

Infeción por *Sarcocystis aucheniae* (Apicomplexa: Sarcocystidae) en tejido muscular de alpacas y llamas en Huancavelica, Perú

Sarcocystis aucheniae (Apicomplexa: Sarcocystidae) infection in muscle tissue of alpacas and llamas in Huancavelica, Peru

Víctor Carhuapoma-Delacruz^{1*} , Melanio Jurado-Escobar² , Nicasio Valencia-Mamani³ , Manuel Castrejón Valdez² , Víctor Guillermo Sánchez-Araujo⁴ , Arnaldo Virgilio Capcha-Huamani⁵ , Blas Oscar Sánchez-Ramos⁶ , Mario Esparza⁷ 

¹Universidad Nacional de Huancavelica, Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria de Ingeniería. Huancavelica, Perú.

²Universidad Nacional de Huancavelica. Escuela Profesional de Zootecnia. Huancavelica, Perú.

³Universidad Nacional de Huancavelica, Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria de Ingeniería, Laboratorio de Salud Animal. Huancavelica, Perú.

⁴Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Huancavelica, Perú.

⁵Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Enfermería, Escuela Profesional de Enfermería. Huancavelica, Perú.

⁶Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja "Daniel Hernández Morillo", Escuela Profesional de Enfermería, Jr. José Olaya. Huancavelica, Perú.

⁷Universidad Privada Norbert Wiener, Vicerrectorado de Investigación, Dirección de Investigación Científica. Lima, Perú.

Autor para correspondencia: yachayruacc@hotmail.com

RESUMEN

El Sarcocistosis es una patología de importancia clínica en salud pública por su actividad neurotóxica, sin embargo, es limitado el conocimiento del grado de infección en tejidos musculares de camélidos. En este trabajo se evaluaron el nivel infección de *Sarcocystis aucheniae* en tejido muscular de alpacas y llamas faenadas para consumo humano. Se consideraron 969 alpacas y 800 llamas positivos a *S. aucheniae* faenadas en el matadero Municipal de Huancavelica, Perú. La detección del *Sarcocystis* en tejidos musculares (cuello, costillar, diafragma y zona inguinal) se hizo mediante observación directa e identificación macroscópica y el nivel de infección mediante el método no destructivo. Se encontraron infección a *S. aucheniae* en alpacas (68 %) y llama (76 %) siendo susceptibles en animales machos. El nivel de infección al parásito fue alto en el cuello (74-85 %) y zona inguinal (59-68 %) en alpacas y llamas, con frecuencias altas en el cuello (58 %) y zona inguinal (100 %) en más de tres lugares de procedencias, con predominio de infección en cuello (75 %), zona inguinal (70 %) en alpacas Suri y en llamas Chacu (87 %), fluctuando frecuencias entre 60 a 90 % en animales de boca llena y cuatro dientes en ambas especies. Alpacas y llamas hembras presentaron mayor infección en el cuello (78-86 %) y en machos en la zona inguinal (60-70 %); así mismo resultaron mayor infección en el cuello y zona inguinal en animales con condición corporal buena y obesos (62 a 100 %) en ambas especies. Se evidenciaron alto nivel de infección de *S. aucheniae* en el tejido muscular de alpacas y llamas, siendo susceptibles al parásito animales de sexo macho.

Palabras clave: Camélido; lesión; músculo; infección; *Sarcocystis*

ABSTRACT

Sarcocystis is of clinical importance in public health due to its neurotoxic activity; however, knowledge of the degree of infection in muscle tissues of camelids is limited. In this work, the level of *Sarcocystis aucheniae* infection in muscle tissue of alpacas and llamas slaughtered for human consumption was evaluated. We considered 969 alpacas and 800 llamas positive to *S. aucheniae* slaughtered in the Municipal slaughterhouse of Huancavelica, Perú. The detection of *Sarcocystis* in muscular tissues (neck, rib, diaphragm and inguinal area) was done by direct observation and macroscopic identification and the level of infection by the non-destructive method. *S. aucheniae* infection was found in alpacas (68%) and llamas (76%), being susceptible in male animals. The level of infection to the parasite was high in the neck (74-85%) and inguinal area (59-68%) in alpacas and llamas, with high frequencies in the neck (58%) and inguinal area (100%) in more than three places of origin, with predominance of infection in the neck (75%), inguinal area (70%) in Suri alpacas and in Chacu llamas (87%), fluctuating frequencies between 60 to 90% in animals with full mouth and four teeth in both species. Alpacas and female llamas presented higher infection in the neck (78-86%) and in males in the inguinal area (60-70%); likewise, there was higher infection in the neck and inguinal area in animals with good body condition and obese (62 to 100%) in both species. A high level of *Sarcocystis aucheniae* infection was evidenced in the muscle tissue of alpacas and llamas, being susceptible to the parasite in male animals.

Key words: Camelid; lesion; muscle; infestation; *Sarcocystis*

INTRODUCCIÓN

La alpaca (*Vicugna pacus*) y la llama (*Lama glama*), representan fuentes de proteína, trascendental para la alimentación de la población andina [1], así mismo, son cotizada por la industria cárnica por su alta biodisponibilidad de hierro (3.3 mg·100 g⁻¹) y zinc (4.4 mg·100 g⁻¹), proteína (20–22 %) en referencia a las carnes rojas [2], además la carne de estas especies es considerada como dieta equilibrada y orgánica [3, 4].

Las alpacas y llamas son criadas en pésimas condiciones sanitarias, lo cual favorece el desarrollo de *Sarcocystis* en el músculo de los animales [5], siendo confiscada la carcasa por las autoridades sanitarias [6, 7], producto de ello, se generan pérdidas económicas significativas al productor y al comerciante [8, 9].

Los estudios han informado que los animales (alpacas y llamas) infectados con *Sarcocystis* no presentan síntomas clínicos, excepto en los casos de altas dosis de infección o inmunodeficiencia del hospedador [6], que resultan en anorexia, fiebre, anemia, debilidad, pérdida de peso, síntomas neurológicos, diarrea y muerte [9, 10]. Los humanos pueden sufrir gastroenteritis, náuseas, diarrea, cólicos, escalofríos y problemas respiratorios, posterior a la ingesta de carne cruda o mal cocida por la producción de sarcocistina neurotóxica de algunas especies de *Sarcocystis* [11, 12] de ahí su importancia clínica como apicomplexa [13].

Estudios realizados en Argentina, Australia y China reportaron dos especies de *Sarcocystis* en tejido muscular y en el torrente sanguíneo con morfología macroscópica y molecular diferentes como la *Sarcocystis masoni* (microquiste) en alpacas [12, 14] y *Sarcocystis aucheniae* en llamas (macroquiste) con filogenia 18S rRNA [7, 15], que suele propagarse por todo el organismo del animal mostrando su grado de infección en el tejido muscular esquelético [16], ocasionando daños al corazón, hígado y aborto en el animal [9]; en muchos casos suelen ser letal [17, 18]. Hasta donde sabemos, este es el primer

estudio de *Sarcocystis aucheniae* mostrando su grado de infección en el tejido muscular esquelético en alpacas y llamas faenadas para consumo humano en Huancavelica, Perú.

No habiendo reportes académicos referente a los diversos factores epidemiológicos que contribuyen a la propagación de la patología, el estudio tuvo por objetivo evaluar el nivel de infección de *Sarcocystis aucheniae* en tejido muscular de alpacas y llamas faenadas para consumo humano en Huancavelica-Perú, determinándose la frecuencia, nivel de infección y su relación con la raza, sexo, edad, procedencia y condición corporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ámbito de estudio

El estudio se realizó en el matadero municipal de Huancavelica – Perú, ubicado a 2.5 km al noroeste de la ciudad de Huancavelica a una altitud de 3.760 msnm, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 8 y 12°C [19], como se aprecia en el mapa geográfico (FIG. 1). Previo al estudio se tuvo la autorización de la municipalidad de Huancavelica y el acta de consentimiento informado de los propietarios de los animales a ser faenado. El registro del tejido muscular de alpacas y llamas con *S. aucheniae* se ejecutaron en los meses febrero a junio del 2024. Siendo considerado la zona de estudio como preponderante en la crianza de alpacas (308.586 cabezas) y llamas (143.295 cabezas) a nivel del país [20].

Tamaño de muestra

Se dispuso un total de 1.430 alpacas y 1.052 llamas faenadas, de los cuales se consideraron como tamaño muestral a 969 alpacas de ambas razas (Huacaya y Suri) y 800 llamas de raza Chacu y K'ara que resultaron positivos a *S. aucheniae* según el diagnóstico macroscópico [21], así mismo se consideró el sexo (machos y hembras), edad [diente

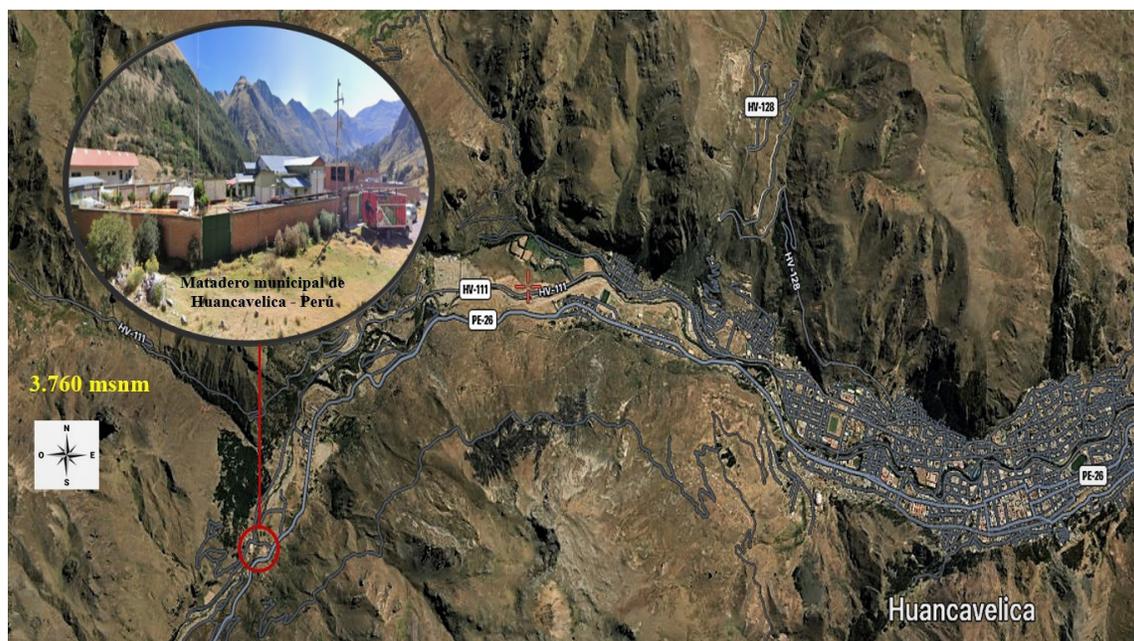


FIGURA 1. Mapa geográfico de estudio: matadero municipal de Huancavelica, Perú

de leche (menos de 1.5 años), 2 dientes (1.5 a 3 años), 4 dientes (mayor o igual a 3-4 años) y boca llena (mas de 4 años) y procedencia (17 comunidades) y los animales que resultaron negativos no fueron considerados para el estudio.

Para determinar la cantidad de animales a ser muestreados, se consideró muestreo probabilístico estratificado (especie animal) para ello se aplicó la fórmula:

$$n = \frac{NZ^2}{e^2(N-1)+Z^2pq}$$

de acuerdo a lo establecido por Daniel [22].

Inspección Ante-mortem

Todos los animales fueron supervisados su condición física y sanitaria antes de ingresar a los corrales de espera, registrándose su procedencia, sexo, raza, edad y condición corporal, luego fueron conducidos al corral de descanso por 24 horas con disponibilidad de agua bajo estricto cumplimiento de las normativas del bienestar animal [23, 24], con el fin de mitigar el estrés. Los animales fueron identificados con un collar de plástico en el cuello mediante un código [25].

La identificación de la edad de los animales se realizó mediante cronología dentaria, observando los dientes erupcionados y aplicando la fórmula dentaria temporal, de la siguiente manera: diente de leche (menos de 1,5 años), 2 dientes (1,5 a 3 años con dos incisivos permanentes), 4 dientes (3 a 4 años con cuatro incisivos permanentes), boca llena (mas de 4 años con incisivos permanentes completos) en referencia a protocolos establecidos por Proost et al. [21].

La evaluación de la condición corporal de alpacas y llamas se realizó mediante palpación en el área de vértebras lumbares, tomando como base anatómica de referencia la apófisis espinosa, cerca de los últimos costillares [26, 27], considerándose la siguiente escala de

valorización 1 a 5: muy delgado = 1, ligeramente delgado = 2, condición buena = 3, sobrepeso = 4, obeso = 5 [28].

Diagnóstico de Sarcocystosis

La infección de *S. aucheniae* se determinó mediante inspección del tejido muscular del cuello, costillar, diafragma e inguinal en alpacas y llamas a través del método de observación directa (macroquistes blanquecinos en forma de arroz) que consistió en inspeccionar las carcasas del animal faenado haciendo diferentes cortes profundos a nivel del cuello, costillar, diafragma y zona inguinal, denominándose ausencia o presencia de *Sarcocystis* considerándose raza, sexo, edad, condición corporal y procedencia del animal, descartando carcasas que resultaron negativa a sarcocistiosis [17, 29] como se observa en la FIG.2.

La identificación confirmatoria de *S. aucheniae* se realizaron a todos los animales que resultaron positivos al parásito mediante método de observación directa y examen microscópico (10× y 40×) mediante el uso del equipo microscopio binocular (Boeco; BM-120, China) que consistieron en describir su forma, ramificación, diámetro y color [14, 30], previo a ello se tomaron muestras (50 g) de macroquistes de tejido muscular del cuello, costillar, diafragma y zona inguinal en cubetas transportándose en contenedores térmicos (Thermos®; 3504 UN/CF KST, China) a 4°C al laboratorio de Salud Animal de la Universidad Nacional de Huancavelica-Perú (FIG.2).

Determinación del nivel de infección

La evaluación del nivel de infección de *Sarcocystis* en el tejido muscular se realizó a través de la categorización en tres niveles: alto: ≥ 70 % de casos positivos; moderado: ≤ 70 % de casos positivos y bajo: ≤ 50 % de casos positivos, para ello se contabilizó el número de

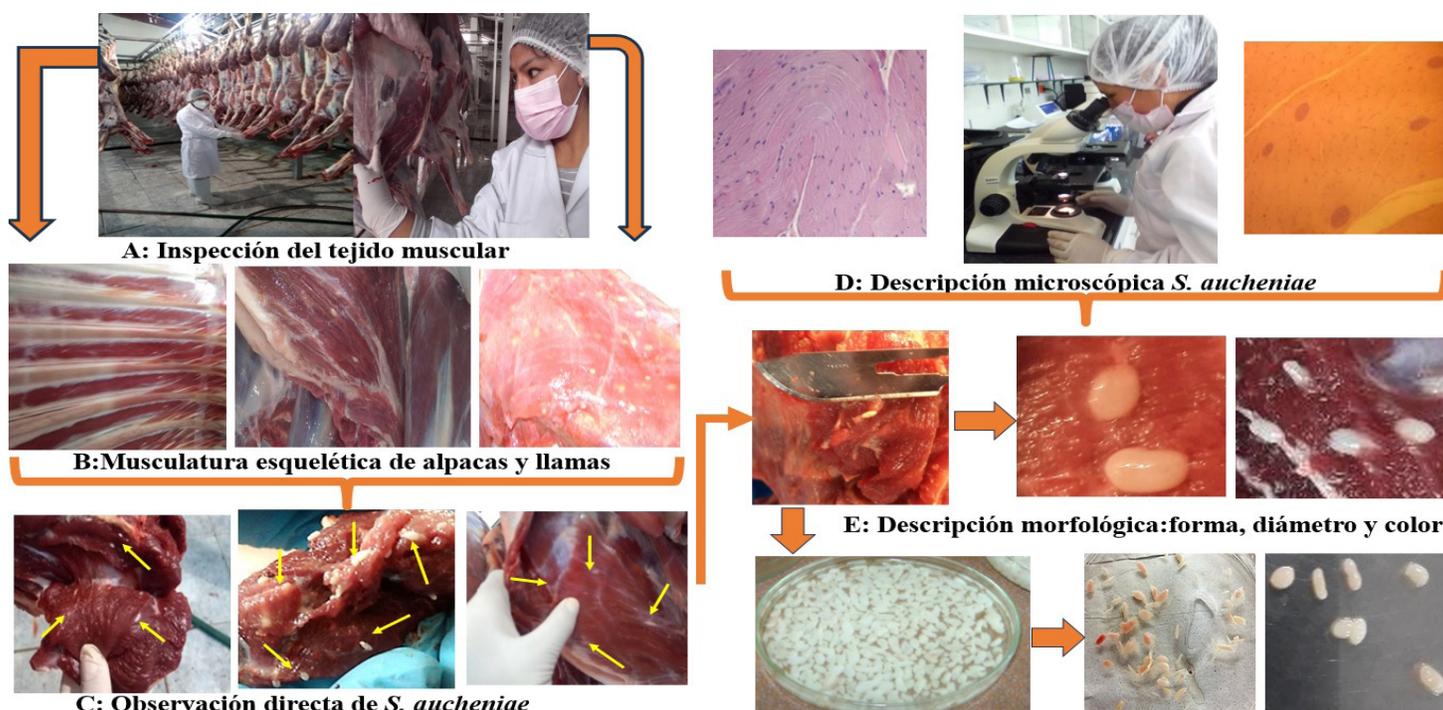


FIGURA 2. Identificación directa y microscópica de *Sarcocystis* en tejido muscular de alpacas y llamas

macroquistes en el tejido muscular mediante el método no destructivo (método de esponja) establecido por Zeng et al. [31], que consiste en el uso de una plantilla estéril cuadriculada que permite delimitar el área de conteo de macroquistes (10x10 cm²) y el cálculo matemático

mediante la siguiente fórmula [29], como se muestra en la FIG.3 (A1, A2 y A3):

$$\text{nivel de infección} = \frac{\text{total de macroquistes en el área infestada}}{\text{total de macroquistes evaluados en la plantilla}} \times 100$$



FIGURA 3. Nivel infección de *Sarcocystis* en el tejido muscular de alpacas y llamas: A1= Zona de muestreo (cuello, costillar, diafragma y zona inguinal); A2= método esponja-cuello; A3= método esponja - costillar

Análisis estadístico

El estudio fue de carácter descriptivo, de corte transversal y prospectiva [32]. El nivel infestación de *Sarcocystis* en el tejido muscular de alpacas y llamas se determinó mediante el conteo del número de macroquistes a través del método no destructivo y el análisis comparativo del nivel de infección y su relación con la raza, sexo, edad, procedencia y condición corporal mediante el Chi cuadrado ($P < 0,05$) y los resultados fueron expresados en frecuencias porcentuales con un intervalo de confianza al 95 %, para estos procedimientos de comparaciones estadísticas se utilizó Software estadístico SPSS versión 23.0 [33].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 1.430 alpacas faenadas, se encontraron positivos el 67,8 % a *Sarcocystis aucheniae*. De igual forma de 1052 llamas faenadas se apreciaron positivos en 76,0 % a *Sarcocystis aucheniae*, siendo más frecuentes en llamas, así mismo siendo ser sensibles al parasito animales de sexo macho en ambas especies (TABLA I).

TABLA I
Distribución porcentual de *Sarcocystis aucheniae* en alpacas (*Vicugna pacus*), (n=1.430) y llamas (*Lama glama*) (n=1.052) distribuida por sexo

Especie / Sexo	Prevalencia de <i>Sarcocystis aucheniae</i>					
	Positivo			Negativo		
	F	%	IC - 95 %	F	%	IC - 95 %
Alpacas	969	67,8	3,0	461	32,2	5,2
Machos	522	36,5	2,4	908	63,5	4,4
Hembras	447	31,3	3,2	983	68,7	5,3
Llamas	800	76,0	2,0	252	24,0	4,3
Machos	410	39,0	3,2	640	61,0	4,2
Hembras	390	37,0	4,1	662	63,0	4,0

F: Frecuencia, IC: Intervalo de Confianza (95 %)

En alpacas se encontró alto nivel de infección de *S. aucheniae* en el cuello (74 %) y zona inguinal (59 %), mientras que en llamas se encontró en el cuello (85 %) y en la zona inguinal (68 %) y con

frecuencias diminutas el nivel de infección en el costillar y en el diafragma en ambas especies (TABLA II), apreciándose una relación entre nivel infección en el cuello y zona inguinal ($P=0,000$) al análisis de Chi cuadrado para ambas especies.

TABLA II
Nivel infección con *Sarcocystis aucheniae* en tejido muscular de alpacas (*Vicugna pacus*) (n = 969) y llamas (*Lama glama*) (n = 800)

Especie	Región corporal	Nivel infección con <i>Sarcocystis aucheniae</i>					
		Alto		Moderado		Bajo	
		F	%	F	%	Fr	%
Alpaca	Cuello	336	74,0	230	24,0	23	2,0
	Costilla	716	35,0	531	55,0	102	11,0
	Diafragma	256	26,0	521	54,0	192	20,0
	Inguinal	572	59,0	176	18,0	221	23,0
Llama	Cuello	680	85,0	120	15,0		
	Costilla	460	58,0	270	34,0	70	9,0
	Diafragma	370	46,0	100	13,0	30	4,0
	Inguinal	543	68,0	189	24,0	68	9,0

F: Frecuencia

Asimismo, se halló frecuencias altas (58-100 %) del nivel de infección de *Sarcocystis aucheniae* en el cuello y zona inguinal en más de tres lugares de procedencias en alpacas y llamas. Por otro lado, se apreció predominio de infección en el cuello (75 %), zona inguinal (70 %) en alpacas suri y en llamas Kara (67%) y Chacu (87%), así mismo, fluctuaron frecuencias entre 60 a 90 % en animales de boca llena y de cuatro dientes en ambas especies (alpacas y llamas). Se apreció mayor frecuencia de infección en cuello (78-86 %) en alpacas y llamas hembras y en la zona inguinal (60-70 %) en alpacas y llamas machos; así mismo, la infección fue mayor en el cuello y zona inguinal en animales con condición corporal buena y obesos (62 % a 100 %) en ambas especies (TABLA III y IV), encontrando una relación entre el nivel de infección (cuello y zona inguinal) con la procedencia ($P=0,000$), raza ($P=0,001$), edad ($P=0,000$), sexo ($P=0,001$) y condición corporal ($P=0,000$), según el análisis de Chi cuadrado en ambas especies.

Los resultados evidencian porcentajes altos de infección de *S. aucheniae* en alpacas (68 %) y llamas (76 %) con nivel de infección altas en animales machos, resultando muy superiores a lo reportado de Rooney *et al.* [34] donde encontraron el 38 % positivos en llamas adultas, recientemente Velásquez *et al.* [35] reportan en alpacas 16,7 % y en llamas 34,3 % de nivel de infección.

Los resultados evidenciados en el estudio muestran que Huancavelica-Perú como una zona endémica para el parásito; esto podría deberse a factores como el contacto frecuente de estos animales con canes (*Canis lupus familiaris*) utilizados para el pastoreo [15], sumándose a ello la alimentación de canes con carcasas crudas infectadas con sarcocistos [5], condición sociocultural del criador y probablemente la participación del zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) y Águila andina (*Spizaetus isidori*) en la transmisión de este parásito [7] y la práctica cotidiana de beneficio clandestino de estas especies por los productores y acopiadores [29].

El nivel de infección con *S. aucheniae* en tejido muscular fue predominante en el cuello (74-59 %) y zona inguinal (85-68 %), con tendencia a disminuir en el costillar y diafragma de ambas especies. La mayor presencia de *S. aucheniae* en tejido muscular del cuello y región inguinal, lo que justifica a que está relacionado a la afinidad de los quistes a los tejidos musculares esqueléticos lisos y que los animales suelen infectarse en época de lluvia y desarrollan los macroquistes durante la época seca [3, 13, 36] y por el gen 18S rRNA caracterizado por glicosilfosfatidilinositol (GPI) como molécula implicada en la supervivencia y patogenicidad del parásito en tejidos musculares en el hospedero intermediario [7, 37].

Así mismo, se halló frecuencias altas (58 %-100 %) de infección a *S. aucheniae* en el cuello y zona inguinal en más de tres lugares de procedencias en alpacas y llamas; que posibilitan a la estrecha coexistencia del hospedero definitivo con los hospederos intermediarios; ya que esta patología se subordina a factores de tipo social, económico y cultural relacionados con la crianza, manejo, pobreza de la población rural y mala educación [35], así mismo la lluvia facilitaría el esparcimiento de los esporoquistes a través del materia fecal considerándose como factor de riesgo de la infección de *Sarcocystis* para el ganado [5, 25], ya que este parásito puede subsistir por varios meses en parajes naturales moderadamente húmedos y fríos [36].

Se compararon según razas y grupo etario, observándose predominio de infección en el cuello e inguinal para alpacas suri y en llamas chaco, así mismo a edades de boca llena, 4 dientes en ambas especies y resaltarse que se evidencio en animales de diente de leche en el cuello e inguinal en alpacas y llamas, que no es usual a esta edad [14]; sin embargo, algunos reportes sostiene que el nivel de infección se puede encontrar de edades muy tempranas en alpacas y frecuentemente en llamas [15], así como Velásquez *et al.* [36] encontraron infección de *Sarcocystis* en alpacas que oscilaron entre 15,1 a 16,9 % y en llamas entre 9,7 a 36,1 % a edades menores y mayores a 2 años y Rooney *et al.* [35] reportan en llamas de 4.5 años de edad con mayores probabilidades a resultar positivos a *Sarcocystis*. Estos hallazgos posibilitan por el número de tenencias de cánidos y félidos sin control biológico en los rebaños garantizando el continuo eficiente del ciclo de vida del parásito en los hospederos intermediarios (alpacas y llamas) desde edades muy tempranas [16, 38].

Otro hallazgo encontrado fue alto nivel de infección del parásito en el cuello en animales de sexo hembra y en el inguinal en sexo macho para ambas especies, así mismo en animales de condición corporal buena en llamas y condición obesa en alpacas y llamas, con desmida infección para otras condiciones corporales. Esto puede explicarse debido a que el sexo hembra es muy susceptible a patologías parasitarias sin importar su condición corporal resultando como de factor riesgo para desarrollar sarcocistiosis [17]. No obstante, estudio reciente considero al macho como un factor de riesgo para desarrollar el parásito en llamas [8], lo que requiere más investigaciones debido a que se conoce poco sobre la transmisión, epidemiología, patogenia, diagnóstico, el control y su importancia para la salud pública de este parásito.

Los resultados reportados en el estudio del nivel de infección de *S. aucheniae* en carcasa de llamas y alpacas, brinda una valiosa base de datos para ampliar estudios epidemiológicos y a partir de ello se puedan diseñar programas de prevención del parásito y la sensibilización al criador para un manejo eficiente sanitario en los camélidos sudamericanos (alpacas y llamas).

TABLA III
Nivel de infección con Sarcocystis aucheniae en tejido muscular de alpacas: según procedencia, raza, edad, sexo y condición corporal (n = 969)

Grupo de estudio	Cuello						Costilla						Diafragma						Inguinal						
	Alto		Moderado		Bajo		Alto		Moderado		Bajo		Alto		Moderado		Bajo		Alto		Moderado		Bajo		
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	
Procedencia																									
Astobamba	45	65,0	19	28,0	5	7,0	22	32,0	39	5,0	8	12,0	20	29,0	36	52,0	13	19,0	42	61,0	12	17,0	15	22,0	
Cachimayo	119	75,0	37	23,0	3	2,0	52	33,0	90	57,0	17	11,0	33	21,0	95	60,0	31	19,0	96	60,0	28	18,0	35	22,0	
Callqui	13	68,0	6	32,0			11	58,0	8	42,0			3	16,0	9	47,0	7	37,0	10	53,0	4	21,0	5	26,0	
Carhuanchu	5	56,0	4	44,0			4	44,0	5	56,0			3	33,0	5	56,0	1	11,0	5	56,0	2	22,0	2	22,0	
A. Lachoj	43	69,0	18	29,0	1	2,0	17	27,0	43	69,0	2	3,0	14	23,0	44	71,0	4	6,0	37	60,0	12	19,0	13	21,0	
Alto Andino	7	70,0	3	30,0			7	70,0	1	10,0	2	20,0	8	80,0	1	10,0	1	10,0	4	40,0	2	20,0	4	40,0	
Orcobamba	8	67,0	4	33,0			3	25,0	8	67,0	1	8,0	1	8,0	10	83,0	1	8,0	9	75,0	2	17,0	1	8,0	
Pampachacra	17	85,0	3	15,0			7	35,0	8	40,0	5	25,0	9	45,0	6	30,0	5	25,0	13	65,0	2	10,0	5	25,0	
Pucapampa	81	68,0	29	24,0	9	8,0	26	22,0	70	59,0	23	19,0	22	18,0	67	56,0	30	25,0	69	58,0	22	18,0	28	24,0	
Past. Huando	14	78,0	4	22,0			5	28,0	11	61,0	2	11,0	4	22,0	8	44,0	6	33,0	11	61,0	4	22,0	3	17,0	
Sacsamarca	44	75,0	15	25,0			27	46,0	28	47,0	4	7,0	20	34,0	29	49,0	10	17,0	35	59,0	10	17,0	14	24,0	
Santa Barbara	140	79,0	32	18,0	5	3,0	53	30,0	103	58,0	21	12,0	41	23,0	86	49,0	50	28,0	105	59,0	32	18,0	40	23,0	
Pachacilla	14	61,0	9	39,0			12	52,0	11	48,0			11	48,0	11	48,0	1	4,0	14	61,0	4	17,0	5	22,0	
Telapaccha	49	84,0	9	16,0			25	43,0	30	52,0	3	5,0	15	26,0	30	52,0	13	22,0	31	53,0	12	21,0	15	26,0	
Matipaccana	4	40,0	6	60,0			3	30,0	6	60,0	1	10,0	4	40,0	3	30,0	3	30,0	8	80,0	2	20,0		-	
Yauricocha	113	78,0	32	22,0			62	43,0	70	48,0	13	9,0	48	33,0	81	56,0	16	11,0	83	57,0	26	18,0	36	25,0	
Astobamba	45	65,0	19	28,0	5	7,0	22	32,0	39	57,0	8	12,0	20	29,0	36	52,0	13	19,0	42	61,0	12	17,0	15	22,0	
Raza																									
Suri	62	75,0	20	24,0	1	1,0	24	29,0	48	58,0	11	13,0	18	22,0	46	55,0	19	23,0	58	70,0	13	16,0	12	14,0	
Huacaya	654	74,0	210	24,0	22	2,0	312	35,0	483	55,0	91	10,0	238	27,0	475	54,0	173	20,0	514	58,0	163	18,0	209	24,0	
Edad																									
Boca llena	431	74,0	132	23,0	17	3,0	203	35,0	322	56,0	55	9,0	158	27,0	316	54,0	106	18,0	344	59,0	106	18,0	130	22,0	
2 dientes	75	77,0	22	22,0	1	1,0	30	31,0	50	5,0	18	18,0	22	22,0	49	50,0	27	28,0	52	53,0	20	20,0	26	27,0	
Diente Leche	10	77,0	3	23,0			3	23,0	8	62,0	2	15,0	5	38,0	6	46,0	2	15,0	9	69,0	2	15,0	2	15,0	
4 dientes	200	72,0	73	26,0	5	2,0	100	36,0	151	54,0	27	10,0	71	26,0	150	54,0	57	21,0	167	60,0	48	17,0	63	23,0	
Sexo																									
Macho	367	70,0	143	27,0	12	2,0	181	35,0	281	54,0	60	11,0	135	26,0	274	52,0	113	22,0	311	60,0	90	17,0	121	23,0	
Hembra	349	78,0	87	19,0	11	2,0	155	35,0	250	56,0	42	9,0	121	27,0	247	55,0	79	18,0	261	58,0	86	19,0	100	22,0	
Condición corporal																									
Muy delgado	101	73,0	33	24,0	4	3,0	50	36,0	77	56,0	11	8,0	39	28,0	71	51,0	28	20,0	81	59,0	27	20,0	30	22,0	
Ligeramente delgado	136	74,0	41	22,0	7	4,0	65	35,0	100	54,0	19	10,0	54	29,0	89	48,0	41	22,0	109	59,0	34	18,0	41	22,0	
Buena	410	74,0	132	24,0	11	2,0	183	33,0	309	56,0	61	11,0	132	24,0	316	57,0	105	19,0	325	59,0	99	18,0	129	23,0	
Sobrepeso	30	64,0	16	34,0	1	2,0	19	40,0	21	45,0	7	15,0	13	28,0	23	49,0	11	23,0	29	62,0	8	17,0	10	21,0	
Obeso	39	83,0	8	17,0			19	40,0	24	51,0	4	9,0	18	38,0	22	47,0	7	15,0	28	60,0	8	17,0	11	23,0	

F: Frecuencia

TABLA IV
Nivel de infección con *Sarcocystis aucheniae* en tejido muscular de llamas; según procedencia, raza, edad, sexo y condición corporal (n = 800)

Grupo de estudio	Cuello						Costilla						Diafragma						Inguinal						
	Alto		Moderado		Bajo		Alto		Moderado		Bajo		Alto		Moderado		Bajo		Alto		Moderado		Bajo		
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	
Procedencia																									
Astobamba	20	40,0	30	60,0	20	40,0	30	60,0	20	40,0	30	60,0	20	40,0	30	60,0	35	70,0	11	22,0	4	8,0			
Cachimayo	90	72,0	35	28,0	70	56,0	45	36,0	10	8,0	80	64,0	40	32,0	5	4,0	84	67,0	31	25,0	10	8,0			
A. Lachocc	180	90,0	20	10,0	105	53,0	70	35,0	25	13,0	80	40,0	110	55,0	10	5,0	130	65,0	51	26,0	19	10,0			
Pucapampa	20	100,0	-	-	20	100,0	-	-	20	100,0	-	-	5	25,0	15	75,0	14	70,0	4	20,0	2	10,0			
Sacsamarca	35	88,0	5	13,0	25	63,0	15	38,0	20	50,0	20	50,0	20	50,0	20	50,0	29	73,0	7	18,0	4	10,0			
Santa Barbara	200	93,0	15	7,0	130	60,0	65	30,0	20	9,0	105	49,0	105	49,0	5	2,0	147	68,0	51	24,0	17	8,0			
Telepaccha	90	90,0	10	10,0	65	65,0	30	30,0	5	5,0	40	40,0	55	55,0	5	5,0	70	70,0	23	23,0	7	7,0			
Yauricocha	45	90,0	5	10,0	25	50,0	15	30,0	10	20,0	20	40,0	25	50,0	5	10,0	34	68,0	11	22,0	5	10,0			
Raza																									
Kara	535	87,0	80	13,0	370	60,0	205	33,0	40	7,0	295	48,0	295	48,0	25	4,0	413	67,0	52	8,0	50	8,0			
Chacu	145	78,0	40	22,0	90	49,0	65	35,0	30	16,0	75	41,0	105	57,0	5	3,0	130	70,0	37	20,0	18	10,0			
Edad																									
Boca llena	395	85,0	70	15,0	320	69,0	125	27,0	20	4,0	265	57,0	190	41,0	10	2,0	309	66,0	115	25,0	41	9,0			
2 dientes	110	81,0	25	19,0	55	41,0	55	41,0	25	19,0	25	19,0	105	78,0	5	4,0	98	73,0	27	20,0	10	7,0			
Diente Leche	5	100,0	-	-	5	100,0	-	-	5	100,0	-	-	5	100,0	-	-	3	60,0	2	40,0	-	-			
4 dientes	175	90,0	20	10,0	85	44,0	85	44,0	25	13,0	75	38,0	105	54%	15	8,0	133	68,0	45	23,0	17	9,0			
Sexo																									
Macho	345	84,0	65	16,0	235	57,0	120	29,0	55	13,0	195	48,0	195	48,0	10	2,0	285	70,0	90	22,0	35	9,0			
Hembra	335	86,0	55	14,0	225	58,0	150	38,0	15	4,0	175	45,0	205	53,0	30	8,0	258	66,0	99	25,0	33	8,0			
Condición corporal																									
Muy delgado	155	82,0	35	18,0	90	47,0	75	39,0	25	13,0	80	42,0	105	55,0	5	3,0	138	73,0	44	23,0	8	4,0			
Ligeramente delgado	327	86,0	55	14,0	233	61,0	139	36,0	10	3,0	183	48,0	189	49,0	10	3,0	258	68,0	90	24,0	34	9,0			
Buena	157	89,0	20	11,0	102	58,0	45	25,0	30	17,0	84	47,0	83	47,0	10	6,0	122	69,0	37	21,0	18	10,0			
Sobrepeso	35	78,0	10	22,0	30	67,0	10	22,0	5	11,0	20	44,0	20	44,0	5	11,0	25	56,0	15	33,0	5	11,0			
Obeso	6	100,0	-	-	5	83,0	1	17,0	-	-	3	50,0	3	50,0	-	-	3	50,0	3	50,0	3	50,0			

F: Frecuencia

El estudio presentó limitación; debido al conflicto de interés del personal administrativo del camal con los comerciantes, no fue posible muestrear en su totalidad las carcasas con el parásito.

CONCLUSIONES

En esta investigación se encontraron porcentajes altos de infección a *S. aucheniae* en alpacas y llamas faenadas en Huancavelica Perú, así mismo alto de nivel de infección a *S. aucheniae* en tejido muscular del cuello y zona inguinal, con diminuta tendencia en el costillar y diafragma en ambas especies domésticos. Por consiguiente, se halló porcentajes altos de infección a *S. aucheniae* en el cuello y zona inguinal en alpacas suri y llamas chaco a edades de boca llena y a cuatro dientes, con particularidad en animales de diente de leche en ambas especies.

En relación con procedencia, sexo y condición corporal; se encontró predominio de infección en el cuello y en la zona inguinal en más de tres lugares de procedencias, con similar comportamiento para ambos sexos y especie. así mismo porcentuales altas en llamas de condición corporal buena y en alpacas de condición obesa.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de servicio del matadero municipal de Huancavelica por involucrase en la investigación.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en el presente trabajo.

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que ha seguido un estricto metodológico para la obtención de los resultados, así mismo un modelo estadístico adecuado y software estadísticos para el procesamiento de los datos.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaran que en este manuscrito no aparecen datos confidenciales de pacientes o animales y se requirió autorización y acta de consentimiento informado de los dueños de animales sacrificados en el camal.

Fuente de financiación

La investigación científica no ha percibido ningún financiamiento alguno de instituciones públicas y privadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Siuce J, Manchego A, Sandoval N, More J, Chiok KL, Pezo D, Rivera H. Expresión de defensinas en yeyuno de crías de alpacas (*Vicugna pacos*) con enteropatías. Rev. Investig. Vet. Perú. [Internet] 2015; 26(2):317-327. doi: <https://doi.org/g8w5ft>
- [2] Popova T, Tejeda L, Peñarrieta JM, Smith, MA, Bush RD, Hopkins DL. Meat of South American camelids – sensory quality and nutritional composition. Meat Sci. [Internet]. 2021; 171:108285. doi: <https://doi.org/g8w5fv>
- [3] Martin M, Decker-Franco C, Romero S, Carletti T, Schnittger O, Florin-Christensen M. Molecular detection of *Sarcocystis aucheniae* in the blood of llamas from Argentina. Rev. Argent. Microbiol. [Internet]. 2016; 48(3):200-205. doi: <https://doi.org/g8w5fw>
- [4] Biffin TE, Smith MA, Bush RD, Morris S, Hopkins DL. The effect of whole carcass medium voltage electrical stimulation, tenderstretching and *longissimus* infusion with actinidin on alpaca meat quality. Meat Sci. [Internet]. 2020; 64:108107. doi: <https://doi.org/g8w5fx>
- [5] Romero S, Carletti T, Decker-Franco C, Moré G, Schnittger L, Florin-Christensen M. Seropositivity to *Sarcocystis* infection of llamas correlates with breeding practices. Vet. Parasitol. Reg. Stud. Reports [Internet]. 2017; 10:65-70. doi: <https://doi.org/gn7q62>
- [6] Veronesi F, Di Palma S, Gabrielli S, Morganti G, Milardi GL, Middleton B, Lepri E. *Sarcocystis gigantea* infection associated with granulomatous eosinophilic myositis in a horse. J. Vet. Diagnost. Investig. [Internet]. 2020; 32(4):611-615. doi: <https://doi.org/g8w5fz>
- [7] Amairia S, Jbeli, M, Mrabet S, Mahjoubi-Jebabli L, Gharbi M. Molecular prevalence of *Sarcocystis* spp. and *Toxoplasma gondii* in slaughtered equids in northern Tunisia. J. Equine Vet. Sci. [Internet]. 2023; 129:104894. doi: <https://doi.org/g8w5f2>
- [8] Irikura D, Saito M, Sugita-Konishi Y, Ohnishi T, Sugiyama KI, Watanabe M, Yamazaki A, Izumiyama S, Sato H, Kimura Y, Doi R, Kamata Y. Characterization of *Sarcocystis fayeri*'s actin-depolymerizing factor as a toxin that causes diarrhea. Genes Cells. [Internet]. 2017; 22(9):825-835. doi: <https://doi.org/g8w5f3>
- [9] Saeed MA, Rashid MH, Vaughan J, Abdul J. Sarcocystosis in South American camelids: The state of play revisited. Parasit. Vectors [Internet]. 2018; 11(146):1-11. doi: <https://doi.org/g8w5f4>
- [10] Wu Z, Sun J, Hu J, Song J, Deng S, Zhu N, Yang Y, Tao J. Morphological and molecular characterization, and demonstration of a definitive host, for *Sarcocystis masoni* from an Alpaca (*Vicugna pacos*) in China. Biology [Internet]. 2022; 11(7):1016. doi: <https://doi.org/g8w5f5>
- [11] Dubey JP, Calero-Bernal R, Rosenthal BM, Speer CA, Fayer R. Sarcocystosis of animals and humans [Internet]. 2nd ed. Boca Raton (Florida, EUA): CRC Press; 2016. 501 p. doi: <https://doi.org/nx3r>
- [12] Sazmand A, Joachim A. Parasitic diseases of camels in Iran (1931-2017) – a literature review. Parasite [Internet]. 2017; 24(21). doi: <https://doi.org/gbjxch>
- [13] Jiang N, Xin S, Zhu N, Yang L, Huang W, Hu J, Zhu X, Yang Y. First report of *Sarcocystis masoni* in a captive Alpaca (*Vicugna pacos*) from China. Front. Vet. Sci. [Internet]. 2021; 8:759252. doi: <https://doi.org/g8w5f6>
- [14] Moré G, Regensburger C, Laura Gos M, Pardini L, Verma SK, Ctibor J, Serrano-Martínez ME, Dubey JP, Venturini MC. *Sarcocystis masoni*, n. sp. (Apicomplexa: Sarcocystidae), and redescription of *Sarcocystis aucheniae* from llama (*Lama glama*), guanaco (*Lama guanicoe*) and alpaca (*Vicugna pacos*). Parasitology [Internet]. 2016; 143(5):617-626. doi: <https://doi.org/f8g73r>

- [15] Decker Franco C, Romero S, Ferrari A, Schnittger L, Florin-Christensen M. Detection of *Sarcocystis aucheniae* in blood of llama using a duplex semi-nested PCR assay and its association with cyst infestation. *Heliyon* [Internet]. 2018; 4(11):e00928. doi: <https://doi.org/gj5r2q>
- [16] Mohamed-Moustafa MA, Shimozuru M, Mohamed W, Taylor KR, Nakao R, Sashika M, Tsubota T. First molecular detection and characterization of *Hepatozoon* and *Sarcocystis* spp. in field mice and voles from Japan. *Parasitol. Res.* [Internet]. 2017; 116(8):2321-2325. doi: <https://doi.org/gbqxr9>
- [17] Lucas JR, Barrios-Arpi M, Rodríguez J, Balcázar-Nakamatsu S, Zarría J, Namiyama G, Taniwaki N, Gonzales-Viera O. Ultrastructural description of *Sarcocystis* sp. in cardiac muscle of naturally infected alpacas (*Vicugna pacos*). *Iran. J. Parasitol.* [Internet]. 2019; 14(1):174-179. doi: <https://doi.org/g8w5f7>
- [18] Decker Franco C, Wieser SN, Soria M, de Alba P, Florin-Christensen M, Schnittger L. *In silico* identification of immunotherapeutic and diagnostic targets in the glycosylphosphatidylinositol metabolism of the coccidian *Sarcocystis aucheniae*. *Transbound. Emerg. Dis.* [Internet]. 2020; 67(12):165-174. doi: <https://doi.org/g8w5f8>
- [19] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Datos hidrometeorológicos a nivel nacional 2021. Lima (Perú): Ministerio del Ambiente, SENAMHI; 2021. 23 p.
- [20] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). Camélidos sudamericanos. Lima (Perú): Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego; 2021. 22 p.
- [21] Proost K, Boone MN, Josipovic I, Pardon B, Chiers K, Vlaminc L. Clinical insights into the three-dimensional anatomy of cheek teeth in alpacas based on micro-computed tomography - Part 2: Maxillary cheek teeth. *BMC Vet. Res.* [Internet]. 2022; 18(1):6. doi: <https://doi.org/g8w5f9>
- [22] Daniel W. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ta. ed. México DF (México): Limusa; 2007. 924 p.
- [23] Wensley S, Betton V, Martin N, Tipton E. Advancing animal welfare and ethics in veterinary practice through a national pet wellbeing task force, practice-based champions and clinical audit. *Vet. Rec.* [Internet]. 2020; 187(8):316. doi: <https://doi.org/grt554>
- [24] Bayneet K, Turner PV. Animal welfare standards and international collaborations. *IJAR J.* [Internet]. 2019; 60(1):86-94. doi: <https://doi.org/g8w5gb>
- [25] Condori G, Ayala C, Renieri C, Gerken M, Antonini M, Quispe J. Determinación de la edad óptima de faeneo, calidad y características productivas de la carne de llama. *RIIARn.* [Internet]. 2018 [consultado 18 May. 2024]; 5(Especial):76-106. Disponible en: <https://goo.su/fAG1vR>
- [26] Song X, Bokkers EAM, van Mourik S, Groot Koerkamp PWG, van der Tol PPJ. Automated body condition scoring of dairy cows using 3-dimensional feature extraction from multiple body regions. *J. Dairy Sci.* [Internet]. 2019; 102(5):4294-4308. doi: <https://doi.org/m6tq>
- [27] Albornoz RI, Giri K, Hannah MC, Wales WJ. An improved approach to automated measurement of body condition score in dairy cows using a three-dimensional camera system. *Animals* [Internet]. 2021; 12(1):72. doi: <https://doi.org/g8w5gc>
- [28] Clarke LL, Breuer RM. Postmortem diagnoses in South American camelids and factors influencing diagnostic rate in the Upper Midwest USA, 2009-2019. *J. Vet. Diagn. Invest.* [Internet]. 2022; 34(4):727-732. doi: <https://doi.org/g8w5gd>
- [29] Condori-Quispe R, Loza-Murguía MG, Gutiérrez-Ramírez L, Condori-Condori C. Prevalencia de *Sarcocystis* spp. en musculo cardiaco de llamas (*Lama glama*) y alpacas (*Vicugna pacos*). *J. Selva Andina Anim. Sci.* [Internet]. 2019; 6(2):39-46. doi: <https://doi.org/g8w5gf>
- [30] Moré G, Pantchev A, Skuballa J, Langenmayer MC, Maksimov P, Conraths FJ, Venturini MC, Schares G. *Sarcocystis sinensis* is the most prevalent thick-walled *Sarcocystis* species in beef on sale for consumers in Germany. *Parasitol. Res.* [Internet]. 2014; 113(6):2223-2230. doi: <https://doi.org/g8w5gg>
- [31] Zeng H, Van Damme I, Kabi TW, Šoba B, Gabriël S. *Sarcocystis* species in bovine carcasses from a Belgian abattoir: a cross-sectional study. *Parasites Vectors* [Internet]. 2021; 14(271). doi: <https://doi.org/g8w5gh>
- [32] Aceituno Huacani C, Silva Minauro R, Cruz Chuima R. Mitos y realidades de la investigación científica. Cusco (Perú): Alpha Servicios Gráficos; 2020; 114 p.
- [33] Gamarra Astuhamán G, Wong Cabanillas F, Pujay Cristobal O, Rivera Espinoza TA. Estadística e Investigación con Aplicaciones de SPSS: Análisis de varianza con aplicativos de SPSS. 2da. ed. Lima (Perú): San Marcos; 2019. 352 p.
- [34] Rooney AL, Limon G, Vides H, Cortez A, Guitian J. *Sarcocystis* spp. in llamas (*Lama glama*) in Southern Bolivia: a cross sectional study of the prevalence, risk factors and loss in income caused by carcass downgrades. *Prev. Vet. Med.* [Internet]. 2014; 116(3):296-304. doi: <https://doi.org/f6j755>
- [35] Velásquez L, Soncco J, Valderrama A. *Sarcocystis aucheniae* en camélidos sudamericanos y factores de riesgo en la provincia de Lucanas. *Salud Tecnol. Vet.* [Internet]. 2019; 7(1):8-13. doi: <https://doi.org/g8w5gj>
- [36] Wieser SN, Giuliano SM, Reategui Ordoñez J, Barriga Marcapura X, Olivera LVM, Chavez Fumagalli MA, Schnittger L, Florin-Christensen M. *Sarcocystis* spp. of New and Old-world camelids: ancient origin, present challenges. *Pathogens* [Internet]. 2024; 13(3):196. doi: <https://doi.org/g8w5gk>
- [37] Prakas P, Strazdaitė-Žielienė Ž, Januškevičius V, Chiesa F, Barauskaitė A, Rudaitytė-Lukošienė E, Servienė E, Petkevičius S, Butkauskas D. Molecular identification of four *Sarcocystis* species in cattle from Lithuania, including *S. hominis*, and development of a rapid molecular detection method. *Parasit. Vectors* [Internet]. 2020; 13(1):610. doi: <https://doi.org/g8w5gn>
- [38] Gibson TJ, Whitehead C, Taylor R Sykes O, Chancellor NM, Limon G. Pathophysiology of penetrating captive bolt stunning in Alpacas (*Vicugna pacos*). *Meat Sci.* [Internet]. 2015; 100:227-231. doi: <https://doi.org/g8w5gm>