas; sin embargo, podría también colisionar con la salud ambiental (Sampat *et al.*, 2021).

El consumo de alimento fue mayor ($p < 0.05$) en el grupo alimentado con concentrado fibroso que con forraje (52.4 ± 3.8 vs. 47.1 ± 2.8 g/día). El grupo experimental inició la recría, como consecuencia del mejor desempeño reproductivo, con una ventaja significativa en peso inicial ($p < 0.05$), con relación al grupo control (360.9 ± 35.9 vs. 237.5 ± 37.2 g).

Durante la recría, los pesos vivos arrastraron la misma tendencia, alejándose progresivamente, hasta evidenciar una brecha grande en el tiempo. La ganancia de peso vivo mantuvo la misma tendencia, siendo mayor ($p < 0.05$) en el grupo experimental que en el grupo control (9.87 vs. 5.36 g/día).

La Figura 1 ilustra la evolución de los pesos vivos comparativos entre ambos grupos de gazapos, donde puede verse que el grupo experimental superó el peso comercial a los 60 días de recría, mientras que el grupo control logró aproximarse a ese peso recién a los 105 días, con un retraso de 45 días, es decir, el grupo experimental fue 75% más eficiente en el tiempo para lograr el peso comercial. El progreso de los pesos vivos se puede ajustar mediante la ecuación polinómica, como el mejor modelo, a través de la relación entre el período de recría y el peso de recría de los gazapos, con una alta bondad de ajuste (R^2 0.99), para ambos grupos (Figura 1).

Las ganancias de peso reportadas en la literatura son muy variables de un contexto a otro, de seguro por causa de la genética de los animales y las condiciones ambientales. En un extremo, los valores son tan bajos como 3.4 g/día en cuyes criollos alimentados con 150 g de za-

nahorias frescas, y 7.1 g/día con 100 g de garbanzo seco al aire, observados en Karachi-Pakistán, a 10 m de altitud (Shah *et al.*, 2017), respectivamente, lo que demuestra que los niveles crecientes de suplementos y el consumo promedio de materia seca se asociaron con mayores tasas de crecimiento.; seguido de 10.2 g/día en cuyes de la línea H y 10.5 g/día en los de la línea G, alimentados con 250 g de chala fresca y 30 g de afrecho de trigo, a 200 m de altitud de la costa central de Perú (Yamada *et al.*, 2019); y en el otro extremo, con 15.6 g/día en cuyes del genotipo Cieneguilla-UNALM alimentado con 49.2 g de materia seca de concentrado y forraje verde, a 300 m de altitud (Camino & Hidalgo, 2014), o 17.5 g/día en cuyes machos mejorados tipo I del valle del Mantaro, alimentados con 94.9 g de materia seca de concentrado y alfalfa fresca *ad libitum*, en una altitud de 3200 m de la provincia de Jauja-Junín (Carbajal, 2015).

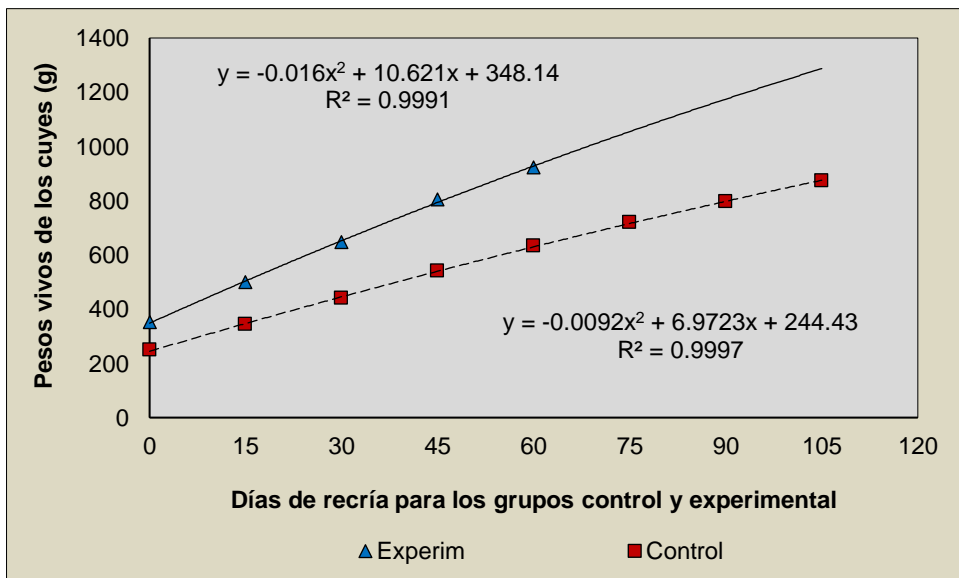


Figura 1. Evolución del peso vivo de cuyes de recría alimentados con heno de avena vs. concentrado fibroso, hasta el peso comercial

Un referente importante de comparación sobre el rendimiento reproductivo y productivo de cuyes de la raza Perú es el reporte de un contraste de los parámetros realizado en dos altitudes, costa (1400 m) y sierra (3800 m), con un sistema de empadre continuo, con 7 hembras y un macho por poza, y manejo tecnificado (Cahui, 2019), obteniendo 96% y 97% de fertilidad, con un tamaño de camada de 3.00 y 2.83 crías por parto, con pesos de crías al nacimiento de 159 y 148 g, peso al destete de 280 y 265 g, y peso de mercado a los 66 días con ganancia de peso de 10 g/día, y 80 días con ganancia de 8.36g/día, respectivamente. A nivel general, los resultados obtenidos en el grupo experimental del presente trabajo superan a esos datos, tanto para la costa como para la sierra, evidenciando que la alimentación con concentrado fibroso puede constituir una estrategia interesante que podría posibilitar un mejor desempeño reproductivo y productivo de los cuyes a nivel de crianza familiar-comercial de Los Andes.

El grupo experimental del trabajo tuvo una mejor conversión alimenticia ($p < 0.05$) que el grupo control (7.49 vs. 13.42, respectivamente), donde el grupo experimental logró 79.2% mayor conversión que el grupo control. Al respecto, los reportes son muy variables de una fuente a otra. La mayoría reporta ganancia de peso, sin precisar el consumo de alimento, lo cual dificulta la interpretación de la conversión alimenticia. Los valores reportados para los distintos tipos de alimentos son conversiones tan eficientes de 2.73 y 2.78 con cuyes machos de las razas Perú y Andina, respectivamente, alimentados con mezclas balanceadas integrales (Reynaga *et al.*, 2020); seguidas de 3.03 para cuyes mejorados de la raza Perú alimentados con concentrado (Chauca *et al.*, 2005), o 3.32 en la fase

compensatoria de restricción alimenticia con relación a los alimentados ad libitum (3.32 vs. 4.40) (Flores, 2021), seguida de 7.32 a 9.48 con ensilado de maíz (Olmedo, 2015), 8.44 a 9.13 con ensilado de avena (Huanca, 2007), 9.51 con mezcla comercial, pasto elefante y sal (Meza *et al.*, 1992), hasta conversiones tan bajas como 13.58 en cuyes alimentados con cebada con tres niveles de urea (Monroy, 1990).

A la luz de los resultados, es evidente que un alimento elaborado tiene una mejor calidad que un forraje simple, desde todo punto de vista, manifestándose con mejor desempeño productivo y reproductivo de los cuyes y una mejor composición química y calidad de su carne (Sánchez-Macías *et al.*, 2018), a pesar de que otras fuentes indican que la calidad de la carne del cuy es independiente de la calidad del alimento consumido, dado que los cuyes alimentados con residuos agrícolas, forrajes o concentrados (Tenelema *et al.*, 2016), inclusive con harina de larvas de moscas como fuente de proteínas (Herrera *et al.*, 2022), producen una canal de similar calidad, mientras que otras fuentes refieren lo contrario, lo cual es necesario investigar, a fin de ofrecer al mercado una carne magra, nutritiva y saludable (Pethick *et al.*, 2011).

Conclusiones

- El concentrado fibroso expresa un mejor desempeño reproductivo que el forraje ($p < 0.05$), con mayor peso vivo de hembras (1394.0 ± 81.5 vs. 1161.4 ± 50.3) y machos (1479.8 ± 125.1 vs. 1287.6 ± 124.4), mayor tamaño de camada (2.24 ± 0.45 vs. 1.89 ± 0.68) y peso de camada (415.1 ± 80.2 vs. 291.3 ± 37.8 g); así mismo, mejor desempeño productivo de gaza-

pos de recría ($p < 0.05$), con mayor peso al destete (350.5 ± 64.6 vs. 248.8 ± 29.9) y mayor ganancia de peso a los 60 días de recría (9.59 ± 1.41 vs. 6.41 ± 0.69) y menor tiempo de recría para lograr peso comercial (60 vs 105 días), respectivamente.

- Se concluye que el concentrado fibroso promueve un mejor desempeño productivo y reproductivo que el forraje, siendo una estrategia de alimentación viable para la crianza familiar-comercial de cuyes en Los Andes.

Referencias citadas

- AMDECO (Asociación de Gobiernos Autónomos). Araujo, M., Molina, A., Falconi, P., & Ponce, C. (2018). Effects of protein levels on guinea pig on growth performance, nitrogen utilization, and nutritional composition of meat by guinea pigs. *J Anim Sci*, 96(Suppl. S3), 260. <https://doi.org/10.1093/jas/sky404.570>
- Audzijonyte, A., & Richards, S. A. (2018). The energetic cost of reproduction and its effect on optimal life-history strategies. *The American Naturalist*, 192(4). <https://doi.org/10.1086/698655>
- Ayagirwe, R. B. B., Meutchieye, F., Mugumaarhahama, Y., Mutwedu, V., Baenyi, P., & Manjeli, Y. (2019). Phenotypic variability and typology of cavy (*Cavia porcellus*) production in the Democratic Republic of Congo (DRC). *Genetics and Biodiversity Journal*, 3(1), 11–23.
- Baker, D. H. (2007). Lysine, arginine, and related amino acids: An introduction to the 6th amino acid assessment workshop. *Journal of Nutrition*, 137, 1599S–1601S. <https://doi.org/10.1093/jn/137.6.1599s>
- Bello-Perez, L. A., Flores-Silva, P. C., Agama-Acevedo, E., & Tovar, J. (2020). Starch digestibility: Past, present, and future. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 100(14), 5009–5016. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8955>
- Bolarinwa, O. A., & Adeola, O. (2012). Energy value of wheat, barley, and wheat dried distillers grains with solubles for broiler chickens determined using the regression method. *Poultry Science*, 91(8), 1928–1935. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02261>
- Borges, J. B. S., Gonsioroski, A. V., & Silva, E. P. (2019). Effects of polyunsaturated fatty acids (PUFA) supplementation on reproductive performance of beef heifers submitted to fixed-time artificial insemination (FTAI) protocol. *Acta Scientiae Veterinariae*, 47(1675), 1–6. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.95139>
- Cahui, N. (2019). Eficiencia productiva y reproductiva en la crianza comercial de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en dos zonas ecológicas. *Revista de Investigaciones de La Escuela de Posgrado*, 8(2), 986–996. <https://doi.org/10.26788/riepg.2019.2.119>
- Camino, J., & Hidalgo, V. (2014). Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Rev Inv Vet Perú*, 25(2), 190–197.
- Carbajal, C. S. (2015). *Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (Cavia porcellus) en acabado en el Valle del Mantaro* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1858>
- Cardona, J. L., Portillo, P. A., Carlosama, L. D., Vargas, J. de J., Avellaneda, Y., Burgos, W. O., & Patiño, R. E. (2020). Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy. In *Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy*. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403329>
- Castro, H. P. (2002). Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector Rural. In *Benson Agriculture and Food Institute* (Vol. 1).
- Chauca, L., Muscari, J., & Higaonna, R. (2005). *Informe Final Sub Proyecto: "Generación de Líneas Mejoradas de Cuyes del Alta Productividad"* INIA-

- INCAGRO.
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/338/1/Generacion_de_lineas_mejoradas.pdf
- Collado-Fernandez, E., Picton, H. M., & Dumollard, Ré. (2012). Metabolism throughout follicle and oocyte development in mammals. *International Journal of Developmental Biology*, 56, 799–808.
<https://doi.org/10.1387/ijdb.120140ec>
- Czarnecki, R., & Adamski, M. (2016). Factors influencing litter size and birthweight in the newborn long-haired guinea pigs (*Cavia aperea f. porcellus*). *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 71–76.
<https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1013961>
- Davis, T. C., & White, R. R. (2020). Breeding animals to feed people: The many roles of animal reproduction in ensuring global food security. *Theriogenology*, 150, 27–33.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.041>
- De Bond, J. A. P., & Smith, J. T. (2014). Kisspeptin and energy balance in reproduction. *Reproduction*, 147, R53–R63. <https://doi.org/10.1530/REP-13-0509>
- Edell, A. S., Vella, D. G., Sheen, J. C., Carotenuto, S. E., Mckee, T., & Bergman, P. J. (2019). Retrospective analysis of risk factors, clinical features, and prognostic indicators for urolithiasis in guinea pigs: 158 cases (2009–2019). *JAVMA*, 260, S95–S100.
<https://doi.org/10.2460/javma.21.09.0421>
- Elias, A. A., Ghaly, A., Matuszewski, B., Regnault, T. R. H., & Richardson, B. S. (2016). Maternal Nutrient Restriction in Guinea Pigs as an Animal Model for Inducing Fetal Growth Restriction. *Reproductive Sciences*, 23, 219–227.
<https://doi.org/10.1177/1933719115602773>
- Fenwick, M. A., Llewellyn, S., Fitzpatrick, R., Kenny, D. A., Murphy, J. J., Patton, J., & Wathes, D. C. (2008). Negative energy balance in dairy cows is associated with specific changes in IGF-binding protein expression in the oviduct. *Reproduction Research*, 135, 63–75.
<https://doi.org/10.1530/REP-07-0243>
- Flores, L. P. C. (2021). *Evaluación del crecimiento compensatorio en el cuy (Cavia porcellus)* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16614>
- Fradette, K., Keselman, H. J., Algina, J., Lix, L., & Wilcox, R. R. (2003). Conventional and robust paired and independent-samples t tests: Type I error and power rates. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 2(2), 481–496.
<https://doi.org/10.22237/jmasm/1067646120>
- González-Vega, J. C., Kim, B. G., Htoo, J. K., Lemme, A., & Stein, H. H. (2011). Amino acid digestibility in heated soybean meal fed to growing pigs. *J Anim Sci*, 89, 3617–3625.
<https://doi.org/10.2527/jas.2010-3465>
- Google Earth. (2023). *El globo terráqueo más completo*. Programa de Computadora.
<https://earth.google.com/web/search/Marangani/@-14.3572185,-71.16956235,3702.58308391a,2277.17283186d,35y,323.96960468h,45t,0r/data=CigiJgokCUfJpZehoiXAEQDmUKMPCjHAGbLv5Su6NVHAIc8ZoRZ3MIPA>
- Guerrero, A. E., González, R. L., Castro, W. E., Ortiz, N. R., Grefa, D. A., & Guamán, S. A. (2020). Influence of litter size at birth on productive parameters in guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Animals*, 10(11), 1–12.
<https://doi.org/10.3390/ani10112059>
- Gurr, M. I. (1980). Animal models for the study of energy balance. *Proc. Nutr. Soc.*, 39, 219–225.
- Herrera, E., Petrusan, J. I., Salvá-Ruiz, B., Novak, A., Cavalcanti, K., Aguilar, V., Heinz, V., & Smetana, S. (2022). Meat quality of guinea pig (*Cavia porcellus*) fed with black soldier fly larvae meal (*Hermetia illucens*) as a protein source. *Sustainability*, 14, 1292.
<https://doi.org/10.3390/su14031292>
- Home Office. (2014). *Code of Practice for the Housing and Care of Animals Bred, Supplied or Used for Scientific Purposes* (Vol. 21, Issue 5).

- Ipsa, E., Cruzat, V. F., Kagize, J. N., Yovich, J. L., & Keane, K. N. (2019). Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor Action in Reproductive Tissues. *Frontiers in Endocrinology*, *10*(777), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00777>
- Jakobsdottir, G., Jädert, C., Holm, L., & Nyman, M. E. (2013). Propionic and butyric acids, formed in the caecum of rats fed highly fermentable dietary fibre, are reflected in portal and aortic serum. *The British Journal of Nutrition*, *110*, 1565–1572. <https://doi.org/10.1017/S0007114513000809>
- Jeanniard-du-dot, T., Trites, A. W., Arnould, J. P. Y., & Guinet, C. (2017). Reproductive success is energetically linked to foraging efficiency in Antarctic fur seals. *PLoS ONE*, *12*(4), e0174001. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174001>
- Kadokia, R., & Josefson, J. (2016). The Relationship of Insulin-Like Growth Factor 2 to Fetal Growth and Adiposity. *Hormone Research in Paediatrics*, *85*, 75–82. <https://doi.org/10.1159/000443500>
- Kauffman, A. S., Bojkowska, K., & Rissman, E. F. (2010). Critical periods of susceptibility to short-term energy challenge during pregnancy: Impact on fertility and offspring development. *Physiology and Behavior*, *99*(1), 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2009.10.017>
- Kawasaki, K., Min, X., Li, X., Hasegawa, E., & Sakaguchi, E. (2015). Transfer of blood urea nitrogen to cecal microbial nitrogen is increased by fructo-oligosaccharide feeding in guinea pigs. *Animal Science Journal*, *86*, 77–82. <https://doi.org/10.1111/asj.12238>
- Kroeger, S. B., Blumstein, D. T., Armitage, K. B., Reid, J. M., & Martin, J. G. A. (2018). Cumulative reproductive costs on current reproduction in a wild polytocous mammal. *Ecology and Evolution*, *8*, 11543–11553. <https://doi.org/10.1002/ece3.4597>
- Lammers, P. J., Carlson, S. L., Zdorkowski, G. A., & Honeyman, M. S. (2009). Reducing food insecurity in developing countries through meat production: The potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renewable Agriculture and Food Systems*, *24*(2), 155–162. <https://doi.org/10.1017/S1742170509002543>
- Letelier, C., Mallo, F., Encinas, T., Ros, J. M., & Gonzalez-Bulnes, A. (2008). Glucogenic supply increases ovulation rate by modifying follicle recruitment and subsequent development of preovulatory follicles without effects on ghrelin secretion. *Reproduction*, *136*(1), 65–72. <https://doi.org/10.1530/REP-08-0010>
- Lowry, R. (2019). VassarStats: Website for Statistical Computation. In *Vassar College, NY USA*.
- Meiyu, Q. I., Roth, Z., & Di, L. I. U. (2011). Insulin-like Growth Factor-I (IGF-I) in Reproduction System of Female Bovine. *Journal of Northeast Agricultural University*, *18*(4), 84–87. [https://doi.org/10.1016/S1006-8104\(12\)60030-0](https://doi.org/10.1016/S1006-8104(12)60030-0)
- Morales, E. (1994). The Guinea Pig in the Andean Economy: From Household Animal to Market Commodity. *Latin American Research Review*, *29*(3), 129–142.
- Nemeth, M., Millesi, E., Siutz, C., Wagner, K. H., Quint, R., & Wallner, B. (2017). Reproductive performance and gestational effort in relation to dietary fatty acids in guinea pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *8*(28), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0158-4>
- Nemeth, M., Millesi, E., Wagner, K. H., & Wallner, B. (2014). Effects of diets high in unsaturated Fatty acids on socially induced stress responses in Guinea pigs. *PloS One*, *9*(12), e116292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116292>
- Nevin, C. L., Formosa, E., Maki, Y., Matuszewski, B., Regnault, T. R. H., & Richardson, B. S. (2018). Maternal nutrient restriction in guinea pigs as an animal model for studying growth-restricted offspring with postnatal catch-up growth. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, *314*, R647–R654. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00317.2017>

- NRC. (1995). *Nutrient Requirements of Laboratory Animals* (Fourth Rev). National Academies of Sciences.
- Olazábal, J., Camargo, R., García, M., & Morales-Cauti, S. (2019). Deficiencia de vitamina C como causa de mortalidad y morbilidad en cuyes de crianza intensiva y su tratamiento. *Rev Inv Vet Perú*, 30(4), 1718–1723.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17147>
- Pethick, D. W., Ball, A. J., Banks, R. G., & Hocquette, J. F. (2011). Current and future issues facing red meat quality in a competitive market and how to manage continuous improvement. *Animal Production Science*, 51, 13–18.
<https://doi.org/10.1071/AN10041>
- Posada, S. L., Solarte, C. E., & Noguera, R. R. (2015). Effect of genetic line and sex on growth in guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Livestock Research for Rural Development*, 27(1), 1–6.
- Ramalho-Santos, J., Varum, S., Amaral, S., Mota, P. C., Sousa, A. P., & Amaral, A. (2009). Mitochondrial functionality in reproduction: From gonads and gametes to embryos and embryonic stem cells. *Human Reproduction Update*, 15(5), 553–572.
<https://doi.org/10.1093/humupd/dmp016>
- Ratanpaul, V., Williams, B. A., Black, J. L., & Gidley, M. J. (2019). Review: Effects of fibre, grain starch digestion rate and the ileal brake on voluntary feed intake in pigs. *Animal*, 13(11), 2745–2754.
<https://doi.org/10.1017/S1751731119001459>
- Redmer, D. A., Wallace, J. M., & Reynolds, L. P. (2004). Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. *Domestic Animal Endocrinology*, 27, 199–217.
<https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2004.06.006>
- Reynaga, M. F., Vergara, V., Chauca, L., Muscari, J., & Higaona, R. (2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 31(3), e18173.
<https://doi.org/10.15381/RIVEP.V31i3.18173>
- Rodríguez, H., Gutiérrez, G., Palomino, M., & Hidalgo, V. (2015). Características Maternales al Nacimiento y Destete en Cuyes de la Costa Central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 26(1), 77–85.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10941>
- Rojas, D. A., Pérez, U. H., Llacsá, J., & Roque, B. (2021). Efecto de la suplementación de concentrado fibroso sobre el rendimiento reproductivo de alpacas en altiplano peruano. *Rev Inv Vet Perú*, 32(4), e20926.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i4.20926>
- Rosenfeld, S. A. (2008). Delicious guinea pigs: Seasonality studies and the use of fat in the pre-Columbian Andean diet. *Quaternary International*, 180, 127–134.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.08.011>
- Sakaguchi, E. (2003). Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Animal Science Journal*, 74(5), 327–337.
<https://doi.org/10.1046/j.1344-3941.2003.00124.x>
- Sampat, A. M., Hicks, A., Ruiz-Mercado, G. J., & Zavala, V. M. (2021). Valuing economic impact reductions of nutrient pollution from livestock waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105199.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105199>
- Sánchez-Macías, D., Barba-Maggi, L., Morales-delaNuez, A., & Palmay-Paredes, J. (2018). Guinea pig for meat production: A systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality. *Meat Science*, 143, 165–176.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.004>
- Sferruzzi-Perri, A. N., Owens, J. A., Standen, P., Taylor, R. L., Heinemann, G. K., Robinson, J. S., & Roberts, C. T. (2007). Early treatment of the pregnant guinea pig with IGFs promotes placental transport and nutrient partitioning near term. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 292, E668–E676.
<https://doi.org/10.1152/ajpendo.00320.2006>

- Shah, M. A., Samoon, A. K., Talpur, M. A., Goswami, N., Malhi, K. K., & Arijio, A. G. (2017). Chickpea Feeding Promotes Weight Gain in Guinea Pigs. *Research Journal for Veterinary Practitioners*, 4(1), 7–10.
<https://doi.org/10.14737/journal.rjvp/2016/4.1.7.10>
- Sikiminywa, K. L., Godeau, J.-M., Nyongombe, U. F., & Hornick, J.-L. (2016). Breeding of guinea-pig (*Cavia porcellus*, L. 1758) for meat production in Butembo, Democratic Republic of Congo: Literature review and breeding scheme. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, 11(2), 75.83.
- Sliwowska, J. H., Fergani, C., Gawalek, M., Skowronska, B., Fichna, P., & Lehman, M. N. (2015). Insulin: its Role in the Central Control of Reproduction. *Physiol Behav.*, 0, 197–206.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.05.021>.Insulin
- Smith, A. L., Stalder, K. J., Serenius, T. V, Baas, T. J., & Mabry, J. W. (2007). Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. *Journal of Swine Health and Production*, 15(4), 213–218.
- Surek, D., Almeida, L. M., Panisson, J. C., Krabbe, E. L., Oliveira, S. G., Alberton, G. C., & Maiorka, A. (2019). Impact of birth weight and daily weight gain during suckling on the weight gain of weaning piglets. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 71(6), 2034–2040.
<https://doi.org/10.1590/1678-4162-10786>
- Sutton-McDowall, M. L., Gilchrist, R. B., & Thompson, J. G. (2010). The pivotal role of glucose metabolism in determining oocyte developmental competence. *Reproduction*, 139(4), 685–695.
<https://doi.org/10.1530/REP-09-0345>
- Tenelema, M. C., Sánchez-Macías, D., Yumisaca-Guevara1, D. D., Remache, R., Inca Guerrero, V., Barba, I., Hernández, C., Palmay, J., & Morales-delaNuez, A. J. (2016). 0833 Guinea pig carcass quality: Traditional diet vs. high quality diet. *J Anim. Sci.*, 94(Suppl. 5), 400–401.
<https://doi.org/10.2527/jam2016-0830>
- Velásquez, S., Jiménez, R., Huamán, A., San Martín, F., & Carcelén, F. (2017). Efecto de Tres Tipos de Empadre y Dos Tipos de Alimentación sobre los Índices Reproductivos en Cuyes Criados en la Sierra Peruana. *Rev Inv Vet Perú*, 28(2), 359–369.
- Vernay, M. Y. (1987). Propionate absorption and metabolism in the rabbit hindgut. *Gut*, 28, 1077–1083.
<https://doi.org/10.1136/gut.28.9.1077>
- Witkowska, A., Price, J., Hughes, C., Smith, D., White, K., Alibhai, A., & Rutland, C. S. (2017). The Effects of Diet on Anatomy, Physiology and Health in the Guinea Pig. *Journal of Animal Health and Behavioural Science*, 1(1), 1–6.
- Yamada, G., Bazán, V., & Fuentes, N. (2018). Parámetros productivos de cuyes G en la costa central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(3), 877–881.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v29i3.14748>
- Yamada, G., Bazán, V., & Fuentes, N. (2019). Comparación de parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes en la costa central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 30(1), 240–246.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15678>
- Yuan, B., Liang, S., Kwon, J. W., Jin, Y. X., Park, S. H., Wang, H. Y., Sun, T. Y., Zhang, J. B., & Kim, N. H. (2016). The role of glucose metabolism on porcine oocyte cytoplasmic maturation and its possible mechanisms. *PLoS ONE*, 11(12), 1–15.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168329>