

## PREVALENCIA DE FASCIOSIS EN LLAMAS Y ALPACAS EN DOS COMUNIDADES RURALES DE JAUJA, PERÚ

### PREVALENCY OF FASCIOLIASIS IN LLAMAS AND ALPACAS IN TWO RURAL COMMUNITIES OF JAUJA, PERU

Benjamín Flores C.<sup>1</sup>, Rosa Pinedo V.<sup>1</sup>, Francisco Suárez A.<sup>2</sup>, Roxana Angelats M.<sup>3</sup>,  
Amanda Chávez V.<sup>1,4</sup>

#### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia y carga parasitaria de *Fasciola hepatica* en llamas y alpacas de 12 a 48 meses de edad en los distritos de Masma Chiche y Llocllapampa, Jauja, Perú, así como determinar la asociación entre la prevalencia de *F. hepatica* con las variables sexo y edad. Se recolectaron 200 muestras fecales de llamas (n=97) y alpacas (n=103) en octubre de 2011, y se analizaron mediante la técnica parasitológica de sedimentación espontánea, en tanto que la estimación de la carga parasitaria se hizo con el método de McMaster modificado. La prevalencia de *F. hepatica* fue de 49.5% en llamas y 73.8% en alpacas, sin diferencias estadísticas por efecto de sexo o grupo etario. La carga promedio fue de 12.6 y 19.9 huevos por gramo de heces (hpg) en llamas y alpacas, respectivamente.

**Palabras clave:** *Fasciola hepatica*, sedimentación espontánea, McMaster modificado, distomatosis

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the prevalence and parasite load of *Fasciola hepatica* in llamas and alpacas of 12-48 months of age in the districts of Masma Chiche and Llocllapampa, Jauja, Peru, and to determine the association between the prevalence of *F. hepatica* with sex and age. Two hundred fecal samples were collected from llamas

<sup>1</sup>Laboratorio de Parasitología y Microbiología Veterinaria, <sup>2</sup> Laboratorio de Medicina Veterinaria Preventiva, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima

<sup>3</sup> Agrovet Market Animal Health S.A., Lima

<sup>4</sup> E-mail: [achavezvg@gmail.com](mailto:achavezvg@gmail.com)

Recibido: 21 de agosto de 2013

Aceptado para publicación: 20 de enero de 2014

(n= 97) and alpacas (n= 103) in October 2011. The samples were analyzed by the spontaneous sedimentation technique and the parasite load by the modified McMaster method. The prevalence of *F. hepatica* in llamas was 49.5% and in alpacas was 73.8% without statistical differences due to sex and age. The parasite load was 12.6 and 19.9 eggs per gram of faeces (epg) in llamas and alpacas respectively.

**Key words:** *Fasciola hepatica*, spontaneous sedimentation, McMaster modified, distomatosis

## INTRODUCCIÓN

La fasciolosis o distomatosis constituye una de las enfermedades más importantes en la ganadería mundial y es, además, considerada como enfermedad zoonótica. Debido a la propagación del hospedero intermediario, caracoles de la familia Lymnaeidae, la fasciolosis se presenta tanto en zonas de baja como de elevada altitud de Bolivia, Perú, Ecuador y Venezuela (Mas-Coma *et al.*, 2003). Londoño *et al.* (2009) hallaron en años recientes, formas larvarias de *Fasciola hepatica* en caracoles Lymnaeidae por encima de los 4000 msnm, probablemente debido al incremento de las temperaturas en zonas alto andinas, usualmente muy frías, causado por el calentamiento global (Mas-Coma *et al.*, 2009).

En el Perú, la distomatosis es considerada la segunda enfermedad parasitaria económicamente más importante en la ganadería, causando pérdidas que superan los 50 millones de dólares al año solo en ganado vacuno, sin considerar otros animales como ovejas, camélidos sudamericanos (CSA) o cabras (Espinoza *et al.*, 2010). Los CSA son muy importantes, desde una perspectiva socioeconómica, en las zonas alto andinas por su aporte de carne, piel y fibra (Leguía, 1999). Las principales infecciones parasitarias que limitan su productividad son la gastroenteritis verminosa y la fasciolosis (FAO, 2005). Las pérdidas se expresan en un 40% menos de incremento de peso en tuis y de 30% en la producción de fibra (Leguía, 1999).

Son escasos los estudios sobre la prevalencia y carga de huevos de *F. hepatica* en CSA en el continente. Se reporta el 59.1% de prevalencia en alpacas de Bolivia (Ueno *et al.*, 1975), entre 1 a 6% en llamas (*Lama glama*) de Oregon, EEUU (Richard y Bishop, 1991), 80% en llamas de la puna argentina (Cafrune *et al.*, 1996), y de 13.5 y 15.5% en llamas y alpacas (*Vicugna pacos*) en el Ecuador (Gareis, 2008). Asimismo, en CSA silvestres se ha registrado entre 8 a 26% en vicuñas (*Vicugna vicugna*) de Argentina (Cafrune *et al.*, 2004) y 14% en guanacos (*Lama guanicoe*) de la puna argentina (Issia *et al.*, 2007).

En el Perú son escasos los reportes de prevalencia de *F. hepatica* en CSA. El MINAG (1973) señala 8 y 2% en alpacas y llamas, respectivamente, sin precisar las zonas evaluadas, pero señalando un nivel de 18% en la zona de Puno; mientras que otro trabajo en Puno reporta tasas de infección de 35% en llamas (Leguía y Casas, 1999). Asimismo, la información sobre aspectos comparativos entre la morfología del huevo de *F. hepatica* proveniente de CSA es muy escasa, habiendo el trabajo de Larroza y Olaechea (2010) que demuestran una gran variabilidad morfológica entre las especies hospedadoras, incluso dentro de CSA domésticos y silvestres.

Las comunidades de los distritos de Masma Chiche y Llocllapampa, en la provincia de Jauja, localizada en la Sierra Central del Perú sustentan su desarrollo económico en la agricultura y la ganadería a mediana

escala. El ganado está constituido por bovinos, ovinos y CSA domésticos, donde estos últimos se crían entre los 3800 a 5000 msnm (FAO, 2005). El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia y carga parasitaria de *F. hepatica* en llamas y alpacas en estas localidades, así como estimar la asociación entre esta prevalencia con las variables sexo y edad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y Animales

El estudio se realizó en octubre de 2011 en las comunidades ganaderas de Masma Chicche y Llocllapampa, Jauja, Perú, ubicadas a una altitud que bordea los 4300 msnm. El clima en las zonas altiplánicas de Jauja presenta una precipitación pluvial promedio anual de 190 mm, temperatura ambiental mínima de -7.7 y máxima de 15.4 °C, con una media de 5 °C (SENAMHI, 2011).

Se trabajó con toda la población de llamas de Masma Chicche y alpacas de Llocllapampa, con edades entre 12 a 48 meses y sin distinción de sexo. La crianza era de tipo extensiva y mixta (CSA con ovinos), con alimentación sobre praderas naturales, entre las que se encuentran especies como *Festuca dolichophylla*, *Stipa brachyphylla*, *Stipa ichu*, *Calamagrostis* spp, *Hipochaeris stenocephala* y *Eleocharis albibracteata*.

Los animales fueron clasificados por grupo etario (12 a <24, 24 a <36 y 36 a <48 meses), quedando 97 llamas y 103 alpacas. Los animales disponían de aretes de identificación (número, fecha de nacimiento y sexo).

### Recolección y Análisis de Muestras

Aproximadamente 40 g de heces fue tomado directamente del recto de cada animal. Las muestras se colocaron en bolsas plásticas y guardadas en envases térmicos

con refrigerante para su traslado al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Para la evaluación coproparasitológica se utilizó la técnica cualitativa de sedimentación espontánea (Tello, 1988) y la técnica cuantitativa simple de sedimentación-McMaster modificado (Conceição *et al.*, 2002). La carga parasitaria (huevos por gramo de heces [hpg]) de *F. hepatica* fue determinada de acuerdo a la siguiente ecuación, donde HO = Total de números de huevos observados y NC = Número de cámaras:

$$\text{hpg} = 1 + \frac{\text{HO}}{\text{NC}} + \frac{50 \text{ ml} / 10 \text{ g}}{0.15 \text{ ml}}$$

Adicionalmente, se evaluó la morfología de los huevos de *F. hepatica*, midiéndose el tamaño ( $\mu\text{m}$ ) y forma, según Abrous *et al.* (1998). El tamaño se obtuvo multiplicando las medidas del largo por el ancho, en tanto que la forma se calcula dividiendo las medidas del largo por el ancho (huevos elípticos: >1).

### Análisis Estadístico

Las variables sexo y edad fueron analizadas mediante la prueba Chi cuadrado. Dado que las variaciones en la carga parasitaria no siguen una distribución normal, se determinó el promedio geométrico para el hallazgo de la carga parasitaria (Petrie y Watson, 2006). Los datos fueron procesados mediante el software estadístico Stata 11.

## RESULTADOS

En el Cuadro 1 se puede observar que las prevalencias de *F. hepatica* fueron de 49.5% en llamas y 73.8% en alpacas, mientras que las prevalencias según sexo o grupo etario no presentaron diferencia estadística. Por otro lado, la carga parasitaria promedio fue de 12.6 y 19.9 hpg en llamas y alpacas, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 1. Prevalencia de *Fasciola hepatica* mediante la técnica de sedimentación espontánea en camélidos sudamericanos domésticos según sexo y edad. Jauja, Junín, 2011

Variable	Llamas <sup>1</sup>			Alpacas <sup>2</sup>		
	Total	Positivos		Total	Positivos	
		n	%		n	%
Sexo						
Hembra	34	15	44.1	34	24	70.6
Macho	63	33	52.4	69	52	75.4
Edad (meses)						
12 - <24	44	22	50.0	31	22	71.0
24 - <36	34	17	50.0	35	24	68.6
33 - <48	19	9	47.4	37	28	75.7
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>48</b>	<b>49.5</b>	<b>103</b>	<b>76</b>	<b>73.8</b>

<sup>1</sup> De la comunidad de Masma Chicche<sup>2</sup> De la comunidad de LlocllapampaCuadro 2. Carga promedio de huevos (hpg) de *Fasciola hepatica* mediante la técnica de McMaster modificado en camélidos sudamericanos domésticos. Jauja, Junín, 2011

Variable	Llamas <sup>1</sup>			Alpacas <sup>2</sup>		
	Total	hpg <sup>3</sup>		Total	hpg	
		P.G. <sup>4</sup>	d.e.		P.G.	d.e.
Sexo						
Hembra	34	11.5	1.9	34	21.4	1.9
Macho	63	13.1	1.9	69	19.4	1.9
Edad (meses)						
12 - <24	44	15.1	2.2	31	19.5	1.9
24 - <36	34	9.8	1.5	35	24.5	1.7
33 - <48	19	12.9	1.9	37	16.9	1.9
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>12.6</b>	<b>1.9</b>	<b>103</b>	<b>19.9</b>	<b>1.9</b>

<sup>1</sup> De la comunidad de Masma Chicche<sup>2</sup> De la comunidad de Llocllapampa<sup>3</sup> Huevos por gramo de heces<sup>4</sup> PG: Promedio geométrico; d.e.: Desviación estándar

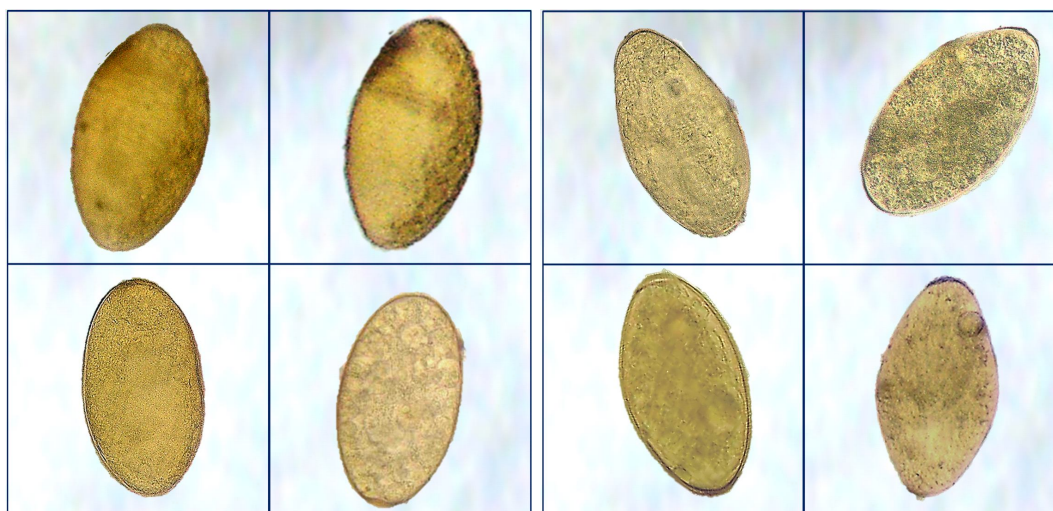


Figura 1. Huevos de *Fasciola hepatica* en llamas (panel izquierdo) del distrito de Masma Chicche y de alpacas (panel derecho) del distrito de Llocllapampa. Jauja, Junín (2011)

Las medidas de los huevos de *F. hepatica* (Fig. 1) en la llama fueron en promedio las siguientes: ancho = 72  $\mu\text{m}$  (57.9 a 86.9); largo = 126.7  $\mu\text{m}$  (102.1 a 148.4); área = 9122  $\mu\text{m}^2$ ; mientras en alpacas fueron: ancho = 69.4  $\mu\text{m}$  (59.7 a 79.6); largo = 127.6  $\mu\text{m}$  (110.9 a 144.8); área = 8855  $\mu\text{m}^2$ . Las formas de los huevos de *F. hepatica* en la llama tuvieron en promedio el valor de 1.76 y en la alpaca de 1.84. No se halló diferencia estadística en el tamaño ni en la forma de los huevos.

## DISCUSIÓN

Las altas prevalencias de *F. hepatica* en llamas (49.5%) y en alpacas (73.8%) en las zonas alto andinas de la provincia de Jauja, Junín, demostrarían que los animales habitan en áreas geográficas con condiciones ambientales adecuadas para el crecimiento del hospedero intermediario (caracoles Lymneidos) y el desarrollo de formas larvarias y huevos de *F. hepatica*. Según datos proporcionados por SENAMHI (2011), la zona altiplánica de Jauja presentó el año 2011 una temperatura promedio anual de 5 °C, llegan-

do a temperaturas mayores a 10 °C, superando el promedio anual de 0 °C de hace más de 20 años (Leguía, 1991). Asimismo, la precipitación pluvial en las zonas alto andinas de Jauja fue de 190 mm, superando la cantidad mínima de 50 mm necesaria para el desarrollo de fasciolosis (Rojas, 2004). Además, esta zona cuenta con relieves quebrados y cursos de aguas permanentes, brindando mayor humedad a los suelos, favoreciendo la presencia de distomatosis (Cafrune *et al.*, 1996).

Los niveles de prevalencia de fasciolosis encontrados en el presente estudio fueron mayores que el 18% reportado en alpacas en Puno (MINSa, 1973) y de 35% en llamas (Leguía, 1999). Cabe indicar, aparte del tiempo transcurrido entre estos estudios, que las zonas alto andinas de Masma Chicche y Llocllapampa realizan una explotación mixta de CSA con ovinos, y estos animales son hospederos habituales del distoma, los cuales causan una mayor contaminación de las pasturas (Leguía, 1988, 1999; Bustinza, 2001). Por otro lado, prevalencias bastante inferiores han sido reportadas en las zonas andinas del Ecuador donde se realiza una crianza exclusiva de CSA (Gareis, 2008).

La cada vez mayor adaptación de caracoles Lymneidos a zonas altoandinas habría favorecido el desarrollo de fasciolosis en CSA domésticos de Masma Chicche y Llocllapampa. Leguía (1991) sostenía que *F. hepatica* y los caracoles no podrían desarrollarse en altitudes superiores a los 4000 msnm debido a las temperaturas prevalentes de 0 °C; sin embargo, en años recientes se han reportado caracoles *L. viatrix* y *P. columella* entre los 4000-4500 msnm, con un índice cercario (IC) de 36 a 48% (Londoño *et al.*, 2009) en la zona de Maraganí, Cusco. Esta adaptabilidad ha posibilitado una variación en su estructura morfológica para poder sobrevivir en las zonas húmedas altoandinas.

Diversos estudios confirman el impacto del cambio climático y el calentamiento global sobre la fasciolosis en diversas áreas del mundo (Poulin, 2006; Mas-Coma *et al.*, 2008), observándose el resurgimiento de la distomatosis en lugares como Francia (Thomas *et al.*, 2007), Reino Unido (Mitchell, 2002; Mitchell y Somerville, 2005; Pritchard *et al.*, 2005) y en zonas altoandinas (Mas-Coma *et al.*, 2001). El calentamiento global puede influir en la alteración de los efectos restrictivos ocasionado por las bajas temperaturas, beneficiando la presencia de los caracoles *Lymnaeidae*, así como su reproducción y calidad de los parásitos transportados por ellos (Oviedo *et al.*, 1995; McCarthy *et al.*, 2001; Mas-Coma *et al.*, 1999, 2001, 2009); por lo tanto, favoreciendo la supervivencia del parásito y dispersión de la distomatosis (Githeko *et al.*, 2000).

Algunas prácticas de manejo sanitario que realizan las comunidades evaluadas podrían, a su vez, haber influenciado los resultados. Así, los animales son mayormente desparasitados una vez al año, entre diciembre a enero, usando productos adulticidas como el albendazol cuya efectividad es solo en duelas mayores de nueve semanas (Fairweather y Boray, 1998; Kassai, 2002); sin embargo, la recomendación técnica es de cuatro desparasitaciones al año contra *F. hepatica* para CSA en la zona (J. Alva, Lima, comunicación personal).

La mayor prevalencia de *F. hepatica* en alpacas que en llamas podría deberse al hábito de pastoreo de la alpaca, las cuales buscan pastizales de mayor humedad y cortan el pasto al ras del suelo, favoreciendo una mayor ingesta de metacercarias (Leguía, 1999).

El diagnóstico de *F. hepatica* se realizó en base a pruebas coproparasitológicas, las cuales solo identifican casos crónicos, dejando un margen de casos agudos no detectados. La sensibilidad de las pruebas coproparasitológicas varía entre 40 a 83.3%, y muchas veces depende de la cantidad de muestra de heces procesada (Happich y Boray, 1969; Conceição *et al.*, 2002). Actualmente existen pruebas inmunodiagnósticas de mayor sensibilidad en el diagnóstico de la fasciolosis en CSA, pudiendo detectarse tanto los casos agudos como los crónicos; así, la técnica de Fas2-ELISA presenta una sensibilidad de 95%, permitiendo hallar una prevalencia de 66.8% en comparación con el 7% con el diagnóstico coprológico (Neyra *et al.*, 2002). Asimismo, Li *et al.* (2005) evaluaron un ELISA indirecto para la detección de Ac y otro de coproantígeno para *F. hepatica* en alpacas, encontrando una sensibilidad del 100% en ambas pruebas; lamentablemente, estas técnicas no se encuentran disponibles en el país.

Estudios sobre la patogenicidad de fasciolosis en CSA domésticos indicarían que estos animales son tan sensibles como los ovinos (Rickard y Foreyt, 1992; Hamir y Smith, 2002; Olaechea y Abad, 2005). Si bien las prevalencias de *F. hepatica* encontradas en el presente estudio fueron elevadas (49.5 y 73.8% en llamas y alpacas, respectivamente), las cargas parasitarias fueron leves (12.6 y 19.9 hpg en llamas y alpacas respectivamente). Esto podría explicar la ausencia de signos clínicos al momento de la toma de muestra, habiendo posiblemente solo una leve colangitis (Kassai, 2002). Estos resultados concuerdan con Cafrune *et al.* (1996), quienes reportan prevalencias de *F. hepatica* mayores al 80%, cargas de 10 hpg y ausen-

cia de signos clínicos en CSA domésticos en las zonas alto andinas de Jujuy, Argentina.

El evaluar la morfología de los huevos de *F. hepatica* se pudo determinar que tienen un área más pequeña que los de ovinos (9496  $\mu\text{m}^2$ ), burros (9405  $\mu\text{m}^2$ ) y bovinos (9385  $\mu\text{m}^2$ ) (Valero *et al.*, 2001). Asimismo, los huevos en los bovinos son más elípticos (1.86), seguidos de los provenientes de alpacas (1.84, según el presente estudio), ovinos (1.80), llamas (1.76, según el presente estudio), cerdos (1.72) y burros (1.67) (Valero *et al.*, 2001). Otros autores han registrado, asimismo, las variaciones morfológicas de tremátodos adultos y sus huevos (Abrous *et al.*, 1998; Valero *et al.*, 2002), demostrando la existencia de una gran variabilidad entre especies hospedadoras. El tamaño y la forma de los huevos de *F. hepatica* dependerá del hospedero definitivo de donde provengan, incluso dentro de la misma zona endémica (Valero *et al.*, 2001).

## CONCLUSIONES

- La prevalencia de *F. hepatica* en llamas del distrito de Masma Chicche fue de 49.5% y en alpacas del distrito de Llocllapampa fue de 73.8%.
- No se halló diferencia estadística entre la prevalencia de *F. hepatica* con las variables sexo y edad de los animales.
- La carga parasitaria promedio de huevos de *F. hepatica* en llamas y alpacas fueron de 12.6 y 19.9 hpg, respectivamente.

## LITERATURA CITADA

1. **Abrous M, Comes AM, Gasnier N, Rondelaud D, Dreyfuss G, Chauvin A, Ménard, et al. 1998.** Morphological variability in *F. hepatica* eggs in ruminants, rodents and lagomorphs. *J Helminthol* 72: 313-317.
2. **Bustinza AV. 2001.** La alpaca: crianza, manejo y mejoramiento. Puno: UNA-Puno. 349 p.
3. **Cafrune MM, Rebuffi GE, Cabrera RH, Aguirre DH. 1996.** *F. hepatica* en llamas (*Lama glama*) de la Puna Argentina. *Vet Arg* 13: 570-574.
4. **Cafrune MM, Aguirre DH, Freytes I. 2004.** Fasciolosis en vicuñas (*Vicugna vicugna*) en semi-cautiverio de Molinos, Salta, Argentina, con notas de otros helmintos en este hospedador. *Vet Arg* 21: 513-520.
5. **Conceição M, Durão R, Costa I, Correia da Costa J. 2002.** Evaluation of a simple sedimentation method (modiûed McMaster) for diagnosis of bovine fasciolosis. *Vet Parasitol* 105: 337-343.
6. **Espinoza JR, Herrera-Velit P, Marcos LA, Terashima A. 2010.** Fasciolosis humana y animal en el Perú: impacto en la economía de las zonas endémicas. *Rev Peru Med Exp Salud Públ* 27: 604-612.
7. **Fairweather I, Boray CJ. 1998.** Mechanism of fasciolicide action and drug resistance in *F. hepatica*. En: Dalton JP (ed). Fasciolosis. Irland: Dublin City University. p 225-229.
8. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2005.** Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los camélidos sudamericanos en la región andina TCP/RLA/2914. Lima: FAO. 62 p.
9. **Gareis A, 2008.** Feldstudien zum vorkommen von endoparasiten bei neuweltkameliden in Ecuador. Alemania: Universität Leipzig. 120 p.
10. **Githeko AK, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA. 2000.** Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *B World Health Organ* 78: 1136-1147.
11. **Happich FA, Boray JC. 1969.** Quantitative diagnosis of chronic fasciolosis. 1. Comparative studies on

- quantitative faecal examinations for chronic *Fasciola hepatica* infection in sheep. Aust Vet J 45: 326-328.
12. **Hamir AN, Smith BB. 2002.** Severe biliary hyperplasia associated with liver fluke infestation in an adult alpaca. Vet Pathol 39: 592-594.
  13. **Issia L, Ovejero R, Carmanchahi P, Pietrokovsky S, Wisnivesky-Colli C. 2007.** Primer registro de *F. hepatica* en guanacos silvestres de Mendoza, Argentina. En: V Congreso Latinoamericano Especialistas en Pequeños Rumiantes y CSA. Buenos Aires.
  14. **Kassai T. 2002.** Helminología veterinaria. Zaragoza: Acribia. 296 p.
  15. **Larroza M, Olaechea F. 2010.** Comparación de la morfología y la habilidad de huevos de *F. hepatica* en distintos hospedadores en Patagonia. Vet Argen 27(268). 10 p.
  16. **Leguía G. 1988.** Distomatosis hepática en el Perú. Epidemiología y control. Lima: Hoechst. 42 p.
  17. **Leguía G. 1991.** The epidemiology and economic impact of llama parasites. Parasitol Today 7: 54-56.
  18. **Leguía G. 1999.** Enfermedades parasitarias de camélidos sudamericanos. Lima: Del Mar. 190 p.
  19. **Leguía G, Casas E. 1999.** Enfermedades parasitarias y atlas parasitológico de camélidos sudamericanos. Lima: Del Mar. 190 p.
  20. **Li O, Leguía G, Espino A, Duménigo B, Díaz A, Otero O. 2005.** Detección de anticuerpos y antígenos para el diagnóstico de *F. hepatica* en alpacas naturalmente infectadas. Rev Inv Vet Perú 16: 143-153.
  21. **Londoño P, Chávez A, Li O, Suárez F, Pezo D. 2009.** Presencia de caracoles Lymnaeidae con formas larvarias de *Fasciola hepatica* en altitudes sobre los 4000 msnm en la sierra sur del Perú. Rev Inv Vet Perú 20: 58-65.
  22. **Mas-Coma MS, Esteban JG, BARGUES MD. 1999.** Epidemiology of human fasciolosis: a review and proposed new classification. B World Health Org 77: 340-346.
  23. **Mas-Coma S, Funotsu IR, BARGUES MD. 2001.** *Fasciola hepatica* and Lymnaeid snails occurring at very high altitude in South America. Parasitology 123: 115-127.
  24. **Mas-Coma S, BARGUES MD, Valero MA, Fuentes MV. 2003.** Adaptation capacities of *F. hepatica* and their relationships with human fascioliasis: from below sea level up to the very high altitude. En: Combes C, Jourdane J (eds). Taxonomy, ecology and evolution of Metazoan parasites. France: Presses Universitaires de Perpignan. p 81-123.
  25. **Mas-Coma S, Valero MA, BARGUES MD. 2008.** Effects of climate change on animal and zoonotic helminthiasis. Rev Sci Tech Off Int. Epiz 27: 443-452.
  26. **Mas-Coma S, Valero MA, Dolores MD. 2009.** Climate change effects on trematodiasis, with emphasis on zoonotic fascioliasis and schistosomiasis. Vet Parasitol 163: 264-280.
  27. **McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS. 2001.** Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). United Kingdom: Cambridge University Press. 1005 p.
  28. **[MINSA] Ministerio de Agricultura. 1973.** Estudios de la evaluación de problemas de carne en el Perú. Tomo V. Lima, Perú.
  29. **Mitchell GB. 2002.** Update on fascioliasis in cattle and sheep. In Practice 24: 378-385.
  30. **Mitchell GB, Somerville DK. 2005.** Effects of climate change on helminth diseases in Scotland. SAC Publication 1: 1-11.
  31. **Neyra V, Chavarry E, Espinoza JR. 2002.** Cysteine proteinases Fas1 and Fas2 are diagnostic markers for *F. hepatica* infection in alpacas (*Lama pacos*). Vet Parasitol 105: 21-32.



32. **Olaechea FV, Abad M. 2005.** An outbreak of fascioliasis in semicaptive guanacos (*Lama guanicoe*) in Patagonia (Argentina). First report. En: XX International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Christchurch, New Zealand.
33. **Oviedo JA, Bargues MD, Mas-Coma S. 1995.** Lymnaeid snails in the human fascioliasis high endemic zone of the Northern Bolivian Altiplano. *Res Rev Parasitol* 55: 35-43.
34. **Petrie A, Watson P. 2006.** Statistics for veterinary and animal science. 2<sup>nd</sup> ed. UK: Blackwell Publishing. 312 p.
35. **Poulin R. 2006.** Global warming and temperature-mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. *Parasitology* 132: 143-151.
36. **Pritchard GC, Forbes AB, Williams DJL, Salimi-Bejestami MR, Daniel RG. 2005.** Emergence of fasciolosis in cattle in East Anglia. *Vet Rec* 157: 578-582.
37. **Richard LR, Bishop JK. 1991.** Helminth parasites of llamas (*Lama glama*) in the Pacific Northwest. *J Helminthol Soc Wash* 58: 110-115.
38. **Rickard LG, Foreyt WJ. 1992.** Experimental fascioliasis in llamas. *J Helminthol Soc Wash* 59: 140-144.
39. **Rojas CM. 2004.** Nosoparasitosis de los rumiantes domésticos peruanos. 2<sup>a</sup> ed. Lima: Maijosa. 146 p.
40. **[SENAMHI] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2011.** Datos históricos del clima-Junín. Portal oficial [Internet]. [9 octubre 2012]. Disponible en: [http://www.senamhi.gob.pe/include\\_mapas/\\_dat\\_esta\\_tipo.php?estaciones=000549](http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000549)
41. **Tello R. 1988.** Empleo de una nueva técnica parasitológica rápida de sedimentación espontánea en el diagnóstico de protozoarios y helmintos. Parasitismo intestinal en el hombre. En: Simposio Internacional Sociedad Peruana de Parasitología. Lima.
42. **Thomas C, Jacquiet P, Dorchies P. 2007.** La prévalence des helminthoses bovines a-t-elle été modifiée par la canicule de l'été 2003 dans le sud-ouest de la France? *Parasite* 14: 265-268.
43. **Ueno H, Arandia CR, Morales LG, Medina MG. 1975.** Fascioliasis of livestock and snail host for *Fasciola* in Altiplano region of Bolivia. *Nat Inst Anim Hlth Quart* 15: 61-67.
44. **Valero M, Darce NA, Panova M, Mas-Coma S. 2001.** Relationships between host species and morphometric patterns in *F. hepatica* adults and eggs from the northern Bolivian Altiplano hyperendemic region. *Vet Parasitol* 102: 85-100.
45. **Valero M, Panova M, Comes A, Fons R, Mas-Coma S. 2002.** Patterns in size and shedding of *F. hepatica* eggs by naturally and experimentally infected murid rodents. *J Parasitol* 88: 308-313.