

## Efecto de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp en el crecimiento y mortalidad de crías de alpacas (*Vicugna pacos*)

Effect of *E. coli* and *Salmonella* spp on the growth and mortality of baby alpacas (*Vicugna pacos*)

Víctor Carhuapoma D<sup>1,3</sup>, Nicasio Valencia M.<sup>2</sup>, Rufino Paucar C.<sup>2</sup>, Paul H. Mayhua M.<sup>2</sup>, Rodrigo Huamán J.<sup>2</sup>, Epifanio Lizana-Hilario<sup>2</sup>

### RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp en el crecimiento y mortalidad de crías de alpacas (*Vicugna pacos*). Se seleccionaron 104 crías de alpacas Huacaya con procesos diarreicos y con edad promedio de  $10.0 \pm 2$  días, peso de  $9.6 \pm 0.5$  kg y altura a la cruz de  $85.0 \pm 0.5$  cm. Se tomaron muestras de hisopados rectales y se cultivaron en medios de cultivo selectivos de agar MacConkey, EMB, SS, XHD y BIH, y se hicieron pruebas bioquímicas. Con base a los resultados positivos a *E. coli* y *Salmonella* spp se seleccionaron 80 crías que fueron distribuidas en cuatro grupos: G1, *E. coli* (n=23); G2, *Salmonella* spp (n=17); G3, *E. coli* – *Salmonella* spp (n=12); G4, Testigo (n=28), positivos a uno o a los dos gérmenes y tratados con tetraciclinas. Los animales fueron pesados y medidos (altura a la cruz) a las 4 y 8 semanas del estudio y la mortalidad fue registrada. El peso y la talla corporal fueron más afectados en G1, G2 y G3 que en G4 ( $p < 0.01$ ). Asimismo, la tasa de mortalidad fue mayor en G1, G2 y G3 que en G4 para ambos sexos. *Salmonella* spp y *E. coli* se evidenciaron como agentes patógenos negativos para el crecimiento y mortalidad en crías de alpacas con diarrea.

**Palabras clave:** alpaca; diarrea; crecimiento; mortalidad

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of *E. coli* and *Salmonella* spp on the growth and mortality of baby alpacas (*Vicugna pacos*). It was selected 104 Huacaya alpacas with diarrheal processes and with an average age of  $10.0 \pm 2$  days, body weight of  $9.6 \pm 0.5$  kg and height at the withers of  $85.0 \pm 0.5$  cm. Samples of rectal swabs were

<sup>1</sup> Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria de Ingeniería, Escuela Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

<sup>2</sup> Escuela Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

<sup>3</sup> E-mail: yachayruacc@hotmail.com

Recibido: 1 de marzo de 2018

Aceptado para publicación: 26 de febrero de 2019

cultured in selective culture media of MacConkey, EMB, SS, XHD and BIH agar, and biochemical tests were performed. Based on the positive results of *E. coli* and *Salmonella* spp. A total of 80 animals were selected and assigned into four groups: G1, *E. coli* (n=23); G2, *Salmonella* spp (n=17); G3, *E. coli* – *Salmonella* spp (n=12); G4, control (n=28), positive for one or both germs and treated with tetracycline. The animals were weighed and measured (height at the withers) at weeks 4 and 8 of the study and mortality was recorded. The weight and corporal height were more affected in G1, G2 and G3 than the G4 ( $p<0.01$ ). Likewise, the rate of mortality was major in G1, G2 and G3 and in G4 in both sexes. *Salmonella* spp and *E. coli* affected the growth and caused mortality in baby alpacas with diarrhoea.

**Key words:** alpaca; diarrhoea; increase; mortality

## INTRODUCCIÓN

Las elevadas tasas de mortalidad por causas infecciosas en las alpacas (*Vicugna pacos*), especialmente en sus crías, son uno de los factores limitantes para el desarrollo económico de las actividades pecuarias en la zona altoandina (Rosadio *et al.*, 2012b). Las pérdidas de crías de alpacas por causas de enteritis infecciosa bacteriana se generan dentro de los primeros cuatro meses de vida, alcanzando cifras que superan el 50% de mortalidad (Siuice *et al.*, 2015); donde *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* enteropatógena y *Salmonella* spp se encuentran usualmente involucradas como agentes causales en el denominado complejo bacterodiarreico neonatal (Mamani y Huanca, 2011).

Este síndrome cursa con disfunción intestinal, usualmente asociado a diarrea, debido a la sobre estimulación de la función secretora de las criptas epiteliales (salmone-losis, colibacilosis), incremento de la permeabilidad (enteritis clostridial) e hipermotilidad (Siuice *et al.*, 2015). La salmonelosis en la alpaca no ha sido muy estudiada, pero los reportes existentes permiten presumir que *Salmonella* spp estaría asociada a la enteritis infecciosa bacteriana (Oha, 2012).

Estos agentes bacterianos generan un impacto económico negativo al productor, impidiendo el crecimiento sostenido de la actividad alpaquera al disminuir la producción neta de animales y la cantidad de animales que contribuyan con la variabilidad genética. Los casos clínicos en las crías de alpacas se presentan con deshidratación progresiva, acidosis, postración, pérdida de peso y muerte (Ortiz, 2011). No obstante, no se dispone de trabajos científicos que determinen su nivel de participación en el complejo diarreico neonatal con respecto a los parámetros productivos (crecimiento, ganancia de peso vivo, supervivencia) de la alpaca.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de *E. coli* y *Salmonella* spp sobre el crecimiento y mortalidad de crías de alpacas. Asimismo, identificar las bacterias enteropatógenas presentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el predio «Rumi Huasi» del sector de Huamanraza de la Comunidad Campesina de Santa Bárbara, en Huancavelica, Perú. La zona está situada entre 4200 y 4500 msnm, con temperatura promedio anual de 5.6 °C. Los estudios bacteriológicos se realizaron en el Laborato-

Cuadro 1. Crías de alpacas con enteropatías diarreicas positivos a *Escherichia coli*, *Salmonella* spp y *E. coli* – *Salmonella* spp (n=104)

Patógeno	Machos		Hembras	
	n	%	n	%
<i>Escherichia coli</i>	19	12.2	18	11.6
<i>Salmonella</i> spp	18	11.6	17	11.0
<i>E. coli</i> – <i>Salmonella</i> spp	16	10.3	16	10.3

rio Central de Investigación, Área de Salud Animal, de la Universidad Nacional de Huancavelica. La fase de campo tuvo una duración de dos meses y se realizó durante las épocas de lluvias (febrero-marzo). Se seleccionaron 104 crías de alpacas Huacaya, sin distinción de sexo, con edad promedio de  $10.0 \pm 2$  días, peso de  $9.6 \pm 0.5$  kg y altura a la cruz de  $85.0 \pm 0.5$  cm. Todos los animales seleccionados ingresaron al estudio preliminar con cuadros clínicos de diarrea entre 3 y 8 días.

Se recolectaron muestras de heces por triplicado de las 104 crías. Las muestras fueron tomadas por el método de hisopado rectal y suspendidas en medio de transporte Stuart. Se hizo un pool con las tres muestras de cada animal, las cuales fueron cultivadas en medios selectivos de agar: MacConkey y eosina azul de metileno (EMB) para *E. coli* y *Salmonella*-*Shigella* (SS), xilosa lisina desoxicolato XHD para *Salmonella* spp y enriquecidas con caldo de infusión cerebro corazón (BIH). Para la identificación y diferenciación de las cepas se realizó la caracterización morfológica (forma elevación, margen) y microscópica (coloración Gram), así como pruebas bioquímicas convencionales

(agar-hierro-triple azúcar [TSI], agar de hierro de lisina [LIA], sulfuro-indol-motilidad [SIM] y catalasa).

Con base a los resultados de laboratorio, se seleccionaron las crías positivas a *E. coli*, *Salmonella* spp y *E. coli* – *Salmonella* spp (n=104 crías; Cuadro 1) a las 72 horas de la identificación bacteriológica. Para la evaluación de peso y talla solo se consideraron los animales que sobrevivieron al proceso diarreico, quedando los siguientes grupos: G1, *E. coli* (n=23 [13 machos y 10 hembras]); G2, *Salmonella* spp (n=17 [9 machos y 8 hembras]); G3, *E. coli* y *Salmonella* spp (n=12 [6 machos y 6 hembras]); G4, Testigo tratado, *E. coli*, *Salmonella* spp y *E. coli* y *Salmonella* spp (n=28 [14 machos y 14 hembras]).

Todos los animales fueron desparasitados con un anticoccidiostático (Toltrazuril) y puestos en cuarentena en potreros reservados para este propósito al inicio del estudio. Los animales del grupo testigo (G4) fueron tratados con tetraciclinas vía i. m. a dosis 1 ml/10 kg de peso vivo durante tres semanas con el fin de controlar la diarrea.

El peso, talla corporal (altura a la cruz) y mortalidad fueron registrados semanalmente y por ocho semanas. Las mediciones de campo se hicieron en las mañanas utilizando una balanza circular de 100 kg de capacidad y una cinta métrica. El porcentaje de mortalidad se calculó dividiendo el número de crías muertas entre el total de crías, expresado en forma porcentual. Para las evaluaciones de peso y talla corporal se consideraron a los animales que sobrevivieron durante el estudio. El protocolo fue certificado por el Comité de Ética de Educación y Ciencias de la Salud para la Investigación de la Universidad Nacional de Huancavelica con resolución N.º 0724-2015-CECSI-UNH. Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ), utilizando el programa SPSS v. 20.

Cuadro 2. Peso corporal (kg) de 80 crías de alpacas<sup>1</sup> con enteropatías producidas por *E. coli* y *Salmonella* spp (medias y desviación estándar)

Grupos	Hembras			Machos		
	Inicial	4 semanas	8 semanas	Inicial	4 semanas	8 semana
G1 - <i>E. coli</i>	9.6±1.0 <sup>a</sup>	11.3±1.2 <sup>a</sup>	14.3±1.4 <sup>b</sup>	9.9±1.2 <sup>a</sup>	11.7±1.3 <sup>a</sup>	16.2±1.3 <sup>l</sup>
G2 - <i>Salmonella</i>	9.5±2.0 <sup>a</sup>	10.2±1.4 <sup>a</sup>	13.4±1.5 <sup>b</sup>	10.2±1.3 <sup>a</sup>	12.4±1.3 <sup>a</sup>	14.6±1.2 <sup>l</sup>
G3 - <i>E. coli</i> – <i>Salmonella</i>	9.2±1.8 <sup>a</sup>	11.2±1.6 <sup>a</sup>	12.6±1.4 <sup>b</sup>	9.9±1.4 <sup>a</sup>	11.9±1.2 <sup>a</sup>	13.4±1.4
G4 - Testigo <sup>2</sup>	9.4±1.8 <sup>a</sup>	13.2±1.5 <sup>b</sup>	16.7±1.4 <sup>c</sup>	9.8±1.4 <sup>a</sup>	14.8±1.2 <sup>b</sup>	18.4±1.4

<sup>a,b,c,d</sup> Superíndices diferentes dentro y entre columnas indican diferencia estadística (p<0.01)

<sup>1</sup> 23 crías en G1, 17 en G2, 12 en G3 y 28 en G4

<sup>2</sup> Positivas a *E. coli*, *Salmonella* o ambas y tratadas con tetraciclinas

Cuadro 3. Talla corporal (altura a la cruz) de 80 crías de alpacas<sup>1</sup> con enteropatías producidas por *E. coli* y *Salmonella* spp (medias y desviación estándar)

Grupos	Hembras			Machos		
	Inicial	4 semanas	8 semanas	Inicial	4 semanas	8 semanas
G1 - <i>E. coli</i>	59.0±1.3 <sup>a</sup>	64.0±1.2 <sup>a</sup>	70.0±1.1 <sup>b</sup>	60.0±1.1 <sup>a</sup>	65.0±1.2 <sup>a</sup>	71.0±1.3 <sup>b</sup>
G2 - <i>Salmonella</i>	60.0±1.4 <sup>a</sup>	65.0±1.4 <sup>b</sup>	68.0±1.5 <sup>a</sup>	61.6±1.3 <sup>a</sup>	66.0±1.3 <sup>b</sup>	69.0±1.2 <sup>a</sup>
G3 - <i>E. coli</i> – <i>Salmonella</i>	58.0±1.2 <sup>a</sup>	61.0±1.3 <sup>c</sup>	67.0±1.4 <sup>c</sup>	62.0±1.4 <sup>a</sup>	66.0±1.2 <sup>c</sup>	68.0±1.1 <sup>c</sup>
G4 - Testigo <sup>2</sup>	61.0±1.0 <sup>a</sup>	72.0±1.2 <sup>d</sup>	85.0±1.1 <sup>d</sup>	63.0±1.2 <sup>a</sup>	78.0±1.2 <sup>d</sup>	84.0±1.1 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> Superíndices diferentes dentro y entre de columnas indican diferencia estadística (p<0.01)

<sup>1</sup> 23 crías en G1, 17 en G2, 12 en G3 y 28 en G4

<sup>2</sup> Positivas a *E. coli*, *Salmonella* o ambas y tratadas con tetraciclinas

## RESULTADOS

Las crías de los grupos G1, G2 y G3 ganaron menor peso que aquellas del grupo G4 (testigo) durante las 8 semanas del estudio, tanto en hembras como en machos (p<0.01; Cuadro 2), siendo la asociación *E. coli* - *Salmonella* spp, las que causaron un mayor efecto negativo en el peso corporal. Similar tendencia fue observada a las cuatro semanas de evaluación en ambos sexos.

La talla de las crías de los grupos G1, G2 y G3 a las ocho semanas fue menor en comparación con las crías de G4 (testigo) en ambos sexos (p<0.01; Cuadro 3). Similar tendencia fue observada a las cuatro semanas de evaluación. El porcentaje de mortalidad fue significativamente mayor en G1, G2 y G3 con relación a G4 (testigo) en ambos sexos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Mortalidad (%) en 104 crías<sup>1</sup> de alpacas con enteropatías producidas por *Escherichia coli* y *Salmonella* spp

Grupo	Macho	Hembra
G1 - <i>E. coli</i>	14.3	23.1
G2 - <i>Salmonella</i>	23.1	33.3
G3 - <i>E. coli</i> - <i>Salmonella</i>	45.5	45.5
G4 - Testigo <sup>2</sup>	6.7	6.7

<sup>1</sup> 27 crías (Muertos: 1 macho y 3 hembras) en G1, 25 crías (Muertos: 4 machos y 4 hembras) en G2, 22 crías (Muertos: 5 machos y 5 hembras) en G3, y 30 crías (Muertos: 1 macho y 1 hembra) en G4

<sup>2</sup> Positivas a *E. coli*, *Salmonella* o ambas y tratadas con tetraciclinas

## DISCUSIÓN

Los resultados de laboratorio indicaron mayor presencia de *E. coli*, *Salmonella* spp y la asociación *E. coli* - *Salmonella* spp en las crías de alpacas con enteropatías diarreicas en ambos sexos. La elevada prevalencia de estos patógenos se debería al proceso de colonización de las bacterias por su mecanismo de acción de intracelulares facultativos que ocurre en animales de sangre caliente (di Conza *et al.*, 2012) y por el deficiente control sanitario en los rebaños alpaqueros (More *et al.*, 2011), donde se liberan las bacterias al medio ambiente (en especial al suelo, agua y pastos) cuando son expulsadas por vía fecal, constituyendo un riesgo de infección entérica (Rosadio *et al.*, 2012b).

Lucas *et al.* (2016) identificaron *E. coli* en el 8%, *Salmonella* spp en el 18.3% (104/132) y asociación de bacterias y parásitos en el 23.3% de 60 crías de alpacas de 1 a 2.5 meses de edad con cuadros mortales de diarrea; siendo estos resultados mayores a los del presente estudio, donde se encontró

positivos al 12% (18/104) de los machos y 11% de las hembras (17/104). Así mismo, Morales (2017) logró aislar *E. coli* en el 47.8% (43/90) de alpacas con diarrea y en el 58.3% (35/60) sin diarrea, en tanto que Chuquizuta y Morales (2017) aislaron *E. coli* en el 40.8% y *Salmonella* spp en el 39.3% de gazapos muertos en una granja de cuyes de crianza intensiva. Las elevadas tasas de prevalencia de *E. coli* y de *Salmonella* spp estarían relacionadas al uso innecesario y/o aplicación prolongada de antibióticos, así como a la aplicación de dosis incorrectas (Carhuapoma *et al.*, 2018).

El mayor efecto negativo en el peso corporal encontrado en las crías del grupo G3 (*E. coli* - *Salmonella* spp) y G2 (*Salmonella* spp) se debe a que estas bacterias son enterohemorrágicas; de allí que causan deshidratación progresiva, acidosis, posturación, pérdida de peso y muerte (Ortiz, 2011). Además, ocasionan una disfunción intestinal asociada a diarrea y sobreestimulación de la función secretora de las criptas epiteliales (Rosadio *et al.*, 2012b). Los animales pierden el apetito y dejan de consumir la leche materna (Pinto *et al.*, 2010). En condiciones de buena salud, las crías de alpacas alcanzan a tener pesos que oscilan entre 18 y 20 kg y talla corporal de 80 cm a los 2 meses de edad (Cuenca, 2012).

El mayor efecto negativo de la asociación *E. coli* - *Salmonella* spp podría significar que las cepas enteropatogénicas *eae* y *bfp* de *E. coli* estarían asociándose a la capacidad de adherirse a los enterocitos, inicialmente en forma laxa, a través del producto *bfp* y, posteriormente, en una forma más fuerte que elimina («cepillado») las microvellosidades intestinales a consecuencia de la proteína intimina codificada por el gen *eae* (Rosadio *et al.*, 2012b). Esto favorecería el cuadro diarreico y alteración de temperatura corporal por estimulación de las criptas epiteliales (*Salmonella*, colibacilosis) (Mamani *et al.*, 2009). Además, la asociación *E. coli* - *Salmonella* spp podrían generar procesos neumónicos en neonatos y crías

de alpacas (Ortiz, 2011), lo cual generaría una menor ganancia de peso y talla de los animales (Valencia *et al.*, 2015), como se observó en los grupos G2 y G3. Estos resultados concuerdan con el estudio de Cuenca (2012). Por otro lado, las crías de G4 presentaron un desarrollo corporal dentro de los márgenes esperados.

Silvera *et al.* (2012) llegaron a detectar en cuadros diarreicos de alpacas a las cepas *stx*-positivas de *E. coli*, las cuales producen infecciones intestinales a través de las verocitotoxinas. Esto estaría contribuyendo a disminuir el apetito y, consecuentemente, el menor peso y talla corporal de las crías. Por otro lado, se conoce que las crías hembras serían más sensibles frente a las cepas *stx*-positivas de *E. coli* (Pando, 2011). No se dispone de reportes científicos de la influencia negativa de la patogenicidad de *Salmonella* spp en los procesos fisiopatológicos, metabólicos y de desarrollo en las crías de alpacas (Chiok, 2012; Dionisio, 2012; Lucas *et al.*, 2016), pero se presume que estos procesos estarían afectados por *Salmonella* spp y, por lo tanto, estarían directamente asociados al bajo peso y talla, así como a la alta mortalidad, tal y como ocurre en otras especies domésticas (Gallegos, 2013).

La alta tasa de mortalidad ocurrida en los grupos que presentaban la asociación *E. coli* – *Salmonella* spp y solo *Salmonella* spp podría confirmar a estos agentes dentro de los principales agentes potencialmente productores de diarreas en alpacas neonatas y crías (Mamani *et al.*, 2009; Rosadio *et al.*, 2012a) y estarían asociados a casos esporádicos y brotes de diarrea generando colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico (Jurea *et al.*, 2015), lo cual ocasiona enfermedad extraintestinal severa, caracterizada por anemia hemolítica microangiopática, trombocitopenia y falla renal aguda (Moredo *et al.*, 2012). Las tasas de mortalidad encontradas por enteropatías fueron similares a otros reportes de la literatura científica (Gallegos, 2013; Valencia *et al.*, 2015).

## CONCLUSIONES

- Crías de alpacas con enteropatías diarreicas evidenciaron altos porcentajes de positividad a *Escherichia coli*, *Salmonella* spp y a la asociación *E. coli* - *Salmonella* spp.
- La asociación *Escherichia coli* - *Salmonella* spp afectó significativamente el peso y talla corporal e incrementó la mortalidad en crías de alpacas con enteropatías diarreicas.

## Agradecimiento

Al Administrador Ejecutivo del Laboratorio Central de Investigación de la Universidad Nacional de Huancavelica y al productor de la Comunidad Campesina de Santa Bárbara por brindar las facilidades para la ejecución del presente estudio.

## LITERATURA CITADA

1. **Carhuapoma DV, Mayhua MP, Valencia MN, Lizana HE. 2018.** Antibacterial *in vitro* of effect *Urtica dioica* and *Piper angustifolium* in alpacas (*Vicugna pacus*) with diarrheal enteropathies. *MOJ Anat Physiol* 5: 160-162. doi: 10.15406/mojap.2018.05.00182
2. **Chiok R. 2012.** Expresión de citoquinas de la respuesta TH1 (Ifn $\alpha$  e Il2) y TH2 (Il4 e Il10) en mucosa intestinal de crías de alpaca (*Vicugna pacos*) sanas y con enteropatía. Tesis de Maestría. Lima, Perú: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 122 p.
3. **Chuquizuta C, Morales S. 2017.** Identificación de agentes bacterianos aislados de gazapos muertos de cuyes en una granja de crianza intensiva en Lima, Perú. *REDVET* 18(12). [Internet]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121217/121738.pdf>
4. **Cuenca P. 2012.** Caracterización fenotípica y sistema de producción de las alpacas en la Estación Experimental Aña Moyocancha. Tesis de Ing. Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 109 p.

5. **di Conza JA, Mollerach ME, Gutkind GO, Ayala JA. 2012.** Dos aislamientos de *Salmonella infantis* multirresistentes se comportan como hipoinvasivos, pero con elevada proliferación intracelular. *Rev Argent Microbiol* 44: 69-74.
6. **Dionisio J. 2012.** Cinética de expresión de inmunoglobulina A en el epitelio intestinal de crías de alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis de Médico Veterinario. Lima, Perú: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 61 p.
7. **Gallegos R. 2013.** Índices productivos de alpacas del Centro de Investigación y Producción «La Raya». *Rev Investig Alto Andina* 15: 255-262.
8. **Jurea MA, Condorí MS, Pérez G, Catalána MG, López A, Zolezzi G, Chinen I, et al. 2015.** Aislamiento y caracterización de *Escherichia coli* O157 en productos cárnicos bovinos y medias reses en la provincia de Tucumán. *Rev Argent Microbiol* 47: 125-131.
9. **Lucas JR, Morales S, Barrios M, Rodríguez J, Vásquez M, Lira B, Torres B, et al. 2016.** Patógenos involucrados en casos fatales de diarrea en crías de alpaca de la Sierra Central del Perú. *Rev Inv Vet Perú* 27: 169-175. doi: 10.15381/rivep.v27i1.11465
10. **Mamani J, Condemayta Z, Calle L. 2009.** Causas de mortalidad de alpacas en tres principales centros de producción ubicados en puna seca y húmeda del departamento de Puno. *REDVET* 10(8). [Internet]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080809/080904.pdf>
11. **Mamani L, Huanca T. 2011.** Manual de sanidad en rebaño mixto. Lima: Heifer Perú. 140 p.
12. **More J, Manchego A, Sandoval N, Ramírez M, Pezo D, Chiok K, Rivera H. 2011.** Detección genómica y expresión de péptidos antimicrobianos ( $\alpha$ - y  $\beta$ -defensinas) en mucosa intestinal de crías de alpaca (*Vicugna pacos*). *Rev Inv Vet Perú* 22: 324-335. doi: 10.15381/rivep.v22i4.332.
13. **Moredo FA, Cappuccio JA, Insarralde L, Perfumo CJ, Quiroga MA, Leotta GA. 2012.** Caracterización genotípica de aislamientos de *Escherichia coli* obtenidos de cerdos con diarrea posdestete y enfermedad de los edemas. *Rev Argent Microbiol* 44: 85-88.
14. **Morales S, Siu E, Ramírez P, Navarro A. 2017.** Determinación de serotipos de *Escherichia coli* aisladas de crías de alpacas (*Vicugna pacos*) con y sin diarrea en Huancavelica. *REDVET* 18(9). [Internet]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917/091722.pdf>
15. **Oha R. 2012.** Anatomía patológica de las diarreas infecciosas en crías de alpaca (*Lama pacos*) en la SAIS Aricoma Ltda. 57. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 79 p.
16. **Ortiz S. 2011.** Evaluación de algunos métodos de control de la mortalidad en crías de alpaca (*Lama pacos*) en explotaciones familiares. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 58 p.
17. **Pando S. 2011.** Evaluación de principales características productivas y reproductivas de alpacas Huacaya en el INIA Santa Ana - Huancayo periodo 2004-2008. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo, Perú: Univ. Nacional del Centro del Perú. 114 p.
18. **Pinto CE, Martín C, Cid MD. 2010.** Camélidos sudamericanos: estado sanitario de sus crías. *Rev Complutense Cienc Vet* 4: 37-50.
19. **Rosadio A, Yaya K, Véliz P, Quispe T. 2012a.** Efecto protector de una vacuna polivalente anticlostridial sobre la mortalidad neonatal en alpacas. *Rev Inv Vet Perú* 23: 299-306. doi: 10.15381/rivep.v23i3.912
20. **Rosadio R, Maturrano L, Pérez D, Luna L. 2012b.** El complejo entérico neonatal en alpacas andinas. *Rev Inv Vet Perú* 23: 261-271. doi: 10.15381/rivep.v23i3.908

21. **Silvera E, Perales R, Rodríguez J, López T, Gavidia C, Agapito J, Palacios C. 2012.** Presencia de *Escherichia coli* O157 en crías de alpacas (*Vicugna pacos*). Rev Inv Vet Perú 23: 98-104. doi: 10.15381/rivep.v23i1.888
22. **Siuce J, Manchego A, Sandoval N, More J, Kim-Lam Chiok, Pezo D, Rivera H. 2015.** Expresión de defensinas en yeyuno de crías de alpacas (*Vicugna pacos*) con enteropatías. Rev Inv Vet Perú 26: 317-327. doi: 10.15381/rivep.v26i2.11093
23. **Valencia N, Aquino H, Anccasi A. 2015.** Causas de mortalidad en crías de alpacas en centros de producción con manejo tecnológico medio y bajo en el distrito de Huancavelica, Perú. En: VII Congreso Mundial en Camélidos Sudamericano. Puno, Perú.