

## Identificación de protozoarios en crías de alpaca y su potencial riesgo zoonótico

### Identification of protozoa in alpaca calves and their potential zoonotic risk

Diana Sánchez H.<sup>1\*</sup>, Pedro Coila A.<sup>2</sup>, Celso Zapata C.<sup>2</sup>

#### RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo conocer la presencia de protozoarios con potencial riesgo zoonótico en alpacas. Se tomaron muestras de heces de 16 crías de alpacas Suri del Centro Experimental «La Raya» UNA – Puno, Perú, ubicado a 4100 m de altura. Se formaron grupos según edad y condición de salud: G1 (n=8) de 1 mes de edad (4 con diarrea y 4 sin diarrea); G2 (n=8) de 2 meses (4 con diarrea y 4 sin diarrea). Las muestras se evaluaron mediante pruebas coproparasitológicas de rutina (examen microscópico directo, concentración por flotación, McMaster modificado y Ziehl-Neelsen) y mediante diagnóstico molecular utilizando el marcador genético 18S rRNA subregión V4, secuenciándose en la plataforma NOVASEQ 6000 (Illumina, EE. UU.), y cuyas lecturas fueron analizadas utilizando programas bioinformáticos. Los resultados muestran que las 4 alpacas de 1 mes de edad con diarrea presentaron *Giardia* spp. y en tres había abundancia de *Entodinium* spp. y *Eudiplodinium* spp., mientras que en una alpaca sana se halló *Cryptosporidium* spp. En las 4 alpacas de 2 meses con diarrea se observó cuantiosa presencia de *Eimeria. lamae* (>12 750 OPG) y en tres de ellas alta abundancia de *Blastocystis* spp., en tanto que en una alpaca sana se identificó *Entamoeba* spp. Se concluye que *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., *Blastocystis* spp. y *Entamoeba* spp. son considerados de riesgo zoonótico ya que son descritos tanto en humanos como en animales.

**Palabras clave:** alpaca, diarrea, molecular, protozoario, zoonosis

<sup>1</sup> Laboratorio de Parasitología Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú

\* Autor correspondiente: Diana Sánchez Herencia; [diana.sanchez@unsaac.edu.pe](mailto:diana.sanchez@unsaac.edu.pe)

Recibido: 22 de julio de 2024

Aceptado para publicación: 11 de marzo de 2025

Publicado: 30 de abril de 2025

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine the presence of protozoa with potential zoonotic risk in alpacas. Faecal samples were taken from 16 Suri alpaca calves from the UNA Experimental Centre «La Raya» – Puno, Peru, located at 4100 m above sea level. Groups were formed according to age and health condition: G1 (n=8) 1 month old (4 with diarrhoea and 4 without diarrhoea); G2 (n=8) 2 months old (4 with diarrhoea and 4 without diarrhoea). The samples were evaluated by routine faecal parasitological tests (direct microscopic examination, flotation concentration, modified McMaster and Ziehl-Neelsen) and by molecular diagnosis using the genetic marker 18S rRNA subregion V4, sequencing on the NOVASEQ 6000 platform (Illumina, USA). On this, whose readings were analysed using bioinformatics programs. The results show that the 4 1-month-old alpacas with diarrhoea presented *Giardia* spp. and three had an abundance of *Entodinium* spp. and *Eudiplodinium* spp., while in one healthy alpaca *Cryptosporidium* spp. was found. In the 4 2-month-old alpacas with diarrhoea, a large presence of *Eimeria lamae* (>12750 OPG) and in three of them high abundance of *Blastocystis* spp. was observed, while in one healthy alpaca *Entamoeba* spp. was identified. It is concluded that *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., *Blastocystis* spp. and *Entamoeba* spp. are of zoonotic risk since they are described in both humans and animals.

**Keywords:** alpaca, diarrhoea, molecular, protozoan, zoonosis

## INTRODUCCIÓN

La crianza de alpacas se desarrolla mayormente en las zonas altas de los Andes, donde los productores no tienen posibilidades de dedicarse a otras actividades productivas. Las alpacas conservan el ecosistema, proveen fibra fina para el vestido y carne magra para alimentación saludable (FAO, 2005). Sin embargo, la producción alpaquera se ve limitada por la elevada mortandad neonatal de las alpacas, identificadas como principales causas las enfermedades infecciosas y el manejo inadecuado (Martín *et al.*, 2010), siendo los más afectados las crías por enfermedades producidas por protozoarios como *Giardia*, *Cryptosporidium* (Cebra *et al.*, 2003) y eimerias (Rosadio *et al.*, 2010). También se han identificado a la blastocistosis como una zoonosis emergente (Maloney *et al.*, 2019) causada por *Blastocystis* spp. (Clark *et al.*, 2013; Ma *et al.*, 2020).

La secuenciación genética por síntesis (SBS) es una buena alternativa para conocer múltiples organismos en forma simultánea, ya que secuencian cadenas molde de DNA por ciclos repetidos en los que se va añadiendo cada nucleótido de manera individual de forma simultánea, logrando secuenciar millones de *clusters* (Bentley *et al.*, 2018). Los marcadores universales como la subunidad pequeña de los ribosomas de las células (rRNA), son componentes básicos de todas las células (Luo *et al.*, 2005). Los datos del ADN en el gen rRNA 18S son utilizados en el análisis molecular, ya que su variabilidad evolutiva es lenta y se mantiene conservada, haciéndolo idóneo para reconocer individualmente a los organismos vivos (Adham *et al.*, 2009).

El diagnóstico molecular es más eficiente al momento de la detección de protozoarios en pacientes con enfermedad diarreica (Cardona *et al.*, 2014), ya que, a pesar de su di-

versidad epidemiológica, muchos de los parásitos intestinales son excretados de alguna forma parasitaria (quistes/ooquistes, huevos, larvas, proglótides) junto con las heces del hospedador. Es así como la microscopía presenta problemas de sensibilidad y especificidad diagnóstica y, en la mayoría de los casos, no permite la diferenciación morfológica de especies/genotipos (Dacal *et al.*, 2020). En ese sentido, el estudio se diseñó con el objetivo de identificar, de forma convencional y molecular, protozoarios presentes en cuadros de diarreas en crías de alpacas y su papel zoonótico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio y Animales

El estudio se realizó durante los meses de febrero y marzo de 2021 en el Centro Experimental «La Raya» de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Perú, ubicado a más de 4100 msnm. Se trabajó con 16 crías de alpacas Suri de 1 y 2 meses de edad, que presentaron diarrea durante más de dos días consecutivos. Se conformaron grupos según edad y condición de salud: G1: n=8 alpacas de 1 mes (4 con diarrea y 4 sin diarrea) y G2: n=8 alpacas de 2 meses (4 con diarrea y 4 sin diarrea).

Se colectaron muestras fecales directamente del recto de todos los animales y se conservaron a temperatura de refrigeración (5 °C) hasta su análisis coproparasitológico en el Laboratorio de Parasitología del Centro Experimental «La Raya». Para el análisis molecular las muestras fueron colectadas en tubo de 50 ml, siendo primero refrigeradas y luego rápidamente conservadas a -80 °C para la posterior extracción de ADN en el Laboratorio de Biología Molecular de la Universidad Nacional del Altiplano.

### Análisis Coproparasitológico Convencional

El examen coproparasitológico que se hizo en forma inicial fue el examen directo microscópico para evidenciar la presencia de quistes u ooquistes de protozoarios utilizando lugol parasitológico como colorante (Bowman, 2011). Posteriormente, las muestras fueron procesadas mediante métodos cualitativos de concentración por flotación con solución saturada de sacarosa (Barriga, 2002; Rojas, 2004); método cuantitativo McMaster modificado, expresando cantidades de ooquistes por gramo de heces (OPG) (Barriga, 2002; Cebra y Stang, 2008). Asimismo, para el reconocimiento de ooquistes de *Cryptosporidium* se trabajó con el método de Ziehl-Neelsen modificado (Barriga, 2002).

### Análisis Molecular

Se extrajo el ADN mediante el Pure-Link™ Microbiome DNA Purification kit a partir de las muestras fecales. La cuantificación de ADN se determinó mediante Qubit®. Se utilizó el cebador 528 *forward*, 5'-GCGGTAATTCAGCTCCAA-3' y 706 *reverse*, 5'-AATCCRAGAATTTACCTCT-3' dirigido a la región V4 del gen 18S rRNA. Cada región fue amplificada usando TruSeq® DNA kit de Illumina sin PCR junto con los cebadores. La calidad de las librerías se evaluó con Fluorometro Qubit 2.0 de Invitrogen y el analizador de fragmentos del sistema Agilent Bioanalyzer 2100. La librería fue secuenciada usando el protocolo en la plataforma NOVASEQ 6000 de Illumina (San Diego, EE. UU.) con una generación de lecturas de 250 pb.

### Análisis bioinformático para 18S rRNA (región V4)

La calidad de los datos obtenidos luego de la secuenciación se evaluó con el software FASTQ v. 0.11.9 y editados con el software FASTP v. 0.22.0. Luego las lecturas *forward* y *reverse* fueron mezcladas con el

software FLASH v. 1.2.11. Se utilizó el software SEQTK v. 1.3-r106 y el VSEARCH v. 2.15.2 para la remoción de quimeras, Asimismo, el software KRAKEN2 v. 2.1.1+galaxy destinada para la clasificación taxonómica de secuencias cortas de las unidades taxonómicas operativas (OTU) enlazada con la Base de Datos SILVA (v. 2022-02-02T162959Z, kmer-len=35, minimizer-len=31, minimizers-paces=6) a través del webserver GALAXY.

## RESULTADOS

### *Identificación convencional de protozoarios en alpacas*

Mediante el examen directo, donde se requiere solo una gota de muestra, se identificó *Giardia* spp. (Figura 1A) en las cuatro crías de alpacas de un mes de edad que padecieron de diarreas, lo cual sugiere una alta infección por este protozoario. Por otro lado, este parásito no se observó en el grupo de alpacas sanas de la misma edad. En el caso de las alpacas de 2 meses de edad con presencia de diarreas se registró *E. lamae* (Figura 1B) en cantidades de 12 750 a 34 800 OPG por animal (Cuadro 1). Dada la elevada cantidad de ooquistes de *E. lamae* se le

puede atribuir como el causante de la enfermedad diarreica en estas alpacas. También se logró evidenciar la presencia de *E. lamae* y *E. macusaniensis* en las alpacas sanas de 2 meses, aunque no se consignó ningún ooquiste mediante el método de MacMaster, posiblemente debido a la reducida cantidad de eimerias visualizadas de forma cualitativa. Mientras tanto, en una cría de alpaca sana de 1 mes de vida se pudo observar ooquistes de *Cryptosporidium* spp.

### *Identificación molecular de protozoarios en alpacas*

La cantidad de lecturas de la región V4 del gen 18S rRNA en secuenciamiento masivo de muestras fecales es abundante, lo cual no permitió llegar a describir especies y subespecies de eucariotas, por lo que los hallazgos de protozoarios se tuvieron que identificar como género. Como se observa en el Cuadro 1, en tres crías de 1 mes de edad que presentaron diarrea hubo predominancia de *Entodimum* sp. y *Eudiplodidium* sp, ambos identificados como protozoarios ciliados. Sin embargo, en las crías con diarrea, tres de ellas de 2 meses y una de 1 mes de edad se identificó molecularmente a *Blastocystis* spp. Otras especies observadas en alpacas de dos meses fueron *Heteromita* spp. y *Phasco-*



Figura 1. A. Quistes de *Giardia* spp. en una cría de alpaca de 1 mes de edad con diarrea. 40X. B. Ooquiste esporulado de *Eimeria lamae* en una cría de alpaca de 2 meses de edad con diarrea. 100X

Cuadro 1. Identificación molecular y coproparasitológica de protozoarios de riesgo zoonótico en alpacas de 1 y 2 meses de edad con y sin diarrea

Condición de salud	Edad (mes)	n	Identificación molecular		Identificación coproparasitológica	
			Especie	Abundancia (veces)	Especie	Cantidad (OPG)
Con diarrea	1	1	<i>Eudiplodinium</i> spp.	3,908	<i>Giardia</i> sp.	--
			<i>Entodinium</i> spp.	1,676		
		2	<i>Blastocystis</i> spp.	519	<i>Giardia</i> sp.	--
		3	<i>Phascolodon</i> spp.	451	<i>Giardia</i> sp.	--
		4	<i>Entodinium</i> spp.	814	<i>Giardia</i> sp.	--
			<i>Eudiplodinium</i> spp.	642		
			<i>Heteromita</i> spp.	497		
	2	1	<i>Blastocystis</i> spp.	1,536	<i>E. lamae</i>	12,750
			<i>Entodinium</i> spp.	1,114		
			<i>Heteromita</i> spp.	1,005		
		2	<i>Blastocystis</i> spp.	843	<i>E. lamae</i>	15,750
		3	<i>Blastocystis</i> spp.	229	<i>E. lamae</i>	34,800
		4	<i>Heteromita</i> spp.	430	<i>E. lamae</i>	22,450
			<i>Eocercomonas</i> sp.	143		
Sanas	1	1	<i>Blastocystis</i> sp.	877	<i>Cryptosporidium</i> sp.	--
			<i>Entodinium</i> sp.	146	--	--
		2	<i>Heteromita</i> sp.	3,236	--	--
			<i>Blastocystis</i> sp.	1,565	--	--
		3	<i>Blastocystis</i> sp.	1,767	--	--
			<i>Entodinium</i> sp.	452	--	--
		4	<i>Blastocystis</i> sp.	814	--	--
			<i>Entodinium</i> sp.	481	--	--
		2	1	<i>Blastocystis</i> sp.	11,373	<i>E. macusaniensis</i>
	<i>Phascolodon</i> sp.			2,442		--
	2		<i>Entodinium</i> sp.	17,404	<i>E. lamae</i>	--
			<i>Eudiplodinium</i> sp.	4,259		--
			<i>Blastocystis</i> sp.	3,534		--
	3		<i>Blastocystis</i> sp.	11,5737	<i>E. lamae</i> y <i>E. macusaniensis</i>	--
			<i>Entamoeba</i> sp.	1,315		--
	4	<i>Blastocystis</i> sp.	42,677	<i>E. lamae</i> y <i>E. macusaniensis</i>	--	
	<i>Entodinium</i> sp.	244		--		

*lodom* spp., que son protozoarios ambientales, las alpacas podrían ingerir estos microorganismos cuando consumen su alimento mientras están en libre pastoreo.

En animales sin signos de diarrea de 1 y 2 meses de edad se evidenció el predominio de *Blastocystis* sp. y *Entodinium* sp., mientras que en una alpaca sana de dos meses de vida se identificó *Entamoeba* sp.

Mediante análisis molecular no hubo coincidencias de la secuencia genética de *Eimeria lamae* con la base de datos, debido a que aún no se registró la secuencia molecular de esta especie en la base de datos SILVA.

## DISCUSIÓN

### *Identificación convencional de protozoarios en alpacas*

*Giardia* spp. ha sido identificado en diversas especies animales (Heyworth, 2016), donde *Giardia duodenalis* ha sido reportada en heces de alpacas. Por su parte, Whitehead y Anderson (2006) indican que *Giardia* sp. es un agente causal de las diarreas en crías de alpaca, coincidiendo con los hallazgos del presente estudio. *Giardia* sp. ha sido incluso registrada en crías de alpacas menores de 1 mes de edad (Trout *et al.*, 2008; Gómez-Couso *et al.*, 2012).

Gomez-Puerta *et al.* (2014) mencionan que 33% de las crías de alpaca de 1 mes se encuentran infectadas con *Giardia duodenalis*. Esta baja frecuencia de animales infectados se debe a que los animales evaluados no presentaban estados diarreicos, ya que en el presente estudio todas las crías de 1 mes con diarrea presentaron *Giardia* sp. Gómez-Couso *et al.* (2012) también reportaron que 50% de alpacas de 1 semana de edad presentaban *Giardia* spp. y que a medida que crecen, se incrementa la prevalencia alcanzando 80% a las 8 semanas.

Rodríguez *et al.* (2012) informa que, en alpacas aparentemente sanas menores a 90 días de vida, 60.4% fueron portadoras de *Eimeria lamae*, encontrando la mayor carga parasitaria en crías de 45-60 días con 16 564 OPG, cifras menores al encontrado en el presente estudio debido a que se trabajó con alpacas con proceso diarreico. En importante destacar que Cebra (2007) afirma que *Eimeria* es un parasito más comúnmente

asociado con la presentación de diarreas en camélidos, pudiendo considerarlo como el causante de la diarrea.

*Cryptosporidium* viene a ser un protozoario presente en alpacas, demostrado también por Gómez-Couso *et al.* (2012), quienes reportan una prevalencia de 58.3% del parásito en alpacas por rebaño. Por otro lado, Molina *et al.* (2009) constatan que 23% de la población de alpacas que no presentan diarreas son portadoras de *Cryptosporidium parvum*, Hay que destacar que *Cryptosporidium* spp. es de importancia zoonótica pues posee especies que han sido halladas en humanos y en animales domésticos, silvestres y peces (Zhang *et al.*, 2020) y que ha sido considerada hace unos años como una zoonosis reemergente (Díaz-Lee *et al.*, 2011; Thompson *et al.*, 2016), y, por lo tanto, un parásito de riesgo en la salud pública.

### *Identificación molecular de protozoarios en alpacas*

En las crías de alpacas con diarrea se identificó a *Entodiniimon* sp. y *Eudiploidium* sp. los cuales son reportados como parte de la microbiota del primer compartimiento del estómago de las alpacas (Cerón, 2014; Yauri, 2020). Este hallazgo se debe probablemente a que la muestra en estudio puede contener protozoarios de todo el tracto digestivo.

El protozoario *Blastocystis* spp. también es reportado por Ma *et al.* (2020), quienes identifican tres subtipos de *Blastocystis* spp., siendo el ST5 un genotipo potencialmente zoonótico. De forma similar Boutellis *et al.* (2021), identificaron *Blastocystis* del subtipo 10 en una llama (*Lama glama*) de zoológico, que compartió 98.94% de similitud y 99% de cobertura con la secuencia más cercana de *Blastocystis* aislado de Canidae *Lycaon pictus*. Cian *et al.* (2017) y Deng *et al.* (2021) también describen en alpacas al *Blastocystis* subtipo 10 y 14 en alpacas donde las secuencias eran idénticas a las de las cabras en Irán.

Blastocystis es un protozoario que puede hospedarse en diversas especies, incluyendo el hombre, donde puede causar síntomas gastrointestinales como estreñimiento, diarrea, flatulencia y dolor abdominal (Boreham, 1993). Sin embargo, en el caso del humano se tiene como condiciones específicas para la presentación de la enfermedad la inmunosupresión, mala nutrición o infecciones concurrentes (Boreham, 1993). *Heteromita* spp., descritos como protozoarios flagelados de vida libre presentes en la superficie del suelo (Mattison *et al.*, 2002) y *Phascolodom* spp., son descritos como ciliados de vida libre presentes en agua estancada (Tucker, 1972). Ambos microorganismos pudieron haber ingresado al tracto gastrointestinal juntamente con el alimento, pero se sospecha de cierta simbiosis temporal con el hospedero.

Las alpacas sanas también son portadoras de protozoarios como *Blastocystis* spp. En este sentido, Wang *et al.* (2022) remarcan la presencia de *Blastocystis* spp. en alpacas de mayor edad en condiciones de salud estable, pero no lo evidencian en crías de alpacas. Por otro lado, Gao *et al.* (2021) manifiestan la presencia de hasta 18% de alpacas adultas portadoras de *Entamoeba* spp. y su asociación con *Eimeria* spp., lo cual coincide con los resultados del presente estudio, donde se identificó a *E. lamae* y *E. macusaniensis* junto a *Entamoeba* spp. El género *Entamoeba* incluye amebas de numerosas especies que se encuentran en varios hospederos animales (Shiratori e Ishida, 2016). Algunas especies de *Entamoeba* spp. presentan alta prevalencia y son potencialmente zoonóticas (Dong *et al.*, 2017).

## CONCLUSIONES

- Mediante microscopía en alpacas de un mes con diarrea se observó la presencia de *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp.
- Mediante secuenciamiento molecular masivo en alpacas de 1 y 2 meses de

edad se halló alta abundancia de *Blastocystis* spp. en alpacas con signos de diarrea, así como en animales sanos. Asimismo, se identificó *Entamoeba* spp. en una alpaca sana de 2 meses.

- Todos estos protozoarios son considerados de riesgo zoonótico por estar presentes tanto en humanos como en animales.

## LITERATURA CITADA

1. **Adham FK, Abd-el-Samie EM, Gabre RM, el-Hussein H. 2009.** Detection of tick blood parasites in Egypt using PCR assay I. *Babesia bovis* and *Babesia bigemina*. Parasitol Res 105: 721-30. doi: 10.1007/s00436-009-1443-8
2. **Barriga O. 2002.** Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en la América Latina. Santiago de Chile: Germinall. 239 p.
3. **Bentley DR, Balasubramanian S, Swerdlow HP, Smith GP, Milton J, Brown CG, Hall KP, et al. 2008.** Accurate whole human genome sequencing using reversible terminator chemistry. Nature 456: 53-59. doi: 10.1038/nature07517
4. **Boreham P. 1993.** Blastocystis in humans and animals: morphology, biology, and epizootiology. Adv Parasitol 32 1-70. doi: 10.1016/S0065-308X(08)60206-7
5. **Boutellis A, Aissi M, Harhoura K, Drali R, Kernif T, Tazerouti F. 2021.** First molecular characterization of *Blastocystis* subtypes from animals and animal-keepers stool in Algeria. Comp Immunol Microb 78: 101695. doi: 10.1016/j.cimid.2021.101695
6. **Bowman D.D. 2011.** Georgis Parasitología para veterinarios. 9° ed. España: Elsevier. 464 p.
7. **Cardona E, Castañeda S, Álvarez ME, Pérez JE, Rivera Páez FA, López Gartner GA. 2014.** Comparación de métodos convencionales y moleculares para la detección de *Giardia lamblia* en

- heces humanas. *Luna Azul* 38: 159-170. doi: 10.17151/luaz.2014.38.10
8. **Cebra C. 2007.** Diarrhea in llama and alpaca crias. In: Proc Fortieth Annual Conference American Association of Bovine Practitioners.
  9. **Cebra CK, Mattson DE, Baker RJ, Sonn RJ, Dearing PL. 2003.** Potential pathogens in feces from unweaned llamas and alpacas with diarrhea. *J Am Vet Med Assoc* 223: 1806-1808. doi: 10.2460/javma.2003.223.1806
  10. **Cebra CK, Stang BV. 2008.** Comparison of methods to detect gastrointestinal parasites in llamas and alpacas. *J Am Vet Med Assoc* 232: 733-741. doi: 10.2460/javma.232.5.733
  11. **Cerón ME. 2014.** Estudio de la diversidad microbiana del compartimento C1 del sistema digestivo de la llama (*Lama glama*). Tesis Doctoral. Argentina: Universidad de Buenos Aires. 181 p.
  12. **Cian A, El Safadi D, Osman M, Moriniere R, Gantois N, Benamrouz-Vanneste S, Delgado-Viscogliosi P, et al. 2017.** Molecular epidemiology of *Blastocystis* sp. in various animal groups from two French zoos and evaluation of potential zoonotic risk. *Plos One* 12: e0169659. doi: 10.1371/journal.pone.0169659
  13. **Clark CG, Van der Giezen M, Alfellani MA, Stensvold CR. 2013.** Recent developments in *Blastocystis* research. *Adv Parasitol* 82: 1-32. doi: 10.1016/B978-0-12-407706-5.00001-0
  14. **Dacal E, Köster PC, Carmena D. 2020.** Diagnóstico molecular de parasitosis intestinales. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 38: 24-31. doi: 10.1016/j.eimc.2020.02.005
  15. **Deng L, Yao J, Chen S, He T, Chai Y, Zhou Z, Shi X, et al. 2021.** First identification and molecular subtyping of *Blastocystis* sp. in zoo animals in south-western China. *Parasite Vector* 14: 11. doi: 10.1186/s13071-020-04515-2
  16. **Díaz-Lee A, Mercado R, Onuoha EO, Ozaki LS, Muñoz P, Muñoz V, Martínez FJ, et al. 2011.** *Cryptosporidium parvum* in diarrheic calves detected by microscopy and identified by immunochromatographic and molecular methods. *Vet Parasitol* 176: 139-144. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.11.001
  17. **Dong H, Li J, Qi M, Wang R, Yu F, Jian F, Ning C, Zhang L. 2017.** Prevalence, molecular epidemiology, and zoonotic potential of *Entamoeba* spp. in nonhuman primates in China. *Infect Genet Evol* 54: 216-220. doi: 10.1016/j.meegid.2017.07.002
  18. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2005.** Situación Actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Lima, Perú: FAO. 62 p.
  19. **Gao WW, Ma YT, Ma YY, Li RL, Li J, Zheng FG, Zheng WB, et al. 2021.** First report of *Eimeria* and *Entamoeba* infection in alpacas (*Vicugna pacos*) in Shanxi Province, northern China. *Parasitol Res* 120: 2031-2035. doi: 10.1007/s00436-021-07157-0
  20. **Gómez-Couso H, Ortega-Mora LM, Aguado-Martínez A, Rosadio-Alcántara R, Maturrano-Hernández L, Luna-Espinoza L, Zanabria-Huisa V, et al. 2012.** Presence and molecular characterisation of *Giardia* and *Cryptosporidium* in alpacas (*Vicugna pacos*) from Peru. *Vet Parasitol* 187: 414-420. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.01.025
  21. **Gomez-Puerta LA, Lopez-Urbina MT, Alarcon V, Cama V, Gonzalez AE, Xiao L. 2014.** Occurrence of *Giardia duodenalis* assemblages in alpacas in the Andean region. *Parasitol Int* 63: 31-34. doi: 10.1016/j.parint.2013.10.003
  22. **Heyworth MF. 2016.** *Giardia duodenalis* genetic assemblages and hosts. *Parasite* 23: 13. doi: 10.1051/parasite/2016013.
  23. **Luo J, Yin H, Guan G, Yang D, Liu A, Ma M, Liu Z, et al. 2005.** A comparison of small-subunit ribosomal RNA gene sequences of bovine *Babesia* species transmitted by *Haemaphysalis* spp. in China. *Parasitol Res* 95: 145-149. doi: 10.1007/s00436-004-1268-4

24. **Ma YT, Liu Q, Xie SC, Li XD, Ma YY, Li TS, Gao WW, Zhu XQ. 2020.** Prevalence and subtypes of *Blastocystis* in alpacas, *Vicugna pacos* in Shanxi province, China. *Korean J Parasitol* 58: 181-184. doi: 10.3347/kjp.2020.58.2.181
25. **Maloney JG, Lombard JE, Urie NJ, Shivley CB, Santin M. 2019.** Zoonotic and genetically diverse subtypes of *Blastocystis* in US pre-weaned dairy heifer calves. *Parasitol Res* 118: 575-582. doi: 10.1007/s00436-018-6149-3
26. **Martín C, Pinto C, Cid M. 2010.** Camélidos sudamericanos: estado sanitario de sus crías. *Rev Complut Cienc Vet* 4: 37-50.
27. **Mattison RG, Taki H, Harayama S. 2002.** The bacterivorous soil flagellate *Heteromita globosa* reduces bacterial clogging under denitrifying conditions in sand-filled aquifer columns. *Appl Environ Microb* 68: 4539-4545. doi: 10.1128/AEM.68.9.4539-4545.2002
28. **Molina D, López T, González A, Gómez L, Pezo D. 2009.** *Cryptosporidium parvum* como factor de riesgo en la diarrea neonatal en alpacas de Puno. *Rev Inv Vet Perú* 20: 263-269.
29. **Rodríguez A, Casas E, Luna L, Gavidia C, Zanabria V, Rosadio R. 2012.** Eimeriosis in young alpacas: prevalence and risk factors. *Rev Inv Vet Perú* 23: 289-298.
30. **Rojas M.** Nosoparasitosis de los rumiantes domésticos peruanos. 2° ed. Lima, Perú: Martegraf. 154 p.
31. **Rosadio R, Londoño P, Pérez D, Castillo H, Véliz A, Llanco L, Yaya K, Maturrano L. 2010.** *Eimeria macusaniensis* associated lesions in neonate alpacas dying from enterotoxemia. *Vet Parasitol* 168: 116-120. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.10.010
32. **Shiratori T, Ishida KI. 2016.** *Entamoeba marina* n. sp.; a new species of Entamoeba isolated from tidal flat sediment of Iriomote Island, Okinawa, Japan. *J Eukaryot Microbiol* 63: 280-286. doi: 10.1111/jeu.12276
33. **Thompson R, Koh W, Clode P. 2016.** *Cryptosporidium*—what is it? *Food Waterborne Parasitol* 4: 54-61. doi: 10.1016/j.fawpar.2016.08.004
34. **Trout JM, Santín M, Fayer R. 2008.** Detection of assemblage A, *Giardia duodenalis* and *Eimeria* spp. in alpacas on two Maryland farms. *Vet Parasitol* 153: 203-208. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.02.006
35. **Tucker J. 1972.** Microtubule-arms and propulsion of food particles inside a large feeding organelle in the ciliate *Phascodon vorticella*. *J Cell Sci* 10: 883-903.
36. **Wang H, Sui Y, Du, H., Li, X., Wang, B., Chen, M., Zhang, Q., Li, Z., Hou, M., & Wang, S. (2022).** Molecular genotyping of *Blastocystis* from alpaca (*Vicugna pacos*) in China. Pront preview.
37. **Whitehead CE, Anderson DE. 2006.** Neonatal diarrhea in llamas and alpacas. *Small Ruminant Res* 61: 207-215. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.07.012
38. **Yauri E. 2020.** Diversidad de protozoarios del compartimiento 1 de alpacas y rumen de ovinos en condiciones naturales. Tesis de Médico Veterinario. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 86 p.
39. **Zhang Q, Li J, Li Z, Xu C, Hou M, Qi M. 2020.** Molecular identification of *Cryptosporidium* spp. in alpacas (*Vicugna pacos*) in China. *Int J Parasitol Parasites Wildl* 12: 181-184. doi: 10.1016/j.ijppaw.2020.06.007