



Efecto de la *Salmonella* Typhimurium sobre la composición química y calidad microbiológica de la carne de cuy (*Cavia porcellus*)

Effect of *Salmonella* Typhimurium on guinea pig carcass (*Cavia porcellus*)

Víctor Bazán R.^{1,2}, Graciela Yamada A.¹, Sandra Bezada Q.³

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la infección con *Salmonella* Typhimurium sobre la composición química y calidad microbiológica de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). Se utilizaron 30 cuyes machos de engorde que fueron distribuidos en 3 tratamientos con diez (10) repeticiones cada uno; T1: alimentación mixta + solución salina (control), T2: alimentación mixta y desafiados experimentalmente con *Salmonella* Typhimurium, T3: alimentación mixta + APC (antibiótico promotor de crecimiento) y desafiados experimentalmente con *Salmonella* Typhimurium. Los animales del T1 fueron dosificados vía oral con solución salina, mientras que los T2 y T3 fueron desafiados vía oral con una dosis infectiva (2×10^6 UFC) de *Salmonella* Typhimurium, por única vez el día 11 de iniciado el experimento. A pesar de manifestarse la enfermedad en los animales desafiados a *Salmonella* no se presentaron diferencias en la concentración de materia seca, cenizas y el extracto no nitrogenado de la carne, pero si mostraron diferencia ($p < 0.05$) en la concentración de proteína y extracto etéreo en base seca. Los resultados microbiológicos mostraron la presencia de la *Salmonella* en los ganglios linfáticos, hígado, pulmón, bazo y vesícula biliar en los animales infectados experimentalmente. El uso de APC en T3 no mejoró la composición química de la carne de cuy.

PALABRAS CLAVE: *Salmonella* Typhimurium, cuyes, inocuidad, nutrición animal.

SUMMARY

The objective was to determine the effect of *Salmonella* Typhimurium on the chemical composition and microbiological quality of the meat of guinea pig (*Cavia porcellus*). 30 male guinea pigs for fattening were used that were distributed in 3 treatments with ten (10) repetitions each; T1: mixed feeding + saline solution (control), T2: mixed feeding and experimentally challenged with *Salmonella* Typhimurium, T3: mixed feeding + APC (antibiotic growth promoter) and experimentally challenged with *Salmonella* Typhimurium. T1 animals were dosed orally with saline solution, while T2 and T3 were challenged with an infective dose (2×10^6 CFU) of *Salmonella* Typhimurium, only once on the 11th day of the start of the experiment. Despite manifesting the disease in animals challenged with *Salmonella*, they did not show differences ($p < 0.05$) in the concentration of protein and ethereal extract on a dry basis. The microbiological results showed the presence of *Salmonella* in the lymph nodes, liver, lung, spleen and gallbladder in the experimentally infected animals. The use of APC in T3 did not improve the chemical composition of guinea pig meat.

KEYWORDS: *Salmonella* Typhimurium, fattening guinea pigs, chemical composition, microbiological quality, guinea pig meat.

¹ Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Huaral, Perú.

² Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

³ Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú

INTRODUCCIÓN

La carne de cuy (*Cavia porcellus*) posee buenas características de sabor y calidad que se refleja en un elevado contenido proteico, minerales y vitaminas, y contiene baja concentración de grasa. Tiene un alto valor biológico, debido al alto contenido de aminoácidos y ácidos grasos esenciales que contribuye a la nutrición de las personas (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2019). Ello ha conllevado a la tecnificación de su crianza con altos estándares de calidad, rayando como consecuencia una mayor producción en busca de satisfacer la demanda del mercado (Jiménez y Huamán, 2010).

Sin embargo, el incremento en la producción ha venido acompañada con una mayor concentración de animales por unidad de espacio disponible (espacio vital) lo que ha conllevado a la presentación de diversas enfermedades, entre ellas la salmonelosis producida por una bacteria de muy fácil difusión en una explotación animal. Esta provoca una pérdida considerable en la producción, afectando a todas las etapas de la cadena productiva, especialmente en la recría y engorde (Castañeda, 2017). El serotipo de mayor frecuencia en cuyes es la *Salmonella* entérica subespecie entérica serovar Typhimurium, que se presenta en el 95% de los casos en comparación a otros serotipos (Layme, 2010).

La *Salmonella* Typhimurium es un patógeno primario que infecta tanto a humanos como animales (Figuerola y Verdugo, 2005). La infección en cuyes, se manifiesta en forma aguda y crónica. En la forma aguda se presenta un cuadro septicémico durante las primeras 24 a 48 horas post infección, causando mortalidad en los animales, en algunos casos sin manifestar signos. Sin embargo, los signos clínicos más frecuentes son la pérdida de apetito, decaimiento, postración, adelgazamiento y en casos extremos, parálisis en uno o ambos miembros posteriores (Arnaiz et al., 2001; Evans, 2005; Morales et al., 2007; Borrelli et al., 2011). En la forma crónica los animales no muestran signos clínicos, sin embargo se observa un paulatino adelgazamiento, pelaje deslucido y producción de gases en el sistema digestivo con un aumento del volumen abdominal producto de una ascitis (Layme, 2010).

Ante la ausencia de investigaciones que evidencien las consecuencias de esta enfermedad sobre la carne de cuyes que se infectan con la bacteria, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de la infección

con *Salmonella* Typhimurium sobre la composición química y calidad microbiológica de la carne de cuy.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Unidad de Investigación de Cuyes del Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicado en el distrito de San Borja, Lima. Se utilizaron 30 cuyes de la línea cárnica G machos destetados de 02 semanas de edad, con un peso promedio de 241g. Los animales fueron distribuidos en pozas provistas de comedero y bebedero de arcilla, con área de 0.30 m² de espacio vital para cada unidad experimental.

Los grupos de tratamiento fueron compuestos por 10 animales distribuidos de la siguiente forma:

- Tratamiento 1 (T1): alimentación mixta + solución salina (control).
- Tratamiento 2 (T2): alimentación mixta + desafiados experimentalmente con *Salmonella* Typhimurium.
- Tratamiento 3 (T3): alimentación mixta + antibiótico promotor de crecimiento (APC) + desafiados experimentalmente con *Salmonella* Typhimurium.

La alimentación mixta proporcionada durante las 8 semanas de la investigación estuvo compuesta por 200g de alfalfa fresca de la variedad Moapa, 30g de concentrado y agua fresca, que se administraban una vez al día. En el tratamiento T3 se utilizó como antibiótico promotor de crecimiento (APC) zinc bacitracina, en dosis de 50 ppm (5g por cada 100 Kg de concentrado) durante las 8 semanas para este grupo. Zinc bacitracina, es un bactericida que actúa en la síntesis de la pared celular bacteriana, interfiriendo con las funciones de la membrana celular (Merck & Co, 2007).

El día 11 de iniciada la investigación, los animales del T1 fueron dosificados vía oral con una solución salina, mientras que los del T2 y T3 fueron desafiados vía oral con una dosis infectiva (2×10^6 UFC) de *Salmonella* Typhimurium, por única vez. Al término del periodo de engorde (8 semanas), los animales fueron eutanasiados y se colectaron las muestras de órganos internos para el análisis microbiológico (pulmón, bazo, vesícula biliar, hígado y ganglios linfáticos mesentéricos) y se separó media carcasa de cuy para el análisis proximal y la otra mitad

para análisis microbiológico. Todas las muestras fueron identificadas con un código y remitidos a los laboratorios correspondientes.

a. Composición química de la carcasa de cuy

Se determinaron las concentraciones de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas y extracto libre de nitrógeno de cada una de las muestras mediante el análisis proximal bajo el esquema de Weende, en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

La determinación de la materia seca (MS) se basó en el método de volatilización. La mitad de carcasas de cada cuy fueron pesadas (peso inicial de la muestra - PIM) y posteriormente cortada en pequeños trozos de carne para luego ser llevada a la estufa en un crisol individual para ser sometido a una temperatura de 60°C durante 48 horas. Al término del tiempo mencionado, se volvió a pesar cada una de las muestras de carne (peso final de la muestra - PFM). El porcentaje de humedad (%) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(PIM - PFM)}{PIM} \times 100 \%$$

Por diferencia se estimó la MS mediante la siguiente fórmula:

$$\% MS = 100 - \% \text{ Humedad}$$

La carne deshidratada se utilizó para los análisis químicos. Para determinar la proteína se empleó el método Kjeldahl

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(\text{Volumen gastado}) \times 14 \times 0.1 \times 6.25}{(\text{Peso muestra}) \times 10}$$

Dónde:

- 14 = Peso molecular del nitrógeno
- 0.1 = Normalidad del ácido sulfúrico
- 6.25 = Factor de conversión del nitrógeno a proteínas.

Para determinar el extracto etéreo se empleó el método Goldfish. Para determinar las cenizas se incineró la muestra en una mufla colocando 2g de carne deshidratada en un crisol y se sometió a 600°C por un periodo de 6 horas, se pesó el crisol al inicio y final.

Para determinar el extracto libre de nitrógeno (ELN), se determinó la presencia de azúcares y almidones en las muestras mediante el resultado de la diferencia de todos los componentes analizados de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ELN = 100 - (\% \text{ Proteína} + \% \text{ Extracto Etéreo} + \% \text{ Ceniza})$$

b. Calidad microbiológica de la carcasa de cuy

Las muestras se analizaron en la Sección de Bacteriología y Micología del Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, siguiendo el protocolo adecuado para el aislamiento en carcasas basado en la norma ISO:6579 (2002). Se realizaron Pre-enriquecimiento no selectivo, enriquecimiento selectivo, cultivo en medios selectivos sobre agares: Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD) y *Salmonella-Shigella* (SS). Luego se procedió a realizar las pruebas bioquímicas. Para ello se seleccionó colonias con el aspecto característico de *Salmonella spp* y se inocularon en los medios: TSI, LIA citrato de Simmons, SIM, tartrato de Jordan's, caldos urea, mucato y dulcitol. Posteriormente las muestras se incubaron a 42°C por 24 horas.

Los datos se analizaron mediante la prueba de Análisis de Varianza y la prueba de Comparación Múltiple de Medias de Duncan, para determinar la diferencia estadística significativa a un nivel de confianza del 95%. Para ello se hizo uso del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System).

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = valor observado individual
- μ = media poblacional
- T_i = efecto del i-ésimo tratamiento
- ϵ_{ij} = error aleatorio atribuido a la medición Y_{ij}

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética y Bienestar Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos mediante constancia de Autorización Ética N°2019-9.

RESULTADOS

Composición química de la carne de cuy

La materia seca no fue afectada por la *Salmonella* Typhimurium. No se encontró diferencias entre los resultados de los tratamientos. En el caso de la proteína,

las mayores concentraciones se encontraron en el T1 y T2 ($p < 0.05$). La evaluación del porcentaje de extracto etéreo (en Base Seca) presentó diferencias entre tratamientos, fue mayor en los tratamientos T2 y T3 ($p < 0.05$). En relación al porcentaje de cenizas y extracto no nitrogenado, no se mostraron diferencias entre los tratamientos. El detalle de estos resultados se presenta en la tabla 1.

Tabla 1.

Análisis proximal de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) sometida a infección por *Salmonella* Typhimurium

Indicador (%)	Base	T1	T2	T3
Materia Seca	-	34.02 ^a	32.964 ^a	32.139 ^a
Proteína	Húmeda	24.552 ^b	22.313 ^{ab}	20.325 ^a
	Seca	72.169 ^b	68.647 ^{ab}	63.611 ^a
Extracto Etéreo	Húmeda	7.237 ^a	8.248 ^a	9.489 ^a
	Seca	21.308 ^a	24.2 ^{ab}	29.337 ^b
Cenizas	Húmeda	0.892 ^a	0.946 ^a	0.955 ^a
	Seca	2.628 ^a	2.889 ^a	2.974 ^a
Extracto no nitrogenado	Húmeda	1.339 ^a	1.457 ^a	1.47 ^a
	Seca	3.895 ^a	4.266 ^a	4.451 ^a

^{a,b} Valores en la misma fila con letras diferentes indican que los valores son estadísticamente diferente ($p < 0.05$).

Calidad microbiológica de los órganos y carne de cuy

No se presentaron casos de mortalidad en ninguno de los tratamientos durante las 8 semanas. A la necropsia se observó pequeños focos necróticos circulares en el hígado y bazo, además se observó el bazo agrandado y pulmones congestionados en algunos animales de los tratamientos desafiados a *Salmonella* (3 animales en T2 y 2 animales en T3).

En la figura 1 se presenta la cantidad de cuyes positivos. Se detectó la presencia de *Salmonella* Typhimurium en pulmones, bazo, vesícula biliar, hígado y ganglio linfático mesentérico de los animales desafiados experimentalmente (T2 y T3). Dos casos se aislaron en pulmón y uno en el bazo en el caso de animales del T1. En la carne de cuy se detectó *Salmonella* en cuatro muestras del tratamiento T2, mientras que en los grupos T1 y T3 no mostraron casos positivos.

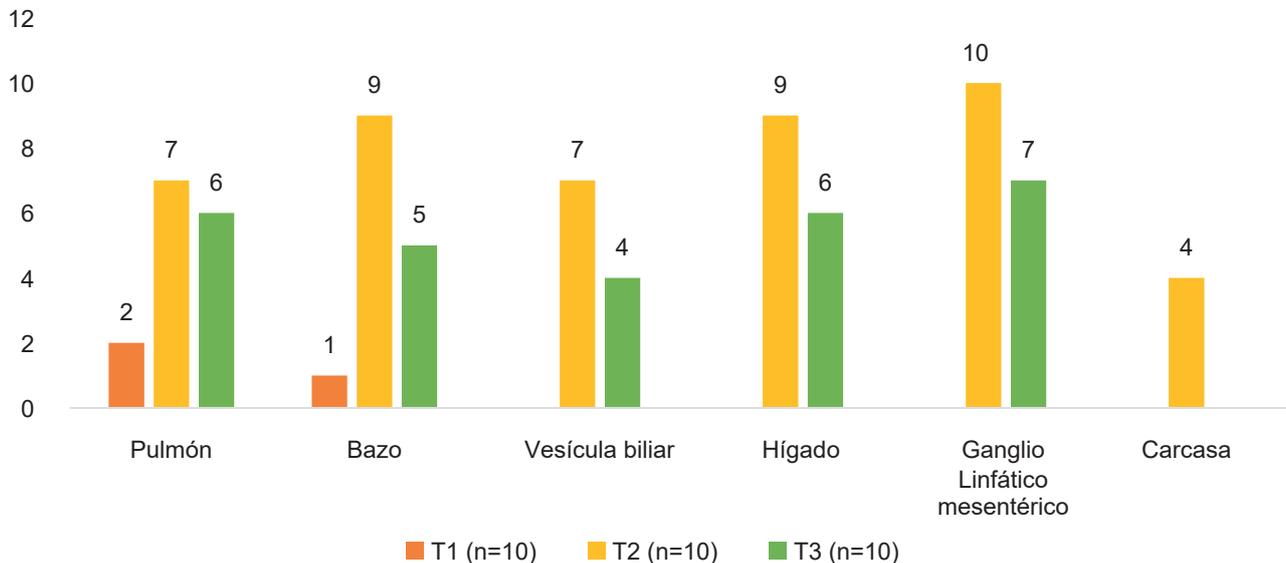


Figura 1. Número de casos con presencia de *Salmonella* Typhimurium en los órganos y carcasa de cuy (*Cavia porcellus*).

DISCUSIÓN

El estudio mostró que la presencia de *Salmonella* en los cuyes no afectó el porcentaje de MS en la carne. En todos los grupos, los valores de MS fueron mayores a lo reportado en cuyes parrilleros por Chauca (1997) (27.33% a 30.2%) e Higaonna *et al* (2008) (24.25%). Por su parte, García (2017) encontró 27.1% a 28.6% de MS en cuyes alimentados con promotor de crecimiento y Guevara *et al.* (2017) reportaron 24.6% a 30.1% de MS en carne de cuyes tratados con inulina.

El porcentaje de proteína en la carne de los animales desafiados con *Salmonella* fueron menores en comparación con el tratamiento no desafiado. Esto podría explicarse por el cuadro de fiebre producida por la infección, el mismo que incrementa la proteólisis produciendo un desbalance nitrogenado (Maynard *et al.*, 1981). Una investigación de Zhang *et al.* (2003) muestra que la infección experimental de ratones con *Salmonella* serotipo Typhimurium, produjo solamente temperatura elevada como signo de enfermedad entre los días 4 y 8 después de la infección oral, pero no desarrollaron diarrea.

Los mecanismos de patogenicidad con que *Salmonella* induce diarrea y septicemia no han sido descritos detalladamente, pero parece ser un fenómeno complejo que involucra diversos factores de virulencia (Herrera y Jabib 2015). López (2018) evaluó cuyes desafiados con *Salmonella* Typhimurium y determinó que la presencia de esta bacteria en el tracto digestivo impide la absorción completa de nutrientes provenientes del alimento debido a que se produce una disminución en la longitud y ancho de las vellosidades intestinales, por esta razón los cuyes infectados pueden presentar alguna alteración en los componentes de su carne.

Los porcentajes de proteína obtenidos en la carne de cuyes de la línea cárnica G fueron mayores a lo reportado por García (2017), quien utilizó un APC en la ración de cuyes Cieneguilla obteniendo 16.3% a 19.7% de proteína. Por su parte, Guevara *et al.* (2017) trabajo con cuyes machos de genotipo Cieneguilla y utilizó inulina en la dieta como promotor de crecimiento en cuyes obteniendo 16.0% a 18.2% de proteína.

Los pequeños focos necróticos circulares encontrados en el hígado y bazo son considerados como lesiones propias de la enfermedad. Chauca (1997) menciona que a la necropsia de animales con *Salmonella* se observa el hígado y bazo agrandados con presencia de zonas necróticas y focos

purulentos. Layme (2010) concluye que las lesiones anatomopatológicas se evidenciaron en la mayoría de órganos de cobayos afectados por salmonelosis, confirmando que la infección en esta especie es un proceso séptico y/o bacteriémico.

A nivel de los ganglios linfáticos mesentéricos se identificó la *Salmonella* en el 100% de los casos de tratamiento desafiado con la bacteria (T2). Layme (2010) reporta que se puede hallar la bacteria en los ganglios linfáticos en la mayoría de casos de salmonelosis y Matsuura *et al* (2010) reportó un 50% de casos positivos a *Salmonella* en animales afectados por la enfermedad. Chauca (1997) menciona que los linfonódulos mesentéricos se presentan aumentados de tamaño, congestionados y, en algunas ocasiones, presentan abscesos que sobresalen de la superficie del órgano

Un alto porcentaje de animales resultó positivo a *Salmonella* en el hígado en el tratamiento con animales desafiados (T2), similar a lo reportado por Matsuura *et al.* (2010) quienes aislaron la bacteria en el 87.5% de los hígados de 40 cuyes clínicamente enfermos y Layme (2010) quien reportó 87.7% de positivos en animales enfermos. En los casos positivos en vesícula biliar de los animales desafiados a *Salmonella*, los resultados fueron mayores a lo reportado por Layme (2010) que encontró 50.6% y Matsuura *et al* (2010) que encontró 40% de casos positivos. En el bazo se presentó 90% de casos positivos en el tratamiento T2, superior a lo reportado por Layme (2010) de 51.9% de los casos positivos a *Salmonella*, y similar a lo reportado por Matsuura *et al.* (2010) de 92.5% de los casos.

La *Salmonella* llega al hígado y bazo a través de dos mecanismos, el primero por colonización de los intestinos, mediante la acción de sustancias citotóxicas que al destruir las células M, activan los macrófagos mediante una proteína y son trasladados al hígado y al bazo. El segundo mecanismo se presenta cuando la bacteria ingresa por el lumen intestinal a la circulación y luego llega al hígado y bazo por fagocitos donde continúa multiplicándose (Figuroa y Verdugo, 2005).

Porcentajes altos de aislamiento de salmonella se encontró en pulmones. Al respecto Matsuura *et al.* (2010) reportaron 79.2% de casos positivos, mientras que Layme (2010) reportó un 58%, mencionando que la bacteria produce procesos inflamatorios y circulatorios en la gran mayoría de órganos. Por ello, independientemente de cuál de los órganos

predominen los aislamientos, es claro que la infección por parte de *Salmonella* en cobayos es generalizada.

En relación a los cuatro casos positivos en las muestras de carne de los animales desafiados a *Salmonella* (T2), se determinó que la causa fue una contaminación cruzada producto de la manipulación. Salvatierra (2014) reportó que los mayores porcentajes de aislamiento de *Salmonella* en la carne porcina se da en la piel de la cabeza, vientre, lomo y en pequeñas cantidades en la pierna, producido por una contaminación cruzada donde la *Salmonella* pasa a la carcasa durante el proceso de aturrido, pelado, flagelado, eviscerado y cuarteado.

CONCLUSIONES

La *Salmonella Typhimurium* no afecta los porcentajes de materia seca, extracto no nitrogenado y cenizas en la carne de cuy, pero si afecta el nivel de proteína y extracto etéreo.

El uso de APC en cuyes desafiados a *Salmonella Typhimurium* no mejora la composición química de la carne de cuy.

La *Salmonella Typhimurium* en dosis experimental afecta en mayor porcentaje a los ganglios linfáticos mesentéricos, hígado, bazo, vesícula biliar y pulmones.

La contaminación cruzada es una fuente de *Salmonella Typhimurium* en la carne de cuy.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Grupo de Investigación de Nutrición y Alimentación Animal (GINAA) de la Facultad de Medicina Veterinaria-UNMSM y al grupo de colaboradores de la Estación IVITA-Huaral por su apoyo constante durante el desarrollo de la investigación.

Correspondencia

Víctor Bazán Rodríguez

Correo electrónico: vbazanr@unmsm.edu.pe

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. Arnaiz, A., Cordero, A., Cevallos, C.I., & Lopera, L. (2001). *Evaluación de mortalidad en cuyes en época de verano enero-marzo, en Granjas de animales Menores*. Universidad Nacional Agraria la Molina.
2. Borrelli, L., Fioretti, A., Ruggiero, V., Santaniello, A., Cringoli, G., Ricci, A.,... & Dipineto, L. (2011). *Salmonella typhimurium DT104 in farmed rabbits*. *Journal of Veterinary Medical Science*, 73(3), 385-387.

3. Castañeda, M. (2017). *Diagnóstico de Salmonella Typhimurium en carne molida utilizando dos pruebas rápidas y la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR)*. [Tesis Médico Veterinario Zootecnista]. Universidad Autónoma del Estado de Mexico. Repositorio de la Universidad Autónoma del Estado de Mexico <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67955/Tesis-Mirna-ultima-version-IMP.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
4. Chauca, L. (1997). *Producción de Cuyes (Cavia porcellus)*. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación FAO, Instituto Nacional de Investigaciones Agraria.
5. Evans, A. (2005). *Import risk analysis: Domestic guinea pig. Cavia porcellus imported from Australia*. http://hintlink.com/guinea_pig/Nzriskanalysis.pdf
6. Figueroa, I., & Verdugo, A. (2005). *Mecanismos moleculares de patogenicidad de Salmonella sp*. *Revista Latinoamericana de microbiología*, 47(1-2), 25-42.
7. García, M. (2017). *Ractopamina y nivel de proteína de la dieta, respuesta productiva y característica de la carcasa de cuyes (Cavia porcellus)*. [Tesis Magister Scientiae en Nutrición]. Universidad Nacional Agraria La Molina..
8. Guevara, J., Carcelén, F., Bezada, S., López, R., Vergara, R., & Guerrero, A. (2017). *Uso de la inulina en reemplazo de los antibioticos promotores de crecimiento sobre la calidad de la carne de cuy*. *Revista Peruana De Química E Ingeniería Química*, 19(2), 69-75
9. Herrera, B. Y., & Jabib, R. L. (2015). *Salmonelosis, zoonosis de las aves y una patogenia muy particular*. *REDVET*, 16(1), 1-19.
10. Higaonna Oshiro, R., Muscari Greco, J., Chauca Francia, L. J., & Astete, F. (2008). *Composición química de la carne de cuy (Cavia porcellus)*. Asociación Peruana de Producción Animal INIA – CE La Molina, Universidad Agraria La Molina, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Aprodes.
11. Jiménez, R., & Huamán, A. (2010). *Manual para el manejo de reproductores híbridos especializados en producción de carne*. INCAGRO-ACRICUCEN-UNMSM.
12. Layme, A. (2010). *Frecuencia de lesiones anatomopatológicas en cobayos con diagnóstico bacteriológico de Salmonella sp remitidos al laboratorio de histología, embriología y patología veterinaria de la FMV-UNMSM durante el periodo 2001-2007*. [Tesis Médico Veterinario]. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
13. López, B. (2018). *Efecto de la suplementación oral de una mezcla probiótica en cuyes (Cavia porcellus) de engorde desafiados con Salmonella Tyhimurium sobre la morfología intestinal*. [Tesis Médico

- Veterinario]. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos
14. Matsuura, A., Morales, S., Calle, S., & Ara, M. (2010). Susceptibilidad a antibacterianos in vitro de *Salmonella enterica* aislada de cuyes de crianza familiar-comercial en la provincia de Carhuaz, Ancash. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21(1), 93-99
 15. Maynard, L., Loosti, J., Hintz, H. & Wagner, R. (1981) *Nutrición animal*. Mc Graw Hill.
 16. Merck & Co. (2007). *Manual Merck de Veterinaria*. Editorial Océano.
 17. Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Potencial del mercado internacional para la carne de cuy*. Ministerio de Agricultura y Riego. http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/l-ciencia/101/mercado_interno_carne_cuy.pdf
 18. Morales, S., Mattos, J., & Calle, S., (2007). Efecto de la muña (*Satureja parvifolia*) en la dinámica de la infección por *Salmonella entérica* en cobayos. XXX Reunión Científica Anual Asociación Peruana de Producción Animal. Cuzco, Perú.
 19. Salvatierra, G. (2014). *Detección de Salmonella spp. en muestras de carcasa porcina obtenidas en camales de Lima*. [Tesis Médico Veterinario]. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
 20. Zhang, S., Kingsley, R. A., Santos, R. L., Andrews-Polymenis, H., Raffatellu, M., Figueiredo, J., ... & Bäumlér, A. J. (2003). Molecular pathogenesis of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium-induced diarrhea. *Infection and immunity*, 71(1), 1-12.