

**Capítulo I: Respuestas productivas de cuyes (*Cavia porcellus*) a la suplementación con harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y curcuma (*Curcuma longa*): Un enfoque innovador para la cuyicultura sostenible**





# Respuestas productivas de cuyes (*Cavia porcellus*) a la suplementación con harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y curcuma (*Curcuma longa*): Un enfoque innovador para la cuyicultura sostenible

***Productive responses of guinea pigs (*Cavia porcellus*) to supplementation with amaranth (*Amaranthus caudatus*) and curcuma (*Curcuma longa*) meal: An innovative approach to sustainable guinea pig farming.***

Guamán Rivera, Santiago   Herrera-Feijoo, Robinson    
Alexander <sup>1</sup> J. <sup>2</sup>  
Paredes-Peralta, Armando Vinicio   Ruiz-Sánchez, Clara Isabel    
<sup>3</sup> <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ecuador, El Coca, Orellana, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<sup>2</sup> Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

<sup>3</sup> Ecuador, Pastaza, Universidad Estatal Amazónica

 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/eqaea.ci.2022.20>

## 1.1. Resumen

La búsqueda de fuentes proteicas alternativas y sostenibles en la alimentación animal es relevante para la producción ganadera. El grano de amaranto (*Amaranthus caudatus*) se presenta como una opción prometedora, especialmente en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de crecimiento. El estudio evaluó el uso del grano de amaranto como fuente proteica para cuyes en etapa de crecimiento. Se realizaron pruebas con 60 cuyes de 15 días de edad, distribuidos en cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno. Los tratamientos consistieron en diferentes niveles de inclusión de grano de amaranto: Control (0%), T1 (10%), T2 (15%), y T3 (20%), expresados en base a materia seca. Se midieron el peso vivo, la conversión alimenticia, el consumo de alimento y la mortalidad durante 60 días. Los resultados demostraron que el tratamiento con un 10% de inclusión de A. caudatus presentó valores superiores de peso vivo y una mejor conversión alimenticia en comparación con las otras

proporciones evaluadas ( $P = 0.04$ ). Se sugiere que la inclusión de amaranto al 10% en la dieta de cuyes puede ser una alternativa proteica efectiva en el manejo de estos animales, ofreciendo beneficios en el rendimiento de peso y la eficiencia de conversión alimenticia, lo que contribuiría a una mejor producción y rendimiento durante la etapa de desarrollo. Estos hallazgos pueden ser relevantes para mejorar la calidad de los balanceados utilizados en la producción de cuyes y, en última instancia, contribuir al bienestar y rendimiento de estos animales en la industria ganadera.

**Palabras clave:** Amaranto, Cuyes, Proteína, Conversión alimenticia, Seguridad alimentaria

**Abstract:** The search for alternative and sustainable protein sources in animal feed is relevant to livestock production. Amaranth grain (*Amaranthus caudatus*) is presented as a promising option, especially in the diet of growing guinea pigs (*Cavia porcellus*). The study evaluated the use of amaranth grain as a protein source for growing guinea pigs. Sixty 15-day-old guinea pigs were tested in four treatments, each with three replicates. The treatments consisted of different levels of amaranth grain inclusion: Control (0%), T1 (10%), T2 (15%) and T3 (20%), expressed on a dry matter basis. Live weight, feed conversion, feed intake and mortality were measured for 60 days. The results showed that the treatment with 10% inclusion of *A. caudatus* had higher live weight values and better feed conversion than the other proportions evaluated ( $P = 0.04$ ). It is suggested that the inclusion of 10% amaranth in the diet of guinea pigs may be an effective protein alternative in the management of these animals, providing benefits in weight gain and feed conversion efficiency, which would contribute to better production and performance during the developmental phase. These findings may be relevant to improve the quality of diets used in guinea pig production and ultimately contribute to the welfare and performance of these animals in the livestock industry.

**Keywords:** Amaranth, Guinea pigs, Protein, Feed conversion, Food security

## 1.2. Introducción

El cuy (*Cavia porcellus*) considerada como una especie propia de los Andes, generalmente se le encuentra en Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Ecuador (Castro-Bedriñana & Chirinos-Peinado, 2021). Esta es explotada primordialmente por su carne ya que presenta algunas características peculiares, además, representan una alta importancia gracias a su facilidad de reproducción y crianza (Castro-Cedano, et al., 2023). El cuy, originario de Latinoamérica, es un roedor que se lo encuentra desde los 0 hasta casi los 4500 m.s.n.m. En las zonas altoandinas, esta especie toma una importancia relevante, ya que además de ser fuente principal para obtener proteína de alto valor biológico, se ha convertido en una fuente de ingresos económicos para las comunidades rurales del Ecuador (Guerrero-Pincay et al., 2020). Razón por la cual, en la actualidad, podremos decir que, la actividad se enfoca en la crianza, reproducción y comercialización de *C. porcellus* con finalidad productiva y económica. De hecho, Avilés et al. (2014) menciona que, culinariamente en la mayoría de los países de la región andina, es uno de los platos típicos favoritos por propios y extraños.

El crecimiento de la población, aumentado la demanda de alimentos tanto de origen vegetal como animal (Rosegrant et al., 2009). Lo que significa, que debemos encontrar formas sostenibles de producir suficiente comida para alimentar a todos de manera adecuada. En consecuencia, la alimentación humana es uno de los retos más importantes que debe de cubrir la producción animal, por lo que se ha hecho imprescindible desarrollar nuevos métodos sistemáticos de producción (Pascual et al., 2017).

Como se ha mencionado, la cuyicultura corresponde a una actividad alternativa de producción de proteína animal a un bajo costo, que se sustenta en la eficiencia reproductiva del cuy. En términos generales, la carne de cuy evidencia un 20% de proteína y valores no mayores a 8% en grasa. En el Ecuador, existe alrededor de 5.067,049 cuyes (INEC- ESPAC, 2020), por lo que su producción ha traspasado incluso las fronteras presentando mayor demanda en países como Norte América del Norte y la Unión Europea.

La nutrición juega un rol importante en toda explotación pecuaria, ya que un adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción (Smits et al., 2021). El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes permite satisfacer las necesidades en cada una de las fases biológicas por las que atraviesa (gestación, lactancia, engorde). Una de las alternativas de alimentación para cuyes es la *Curcuma longa* (Hassaninasab et al., 2011). *C. longa*, comúnmente conocida como cúrcuma, es una planta con flores que pertenece a la familia del jengibre, Zingiberaceae. Es originaria del subcontinente indio y del sudeste asiático, donde se ha utilizado durante siglos como especia, colorante natural y medicina tradicional. De hecho, la *C. longa* es considerada como un fitobiótico que ayudan en el desarrollo oportuno del hígado y riñón en animales, promoviendo su adecuado crecimiento (Djournessi-Tobou et al., 2021; Tobou-Djournessi et al., 2020). Con este preámbulo, el objetivo de esta investigación fue evaluar la inclusión de dos niveles de harina de *A. Caudatus* en la alimentación de cuyes y su rendimiento a la canal.

### **1.3. Materiales y métodos**

#### **1.3.1. Cuestiones éticas**

Todos los procedimientos de cuidado, alojamiento y alimentación de los animales fueron adaptados con base normativa internacional de bienestar animal 2010/63/UE (Unión Europea, 2010) [Art. 2.5)

#### **1.3.2. Ubicación del ensayo**

Este trabajo experimental fue llevado a cabo en la Provincia de Orellana, cantón Francisco de Orellana. De acuerdo al INAMHI (2021) el clima en esta región se caracteriza por condiciones de bosque húmedo tropical. Adicionalmente, datos meteorológicos del INAMHI (2021), reportan que la precipitación media anual es de unos 2942 mm con una temperatura media anual de 29,7 °C, y altitud sobre 275 m sobre el nivel del mar.

### 1.3.3. Obtención de la harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*)

Para obtener harina de calidad y libre de impurezas, una vez los granos separados, estos fueron enjuagados con agua limpia. Luego, una vez los granos secados al sol (> 72 horas), fueron tostados en un recipiente de uso alimentario a fuego medio-alto. Para el proceso de molienda, se usó un molino de martillos con un tamaño de tamiz de 2 mm, siendo luego, pasados por un tamiz de malla fina para eliminar cualquier partícula más grande. De acuerdo a los análisis químicos siguiendo la metodología de la AOAC (2000), se ha reportado la siguiente composición química (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Composición química de la harina de amaranto (Amaranthus caudatus).*

item	Resultado <sup>1</sup>
Materia seca, a 103°C	90,01
Cenizas, %	3,54
Proteína bruta, %	15,49
Grasa, %	6,49
Fibras, %	2,24
Carbohidratos totales	62,3
Energía, kcal/kg MS	586,21

### 1.3.4. Descripción de las instalaciones y alojamiento

Se utilizó un galpón de 7 x 5 m, el cual fue dividido con dos planchas de trípex en 20 cuyeras de 0,6 x 0.6 m. En cada cuyera, se colocó una unidad experimental que estaba conforma por tres animales con su respectivo tratamiento y repetición. Además, cada compartimiento estaba acondicionado con comederos y bebederos a libre acceso. La limpieza de la instalación se realizó 2 veces por semana. De igual forma, las condiciones ambientales fueron mantenidas en (20 a 25°C; 16HL:8HO) para temperatura y horas luz, respectivamente.

### 1.3.5. Animales y asignación de tratamientos

Para este trabajo, 60 cuyes de 15 días de nacidos, de acuerdo con un diseño en bloques completamente al azar fueron distribuidos en cuatro tratamientos con

tres repeticiones. Tras un periodo de adaptación de 7 días, en la que fueron alimentados con una dieta de mantenimiento a base de (*Penisetum clandestinum*) y concentrado (19%, PB, en base a materia seca) en una proporción 60:40. Los animales fueron aleatoriamente se asignaron a uno de los siguientes tratamientos; Control, misma dieta de mantenimiento, T1, dieta mantenimiento + 10% de harina de amaranto, T2, dieta mantenimiento + 15% de harina de amaranto y finalmente, T3, dieta mantenimiento + 20% de harina de amaranto.

### **1.3.6. Mediciones experimentales**

La ingesta de alimento se registró diariamente con una balanza de capacidad sobre 2000 g  $\pm$  0,5 de precisión (GRAM FC, Madrid, España), mientras que el peso corporal individual (PC) se registró semanalmente (GRAM FC, Madrid, España). La ingesta media diaria de alimento y los índices de conversión alimenticia se calcularon utilizando los datos de ganancia de peso vivo e ingesta de alimento (Morales et al., 2011).

### **1.3.7. Análisis estadístico**

Los datos recolectados mediante un diseño completamente al azar fueron analizados con un modelo lineal general de SAS v. 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Considerando a los tratamientos y el periodo como efectos fijos. Las medias son presentadas como mínimas cuadradas y comparadas con un test de Tukey's. Diferencias estadísticas fueron a un  $P < 0,05$  y tendencias a un  $P < 0,10$ .

## **1.4. Resultados**

Los datos de rendimiento de acuerdo con cada tratamiento se muestran en la tabla 1.



**Tabla 2.**

*Respuestas productivas de cuyes alimentados con harina de curcuma (A. caudatus)*

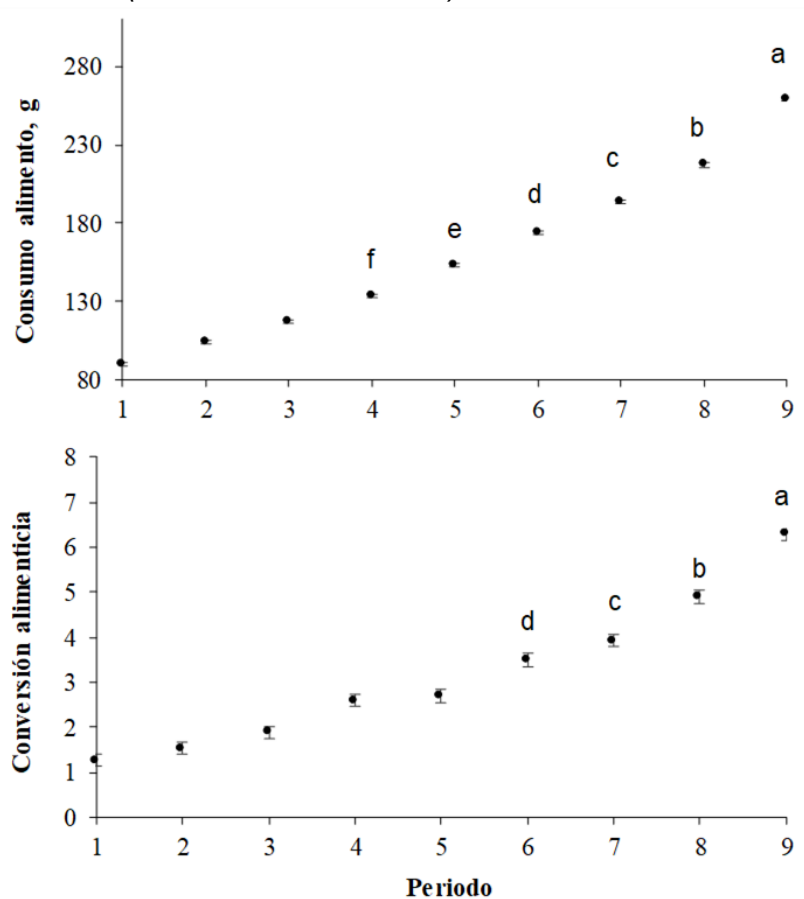
Item	Tratamientos				EE	P = valor		
	Control	T1	T2	T3		Tratamiento	Periodo	T x P
Consumo de alimento, g/d	256b	259a	258a	258a	1	0,002	0,001	0,88
Peso Inicial, g	58	59	58	58	1	0,32	-	-
Peso Final, g	696 <sup>c</sup>	798 <sup>a</sup>	751 <sup>b</sup>	761 <sup>b</sup>	2	0,001	0,001	0,06
Conversión alimenticia	3,50 <sup>a</sup>	3,10 <sup>bc</sup>	3,40 <sup>ab</sup>	3,20 <sup>b</sup>	0,10	0,008	0,001	0,51

<sup>a-c</sup> Medias con diferente letra en la misma fila difiere a un valor de  $P < 0,05$ ; EE, error estándar de la media; Tx P, interacción tratamiento x interacción

La inclusión de harina de amaranto *Amaranthus caudatus* en la dieta de cuyes incremento el consumo medio diario de alimento. De hecho, adicionar del 10 al 15% curcuma mostró un 2% más consumo de alimento que cuando los cuyes se alimentaron con la dieta control (259 vs.256  $\pm$  1 g/d;  $P = 0,002$ ). Como era de esperarse, el consumo de alimento progresivamente incremento desde el día 1 al día 9 ( $P < 0,001$ ;Figura 1). Al inicio del experimento, todos los tratamientos no difirieron en su peso vivo (70  $\pm$  2 g;  $P = 0,32$ ;Tabla 1). No obstante, diferencias altamente significativas fueron observadas al comparar los tratamientos ( $P < 0,001$ ; Tabla 1). Adicionar amaranto (*Amaranthus caudatus*) en una proporción de 10% en base a materia seca, mostró mayores incrementos medios de peso (798  $\pm$  1g) comparados al tratamiento control (696  $\pm$  1 g). Similares resultados fueron observados para el efecto periodo (Tabla 1). Mientras que una tendencia estadística para la interacción tratamiento x periodo fue determinada ( $P < 0,001$ ). Con respecto a los datos de conversión alimenticia (CA), la suplementación de cuyes con amaranto en proporción del 10 y 20%, demostró mejores datos de CA ( $P < 0,001$ ;Tabla 1). El tratamiento T1 y T4 tuvo mejores valores de CA (3,1  $\pm$  0,10) frente al tratamiento control (3,50  $\pm$  0,10). Diferencias estadísticas para el efecto periodo ( $P < 0,001$ ;Figura 1) fueron determinadas, aunque no se observó diferencias en su interacción ( $P = 0,51$ ).

**Figura 1.**

*Consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes suplementados con harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*)*



### 1.4.1. Discusión

En la actualidad, la investigación dietética alimentaria y farmacéutica se centra cada vez más en los nutraceuticos (Bruni et al., 2001). Desde el punto de vista nutricional, es bien sabido que las proteínas de origen animal son muy superiores a las de origen vegetal. Sin embargo, algunas fuentes de proteínas vegetales como la soja, el maíz de alta calidad proteica, las semillas de quinoa y las semillas de amaranto contienen proteínas que se acercan a la calidad de las proteínas animales (Gamel et al., 2004). Al evaluar los resultados obtenidos, se confirma que la utilización del grano de amaranto (*Amaranthus caudatus*) como fuente alternativa de proteína en la alimentación de cuyes en etapa de crecimiento, incrementó sus rendimientos productivos. De hecho, Parrado (1994), reportó haber observado un 4,7% más de peso vivo así como 26,5% de conversión alimenticia al suplementar cuyes con 15% con harina de curcuma.

Mientras que nuestra investigación demostró al igual que Parrado (1994) que suplementar cuyes con harina de amaranto incremento el consumo medio diario de alimento. El amaranto es un alimento rico en nutrientes que puede ser utilizado para alimentar a herbívoros no rumiantes. La calidad y la cantidad del amaranto proporcionado en la dieta de los cuyes influirán en su conversión alimenticia (Chillagano-Tipán, 2014). Sin embargo, es importante recordar que la conversión alimenticia puede depender de varios factores, incluyendo la edad de los cuyes, la genética, el manejo, el ambiente y otros ingredientes utilizados en su alimentación (Carrillo-Oleas & Oñate-Mancero, 2023). En consecuencia, los cuyes pueden tener una buena conversión alimenticia si se les proporciona una dieta equilibrada y rica en nutrientes. En este sentido, el amaranto puede ser una excelente fuente de proteínas, vitaminas y minerales para estos animales, lo que contribuye a un crecimiento saludable y una eficiente conversión alimenticia. Además de aquello, amplia evidencia científica ha demostrado en estudios experimentales que la curcumina puede tener efectos positivos sobre la salud intestinal y ayudar a mantener un equilibrio en la microbiota intestinal, lo cual es beneficioso para la digestión y el sistema inmunológico de los animales (Tobou-Djoumessi et al., 2020). Es importante también destacar, que, dadas propiedades antioxidantes, así como antiinflamatorias, en la actualidad se están llevando a cabo trabajos apuntando en reducir el estrés oxidativo y aumentar respuestas inmunes en animales de interés zootécnico.

## 1.5. Conclusión

La inclusión de harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en la dieta de cuyes en proporciones del 10% ha demostrado ser efectiva para aumentar los rendimientos productivos de estos animales, lo que sugiere que el amaranto es una opción valiosa como suplemento alimenticio en la cuyicultura. El amaranto se destaca por su alto contenido proteico, lo que lo convierte en un componente importante para formular dietas de alta calidad para herbívoros no rumiantes como los cuyes.

Además, la adición de cúrcuma como fitobiótico también puede tener un efecto positivo en la salud intestinal y el sistema inmunológico de los cuyes, lo que

podría contribuir a un crecimiento saludable y una mejor conversión alimenticia. Se sugiere la necesidad de realizar más investigaciones a largo plazo para confirmar los hallazgos y evaluar posibles beneficios inmunológicos adicionales asociados con la inclusión de amaranto y cúrcuma en la dieta de los cuyes.

Para futuras investigaciones, se recomienda llevar a cabo estudios a largo plazo para seguir evaluando el impacto de la inclusión de amaranto y cúrcuma en la dieta de cuyes. Esto permitiría obtener una visión más completa de sus efectos a lo largo del tiempo y en diferentes etapas del crecimiento y desarrollo de los animales. Asimismo, sería beneficioso realizar análisis nutricionales más detallados de la harina de amaranto y cúrcuma utilizadas en la dieta de los cuyes para comprender mejor su perfil nutricional y cómo se relaciona con el rendimiento productivo de los animales.

Es importante también llevar a cabo investigaciones específicas que evalúen los posibles beneficios inmunológicos de la inclusión de amaranto y cúrcuma en la dieta de los cuyes. Esto podría ayudar a determinar si estos componentes pueden mejorar la resistencia a enfermedades y mejorar la salud general de los animales. Se sugiere además realizar estudios comparativos entre diferentes fuentes de proteínas vegetales para evaluar su eficacia en la dieta de los cuyes. Esto permitiría determinar cuál es la opción más adecuada y rentable para la producción de cuyes en diferentes contextos.

Por otro lado, los criadores y agricultores que se dedican a la cuyicultura podrían considerar la implementación de estas alternativas alimenticias basadas en el amaranto y la cúrcuma para mejorar la producción y la rentabilidad en sus establecimientos. La industria alimentaria podría aprovechar esta información para desarrollar y comercializar suplementos alimenticios específicos para cuyes basados en el amaranto y la cúrcuma. Los nutricionistas también podrían recomendar el uso de estos suplementos en la crianza de cuyes para mejorar su nutrición y rendimiento.

Finalmente, los investigadores y académicos pueden utilizar esta información como base para futuras investigaciones sobre el uso de nutracéuticos y proteínas vegetales en la producción animal. Se pueden explorar nuevas vías para mejorar la crianza de cuyes y otros animales mediante el uso de ingredientes naturales

y sostenibles en su alimentación. La investigación continua en esta área puede proporcionar información valiosa para diferentes actores involucrados en la cuyicultura y la producción animal en general.

## Referencias Bibliográficas

- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis. Association of Analytical Chemists. Virginia, USA.*
- Avilés, D. ., Martínez, A. ., Landi, V., & Delgado, J. . (2014). El cuy (*Cavia porcellus*): un recurso andino de interés agroalimentario The guinea pig (*Cavia porcellus*): An Andean resource of interest as an agricultural food source. *Animal Genetic Resources*, 55:87-91. <https://doi.org/10.1017/s2078633614000368>
- Bruni, R., Medici, A., Guerrini, A., Scalia, S., Poli, F., Muzzoli, M., & Sacchetti, G. (2001). Wild *Amaranthus caudatus* Seed Oil , a Nutraceutical Resource from. *J. Agric. Food Chem*, 49, 5455–5460.
- Carrillo-Oleas, R. ., & Oñate-Mancero, J. . (2023). Effect of Addition of Turmeric ( *Curcuma longa* ) to the Diet on Growth Performance and Serum Lipid Concentration of guinea pigs ( *Cavia porcellus* ). *Seybold Report Journal*, 18: 50-68.
- Castro-Bedriñana, J., & Chirinos-Peinado, D. (2021). Nutritional value of some raw materials for Guinea pigs (*Cavia porcellus*) feeding. *Translational Animal Science*, 5:1-11. <https://doi.org/10.1093/tas/txab019>
- Castro-Cedano, J. ., Jiménez, R., Huamán, A., Reynoso-Gutiérrez, G., & Wurzinger, M. (2023). Farmers ' perceptions and acceptance of crossbred guinea pigs in Mantaro Valley , Peru. *Tropical Animal Health and Production*, 55:75. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03465-y>
- Chillagano-Tipán, J. . (2014). *Utilización de amaranto (Amaranthus caudatus) como fuente de proteína en raciones suplementarias para cuyes en etapa de crecimiento. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato, pp 84.* <https://eje.bioscientifica.com/view/journals/eje/171/6/727.xml>
- Djournessi-Tobou, G. F., Tendonkeng, F., Miegoue, E., Emale, C., Wauffo, D. ., & Jean-Luc, H. (2021). Effects of graded levels of *Curcuma longa* Powder on in vivo digestibility in Guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Tropicicultura*, 39:1847. <https://doi.org/10.25518/2295-8010.1847>
- Gamel, T. ., Linssen, J. ., Alink, G. ., Mosallem, A. ., & Shekib, L. . (2004). Nutritional study of raw and popped seed proteins of *Amaranthus caudatus* L and *Amaranthus cruentus* L. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1153-1158. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1781>
- Guerrero-Pincay, A. ., González-Marcillo, R. ., Guamán-Castro, W. ., Naveda-Ortiz, N. ., Reascos-Grefa, D. ., & Guamán-Rivera, S. A. (2020). Influence of litter size at birth on productive parameters in guinea pigs (*Cavia porcellus*).

- Animals*, 10: 2059. <https://doi.org/10.3390/ani10112059>
- Hassaninasab, A., Hashimoto, Y., Tomita-yokotani, K., & Kobayashi, M. (2011). Discovery of the curcumin metabolic pathway involving a unique enzyme in an intestinal microorganism. *PNAS*, 108:6615–6620. <https://doi.org/10.1073/pnas.1016217108>
- INAMHI. (2021). *Dirección Gestión Meteorológica Estudios e Investigaciones Meteorológicas, Ecuador*. Last accessed on 18th January 2023 [www.serviciometerologico.gob.ec](http://www.serviciometerologico.gob.ec). 1–12.
- INEC- ESPAC. (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019*. Quito, Ecuador.
- Morales, A. ., Carcelén, F. ., Ara, M. G., Arbaiza, T. ., & Chauca, L. . (2011). Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 22:177-182.
- Parrado, M. (1994). *Influencia de la alimentación con Cuimi (Amaranthus caudatus) en madres cuyes y en crecimiento de sus gazapos*.
- Pascual, M., Cruz, D. J., & Blasco, A. (2017). Modeling production functions and economic weights in intensive meat production of guinea pigs. *Tropical Animal Health and Production*, 49:1361-1367. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1334-4>
- Rosegrant, M. W., Fernandez, M., Sinha, A., Alder, J., Ahammad, H., de Fraiture, C., Eickhour, B., Fonseca, J., Huang, J., Koyama, O., Omezzine, A. M., Pingali, P., Ramirez, R., Ringler, C., Robinson, S., Thornton, P., van Vuuren, D., & Yana-Shapiro, H. (2009). *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD): Agriculture at a Crossroads, global report*. Washington, DC, USA: Island Press. pp.307-376.
- Smits, C. H. ., Li, D., Patience, J. ., & Den-Hartog, L. . (2021). *Animal nutrition strategies and options to reduce the use of antimicrobials in animal production*. FAO Animal Production and Health Paper No. 184. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb5524en>. <https://doi.org/10.4060/cb5524en>
- Tobou-Djoumessi, F. ., Tendonkeng, F., Miégoué, E., Noel-Noumbissi, B. ., Fokom-Wauffo, D., Mube-Kuitche, H., & Ebile-Agwah, D. (2020). Effect of Dietary Incorporation of Curcuma longa Powder on Haematology and Serological Properties of Guinea Pigs (*Cavia porcellus*). *Open Journal of Animal Sciences*, 10:750-760. <https://doi.org/10.4236/ojas.2020.104049>