

## Prevalencia y carga parasitaria mensual de nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica* en bovinos lecheros de dos distritos del Valle del Mantaro, Junín, Perú

Monthly prevalence and parasite load of gastrointestinal nematodes and *Fasciola hepatica* in dairy cattle from two districts of the Mantaro Valley, Junín, Peru

Andrea Briones Montero<sup>1,5</sup>, Ivonne Salazar Rodríguez<sup>2</sup>, Gonzalo Suárez Veirano<sup>3</sup>, Peter Geldhof<sup>4</sup>, Daniel Zárate Rendón<sup>1</sup>

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia y carga parasitaria mensual de nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica* en bovinos lecheros de los distritos Nueve de Julio y Matahuasi del Valle del Mantaro (Junín, Perú), así como los factores epidemiológicos asociados a estas parasitosis. Se recolectaron muestras mensuales de heces de 11 establos lecheros de cada distrito durante un año. Las muestras fueron analizadas con la técnica de Dennis modificado para la detección y conteo de huevos de *F. hepatica* y la técnica McMaster modificada para los huevos de nematodos. Se utilizó la prueba de regresión logística mixta para evaluar las variables distrito, época del año, sistema de alimentación, edad, temperatura, precipitación y humedad como posibles factores de riesgo. La prevalencia promedio mensual en Matahuasi y Nueve de Julio para nematodos gastrointestinales fue de 24.5 y 30.3%, con cargas mensuales de 118 y 87 hpg, y para *F. hepatica* de 69.8 y 46.6%, con cargas mensuales de 8 y 3 hpg, respectivamente. Los resultados indican que la nematodiasis gastrointestinal y fasciolosis

<sup>1</sup> Laboratorio de Parasitología, Departamento Académico de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

<sup>2</sup> Área de Sanidad Animal y Extensión Pecuaria, Departamento de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

<sup>3</sup> Farmacología Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

<sup>4</sup> Laboratory of Parasitology, Department of Virology, Parasitology and Immunology, College of Veterinary Medicine, University of Ghent, Belgium

<sup>5</sup> E-mail: [abriones.montero@gmail.com](mailto:abriones.montero@gmail.com)

Recibido: 12 de abril de 2019

Aceptado para publicación: 8 de abril de 2020

Publicado: 22 de junio de 2020

hepática son endémicos en la zona. La presencia de nematodos está significativamente asociado al incremento de temperatura y la edad, siendo las terneras la población más susceptible, mientras que la fasciolosis está relacionada con el incremento de temperatura y precipitación, así como con la época del año, siendo significativamente mayor en época seca. Así mismo, se encontró una relación significativa entre la presencia de *F. hepatica* y el distrito de procedencia, siendo el riesgo de infección significativamente mayor en Matahuasi.

**Palabras clave:** vacas lecheras; nematodos gastrointestinales; *Fasciola hepatica*; factores epidemiológicos; McMaster, Dennis modificado

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine the prevalence and monthly parasitic load of **gastrointestinal nematodes and *Fasciola hepatica*** in dairy cattle of the districts Nueve de Julio and Matahuasi el Mantaro Valley (Junín, Peru), as well as the epidemiological factors associated with these parasitosis. Monthly faecal samples were collected from 11 dairy farms in each district for one year. The samples were analysed with the modified Dennis technique for the detection and counting of *F. hepatica* eggs and the modified McMaster technique for nematode eggs. The mixed logistic regression test was used to evaluate the variables district, time of year, feeding system, age, temperature, rainfall and humidity as possible risk factors. The average monthly prevalence in Matahuasi and Nine de Julio for gastrointestinal nematodes was 24.5 and 30.3%, with monthly loads of 118 and 87 hpg, and for *F. hepatica* of 69.8 and 46.6%, with monthly loads of 8 and 3 hpg, respectively. The results indicate that gastrointestinal nematodiasis and hepatic fasciolosis are endemic in the area. The presence of nematodes is significantly associated with the increase in temperature and age, with calves being the most susceptible population, while fascioliasis is related to the increase in temperature and precipitation, as well as the time of the year, being significantly greater in the dry season. Likewise, a significant relationship was found between the presence of *F. hepatica* and the district of origin, the risk of infection being significantly higher in Matahuasi.

**Key words:** dairy cows; gastrointestinal nematode; *Fasciola hepatica*; epidemiological factors; McMaster Test; modified Dennis Test

## INTRODUCCIÓN

El mayor porcentaje del ganado bovino en el Perú se encuentra en manos de pequeños productores, ubicados mayormente en la Sierra del país (MINAGRI, 2012), cuya economía familiar puede verse afectada por pérdidas causadas, principalmente, por enfermedades parasitarias (Botana, 2002), como con-

secuencia de la baja productividad, decomisos en camales y uso frecuente de antiparasitarios, entre otros costos indirectos (Espinoza *et al.*, 2010; Molento *et al.*, 2011; Sarti *et al.*, 2015).

La nematodiasis gastrointestinal es causada por especies de parásitos de una variedad de géneros que se localizan en el abomaso, intestino delgado e intestino grueso

de los rumiantes (Quiroz *et al.*, 2011), afectando los índices reproductivos y productivos (Barger, 1982; Rojas, 2004). Por ejemplo, se estima una pérdida de US\$330 millones de dólares anuales en los Estados Unidos debidas al parasitismo gastrointestinal (Sarti *et al.*, 2015).

La fasciolosis hepática es causada en América Latina por la especie *Fasciola hepatica*, el cual necesita de un caracol del grupo *Lymanea/Galba/Fossaria* (González *et al.*, 2011; Valero *et al.*, 2012) como hospedero intermediario para completar su ciclo biológico. En el Perú, la fascioliasis constituye una de las más importantes enfermedades parasitarias en la ganadería, estimándose pérdidas económicas no menores a 50 millones de dólares al año (Espinoza *et al.*, 2010). La Organización Mundial de Salud (OMS) reconoce la infección humana como un importante problema de salud, convirtiéndose en una de las enfermedades zoonóticas de mayor importancia a nivel mundial (WHO, 1995; Mas-Coma *et al.*, 2001, 2005). Las áreas de Cajamarca, Valle del Mantaro y Puno son ejemplos de áreas endémicas de fasciolosis humana y animal en el país (Marcos *et al.*, 2004; Fuentes *et al.*, 2005).

El Valle del Mantaro es una de las principales cuencas lecheras del país, donde la mayoría de los ganaderos son pequeños productores sin asesoramiento técnico adecuado y con un programa de control sanitario empírico, en el cual se realiza el uso frecuente de fármacos antiparasitarios (MINAGRI, 2012), aumentando el riesgo de aparición de resistencia antiparasitaria, la cual ha sido reportada en la zona (Chávez *et al.*, 2012).

Por estas razones se requiere determinar una adecuada estrategia de control antiparasitario que considere las condiciones ambientales específicos de la zona, especies de parásitos de importancia, tamaño del hato y prácticas de manejo, entre otros factores (Kaplan y Vidyashankar, 2011). Para esco-

ger el antiparasitario adecuado es preciso hacer un diagnóstico situacional (Botana, 2002) y para determinar el momento estratégico para un tratamiento se debe conocer la carga parasitaria (Charlier *et al.*, 2008).

En el Perú no existe información actualizada sobre la dinámica de infección (frecuencia y carga parasitaria) de helmintos gastrointestinales y de *F. hepatica* en la sierra central, con la cual se pueda basar el diseño de un programa de control antiparasitario. El objetivo del presente estudio fue determinar y comparar la prevalencia y carga mensual de nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica* en el ganado bovino de establos lecheros en dos distritos de la de la región Junín durante un año, evaluando los factores epidemiológicos asociados a la infección.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

El estudio se realizó en los distritos de Nueve de Julio y Matahuasi, provincia de Concepción, región Junín, en el Valle del Mantaro, sierra central del Perú, sobre una altitud aproximada de 3300 msnm.

El Cuadro 1 muestra los datos meteorológicos desde abril de 2014 a mayo de 2015, determinados por la estación climática del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) más cercana al área de estudio, ubicado en el distrito de Comas de la misma provincia (SENAMHI, datos no publicados). La temperatura máxima y mínima diaria fue de 15.9 y 1.9 °C, respectivamente, con una precipitación promedio total diaria máxima y mínima de 195.7 y 0.8 mm, respectivamente. De acuerdo con el Instituto Geográfico del Perú, la época de lluvias se presenta entre los meses de noviembre y abril (IGP, 2005).

Cuadro 1. Temperatura media, mínima y máxima diaria, precipitación total diaria y humedad relativa media diaria en los distritos Nueve de Julio y Matahuasi, provincia de Concepción, Junín, durante los meses evaluados (2014-2015)

Año	Mes	Temperatura diaria (°C)			Precipitación total diaria (mm)	Humedad relativa diaria (%)
		T° media	T° mínima	T° máxima		
2014	Mayo	8.95	3.49	14.72	48.6	92.75
	Junio	9.25	2.43	15.85	0.8	92.71
	Julio	8.13	1.94	14.15	27.9	92.7
	Agosto	8.38	1.88	14.57	18.5	92.7
	Setiembre	8.53	3.18	13.87	87.3	92.66
	Octubre	8.74	3.66	14.25	54.3	92.84
	Noviembre	9.66	4.45	15.15	76.6	92.72
	Diciembre	9.14	5.06	13.93	160	92.83
2015	Enero	8.89	4.91	13.36	195.7	92.86
	Febrero	9.33	5.48	13.68	135.4	92.74
	Marzo	9.13	5.49	13.12	142.4	92.84
	Abril	8.83	4.99	13.08	78.1	92.86
Promedio anual		8.91	3.91	14.14	85.47	92.77

Fuente: SENAMHI (2014-2015)

### Tamaño de Muestra

Se evaluaron 11 establos lecheros de la asociación «Santo Domingo» del distrito Nueve de Julio y 11 establos de la asociación «Asunción de Matahuasi» del distrito Matahuasi entre mayo de 2014 y abril de 2015. En cada distrito fueron seleccionados dos establos con sistema de alimentación estabulado, donde se ofrecía pasto cortado, así como nueve establos con sistema extensivo, que tenían un tiempo de pastoreo mínimo de seis horas al día. Los establos evaluados tenían una población total de vacunos entre 2 y 40 animales de las razas Holstein, Brown Swiss y Jersey, con rango de edades entre 2 meses y 12 años.

Los animales fueron categorizados por edad como terneras (1-12 meses), vaquillas (13-21 meses) y vacas (paridas y mayor a 21 meses). La proporción de muestras mensualmente colectadas por grupo fue de 14, 14 y 72 %, respectivamente, en ambos distritos.

Se eligió al azar el 20% del total de animales de los establos para la toma de muestras. Estas fueron recolectadas mensualmente de los mismos animales por el periodo de un año. En el caso de animales muertos, descartados o que por decisión del ganadero no se podía volver a tomar muestra, estos eran reemplazados por otro de la misma categoría, raza, y que tuviera aproximadamente el mismo tiempo en el hato. Se llegaron a tomar

entre 36 y 75 muestras mensuales por distrito, lográndose procesar 1084 muestras de heces durante el año de estudio.

### Muestras de Heces

Las muestras de heces fueron tomadas directamente del recto, siguiendo los principios básicos de bienestar animal, o del suelo si fue expulsada momentos antes y evitando su contaminación (especialmente en vacas gestantes). Las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno, registrándose los datos del productor, del establo y de los animales. Las muestras fueron transportadas en cajas isotérmicas de poliestireno expandido, con geles refrigerantes en su interior, hasta su llegada al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), donde se almacenaron en refrigeración a una temperatura de 4-6 °C hasta su análisis. El análisis coprológico de las muestras fue realizado, como máximo, cuatro días después de su recolección.

En el periodo de estudio se registró una dosificación en junio de 2014, utilizando Triclabendazol y Oxfendazol (Trimax, Montana) al 69% (n=27/39) y 81% (n=35/43) de la población del estudio de los distritos de Nueve de Julio y Matahuasi, respectivamente. Luego, los integrantes de la asociación ganadera «Asunción de Matahuasi» del distrito de Matahuasi, realizaron una segunda dosificación en febrero de 2015, utilizando Clorsulón e Ivermectina (Ivomec-F, Merial), cubriendo el 81% (n=38/47) de la población muestreada.

### Análisis Coprológico

Se realizó la técnica de McMaster modificada para la detección y conteo de huevos de nematodos por gramo de heces (hpg), utilizando 4 g de heces y 26 ml de solución de flotación de sal y azúcar (densidad 1.275).

La categorización del nivel de infección se realizó en base a previos estudios realizados en ruminantes (Ensuncho *et al.*, 2014; Sarti *et al.*, 2015), clasificando la carga parasitaria en tres categorías: baja (0 – 200 hpg), media (250 – 450 hpg) y alta (500 hpg a más).

Para la detección de huevos de *F. hepatica* se utilizó la técnica de sedimentación de Dennis modificado con una muestra de 10 g y, en aquellas que resultaron positivas, se repitió la prueba con 2 g de heces con el fin de determinar el hpg. La categorización del grado de infección se realizó en base al estudio de Chávez *et al.* (2012), donde se señala que cargas de 10 a 25 hpg reflejan infecciones de nivel leve a moderado y cargas de 100 a 200 hpg son consideradas graves.

### Análisis Estadístico

Se calculó la prevalencia mensual (proporción de animales infectados sobre el total de animales muestreados) (Thrusfield, 1990) para nematodos gastrointestinales y *F. hepatica*, el cual fue utilizado para determinar la curva de infección de cada parasitosis. Así mismo, se obtuvo la prevalencia promedio mensual de la sumatoria de las prevalencias obtenidas en cada mes de estudio entre la cantidad total de meses. Para los gráficos de distribución de las cargas parasitarias observadas en los animales muestreados se utilizó el programa Graph Pad Prism v. 6.07 (Prism, California, USA).

El análisis estadístico se realizó mediante un modelo de regresión logística mixta, ajustando como efecto fijo a las variables distrito, época del año, sistema de alimentación, categoría de edad, temperatura, precipitación y humedad; considerando un nivel de confianza del 95%. El análisis fue realizado utilizando la función lmer de la Librería «nlme» del software R Core Team (2018), versión 3.5.1 (Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

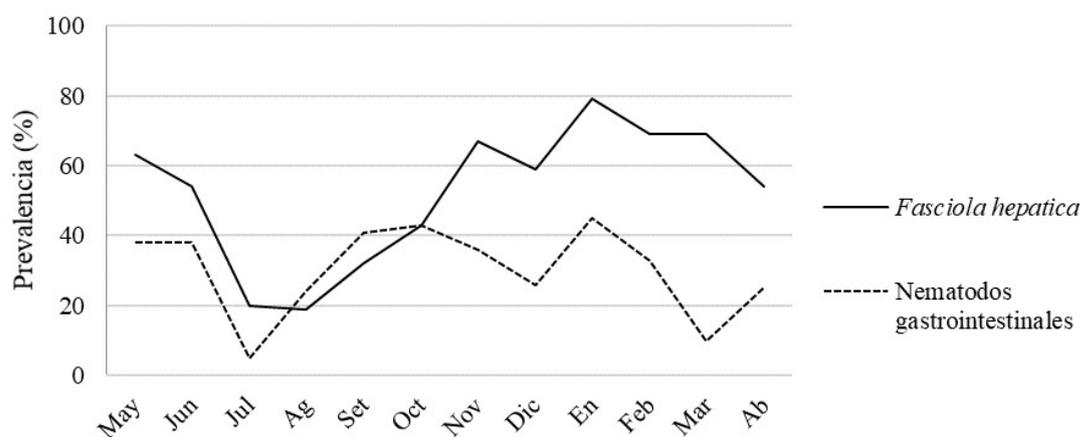


Figura 1. Curvas de prevalencia mensual de nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica* en bovinos lecheros del distrito de Nueve de Julio, provincia de Concepción, Junín (2014-2015)

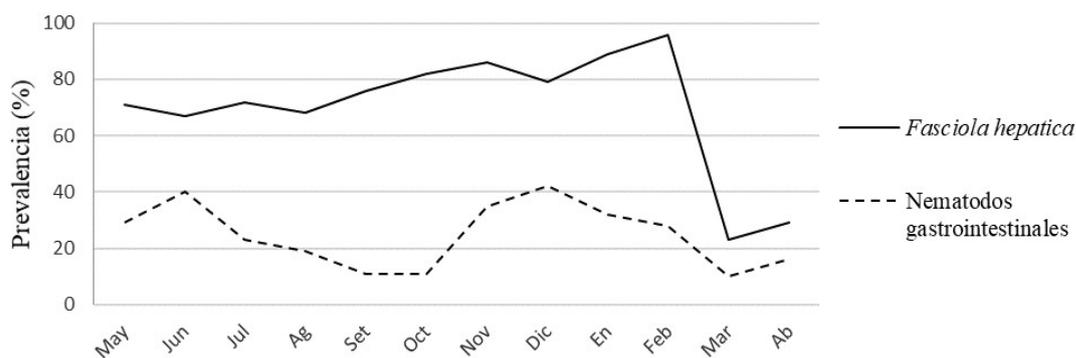


Figura 2. Curvas de prevalencia mensual de nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica* en bovinos lecheros del distrito de Matahuasi, provincia de Concepción, Junín (2014-2015)

## RESULTADOS

La prevalencia promedio mensual de nematodos gastrointestinales y *F. hepatica* en el distrito de Nueve de Julio fue de 30 y 52%, respectivamente, siendo más bajas en julio y agosto y las más altas en enero (Figura 1). El promedio mensual de carga de huevos de nematodo tipo estrongílido (HTS) fue de 88 hpg y de *F. hepatica* de 3 hpg (Cuadro 2).

En el distrito de Matahuasi, la prevalencia promedio mensual de nematodos gastrointestinales y *F. hepatica* fue de 25 y 70%, respectivamente, siendo más altas en diciembre y febrero y la más baja en marzo (Figura 2). El promedio mensual de carga de HTS fue de 123 hpg y de *F. hepatica* de 7 hpg (Cuadro 3).

En ambos distritos se observó la presencia de infección por nematodos gastroin-

Cuadro 2. Prevalencias mensuales de nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica* en bovinos del distrito de Nueve de julio, provincia de Concepción, Junín (2014-2015)

Parásito	Año		2014								2015				Media
	Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr		
	n	73	39	41	42	44	42	42	39	38	39	39	36	43	
HTS	%	37	38	5	24	41	43	36	26	45	33	10	25	30	
	hpg	74.1	73.3	50	65	69.4	167	107	90	108.8	80.8	75	94.4	87.9	
<i>Fasciola hepatica</i>	%	63	54	20	19	32	43	67	59	79	69	54	64	51.9	
	hpg	0.8	1.3	0.6	0.3	0.8	5	0.6	3.6	9.8	3.8	3.1	5.8	3	

<sup>1</sup> HTS: huevo tipo stronglido; %: porcentaje de animales infectados; hpg: promedio de huevos por gramo de heces

Cuadro 3. Prevalencia mensual de nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica* en bovinos del distrito de Matahuasi, provincia de Concepción, Junín (2014-2015)

Parásito	Año		2014								2015				Media
	Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr		
	n	69	43	43	47	46	44	43	43	47	47	47	49	47.3	
HTS	%	29	40	23	19	11	11	35	42	32	28	10	16	24.7	
	hpg	158	203	110	77.8	200	140	93.3	83.3	130	158	50	75	123.1	
<i>Fasciola hepatica</i>	%	71	67	72	68	76	82	86	79	89	96	23	29	69.8	
	hpg	11.2	15	10	17.9	5	2	0.29	1	10	8	3	2	7.1	

<sup>1</sup> HTS: huevo tipo stronglido; %: porcentaje de animales infectados; hpg: promedio de huevos por gramo de heces

testinales durante todo el año, con prevalencias mensuales no mayores al 50% (Figura 3). También, se puede observar que la prevalencia mensual de *F. hepatica* fue mayor al 20% en ambos distritos durante todo el estudio, mientras que las curvas de prevalencia mensual de *F. hepatica* en ambos distritos no siguen el mismo patrón (Figura 4), ya que en Nueve de Julio tiende a ser similar al de la temperatura y precipitación, en tanto que en Matahuasi tiende a incrementarse con el tiempo.

Las cargas parasitarias de HTS se concentraron, mayormente, en un mismo rango (0 a 200 hpg) en ambos distritos; es decir, que la mayoría de los animales presentaron niveles de infección leves a moderados (Figura 5A,B). La carga más alta del estudio fue de 1300 hpg y se presentó en junio en Matahuasi, mientras que en dicho distrito se presentaron las cargas más bajas en marzo y abril (Figura 5B). Por otro lado, la carga de huevos más alta observada en Nueve de julio fue de 700 hpg en el mes de octubre (Figura 5A).

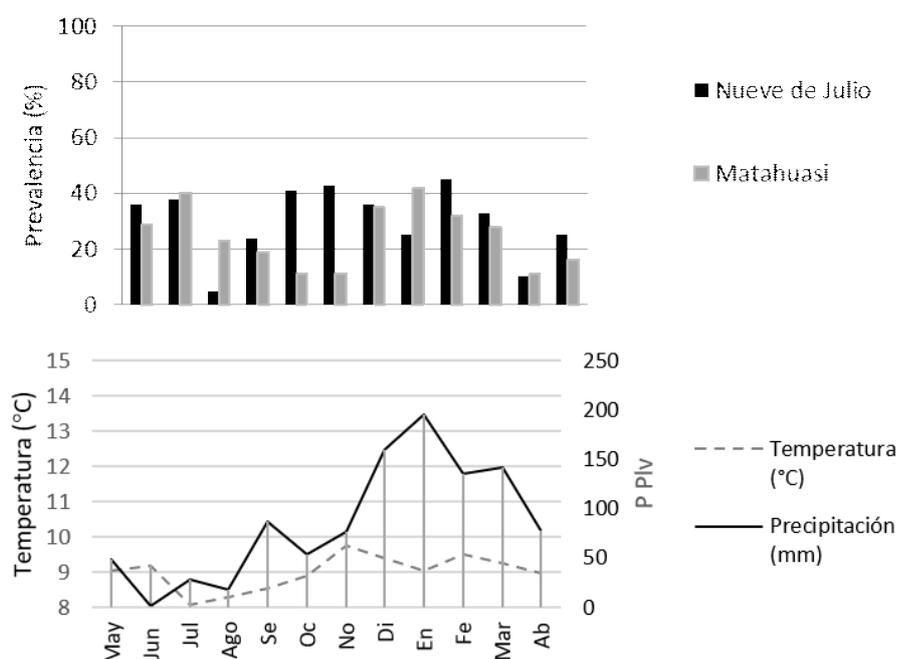


Figura 3. Comparación de prevalencia de nematodos gastrointestinales en bovinos lecheros de los distritos de Nueve de Julio y Matahuasi, provincia de Concepción, Junín (parte superior). Curvas de temperatura promedio diaria y precipitación total diaria para ambos distritos (2014-2015) (parte inferior)

Por otra parte, el rango de cargas de *F. hepatica* en el distrito de Matahuasi fue más amplio (0-100 hpg) que en Nueve de Julio (0-50 hpg), mostrando niveles de infección leves a moderado (Figura 5C,D). La carga más alta en el distrito de Matahuasi fue de 445 hpg en el mes de enero (Figura 5D) y en el distrito de Nueve de Julio fue de 74.5 hpg en el mes de enero (Figura 5C).

En la Figura 5 se observa que las cargas parasitarias más altas en ambas parasitosis en ambos distritos se encuentran en la categoría de terneras, coincidiendo con los reportes de la literatura (Rojas, 2004; Quiroz, 2011).

El análisis estadístico, a través de la regresión logística, demostró que la presencia de nematodos gastrointestinales en ambos distritos está relacionada con el incremento de temperatura ( $p < 0.0001$ ). También existe una

relación positiva entre la infección y la variable edad ( $p < 0.01$ ), siendo significativamente mayor en la categoría de terneras de ambos distritos ( $p < 0.01$ ). Por otro lado, las variables humedad, precipitación, época del año y distrito no resultaron significativas para la presencia de nematodos en la zona de estudio.

La presencia de *F. hepatica* en ambos distritos está relacionada con el incremento de la temperatura ( $p < 0.001$ ) y de la precipitación ( $p < 0.001$ ). Así mismo, se evidenció una relación significativa entre la infección de *F. hepatica* y la época del año en ambos distritos ( $p < 0.01$ ), donde la época seca predispone la presencia de este parásito ( $p < 0.01$ ). Además, la prueba demostró que existe una relación significativa entre la presencia de esta parasitosis y el distrito de procedencia ( $p < 0.01$ ), con mayor riesgo de infección en el distrito de Matahuasi ( $p < 0.001$ ). Las variables humedad y categoría de edad no re-

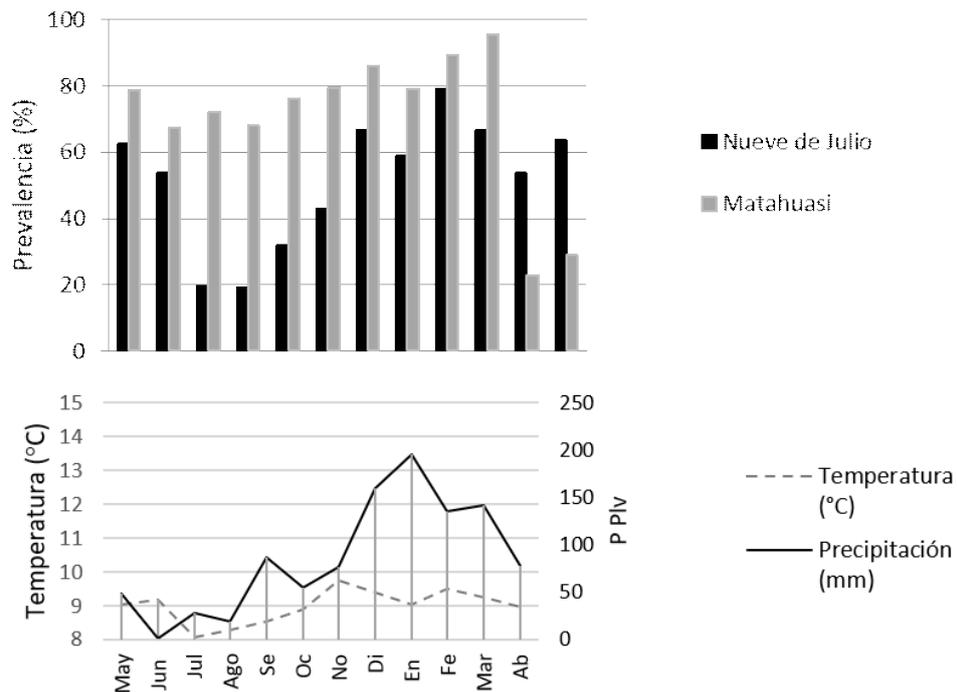


Figura 4. Comparación de prevalencia de *Fasciola hepática* en bovinos lecheros en los distritos de Matahuasi y Nueve de Julio, provincia de Concepción, Junín (parte superior). Curvas de temperatura promedio diaria y precipitación total diaria para ambos distritos (2014-2015) (parte inferior)

sultaron significativas para la infección por *F. hepatica* en la zona de estudio.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que los distritos de Nueve de Julio y Matahuasi son endémicos para nematodos gastrointestinales (HTS) y *Fasciola hepatica*, aunque mayormente con cargas parasitarias bajas a moderadas. La temperatura media diaria promedio de la zona fue de 9 °C, con presencia de temperatura máxima diaria de 15.85 °C, y precipitaciones pluviales promedio diarias de 85.5 mm ofrecen las condiciones necesarias para el desarrollo de estas parasitosis (Olaechea, 2004; Rojas, 2004; Vignau *et al.*,

2005; Quiroz *et al.*, 2011). También hay que considerar que la irrigación constante de los pastos favorece el desarrollo de los huevos y larvas de nematodos gastrointestinales, por lo que los animales pueden volver a infectar al realizar la rotación de pastoreo sobre las mismas áreas de pasturas. Esto, al igual que el fenómeno de hipobiosis que presenta la L3, modifica la presentación de esta parasitosis, sobre todo en época seca (Fiel y Steffan, 1994; Quiroz *et al.*, 2011).

La mayor prevalencia de *F. hepatica* sobre la de nematodos en ambos distritos podría atribuirse a la capacidad de adaptación a condiciones ambientales extremas, tanto del parásito como del caracol, y a la capacidad de dispersión específica del caracol,

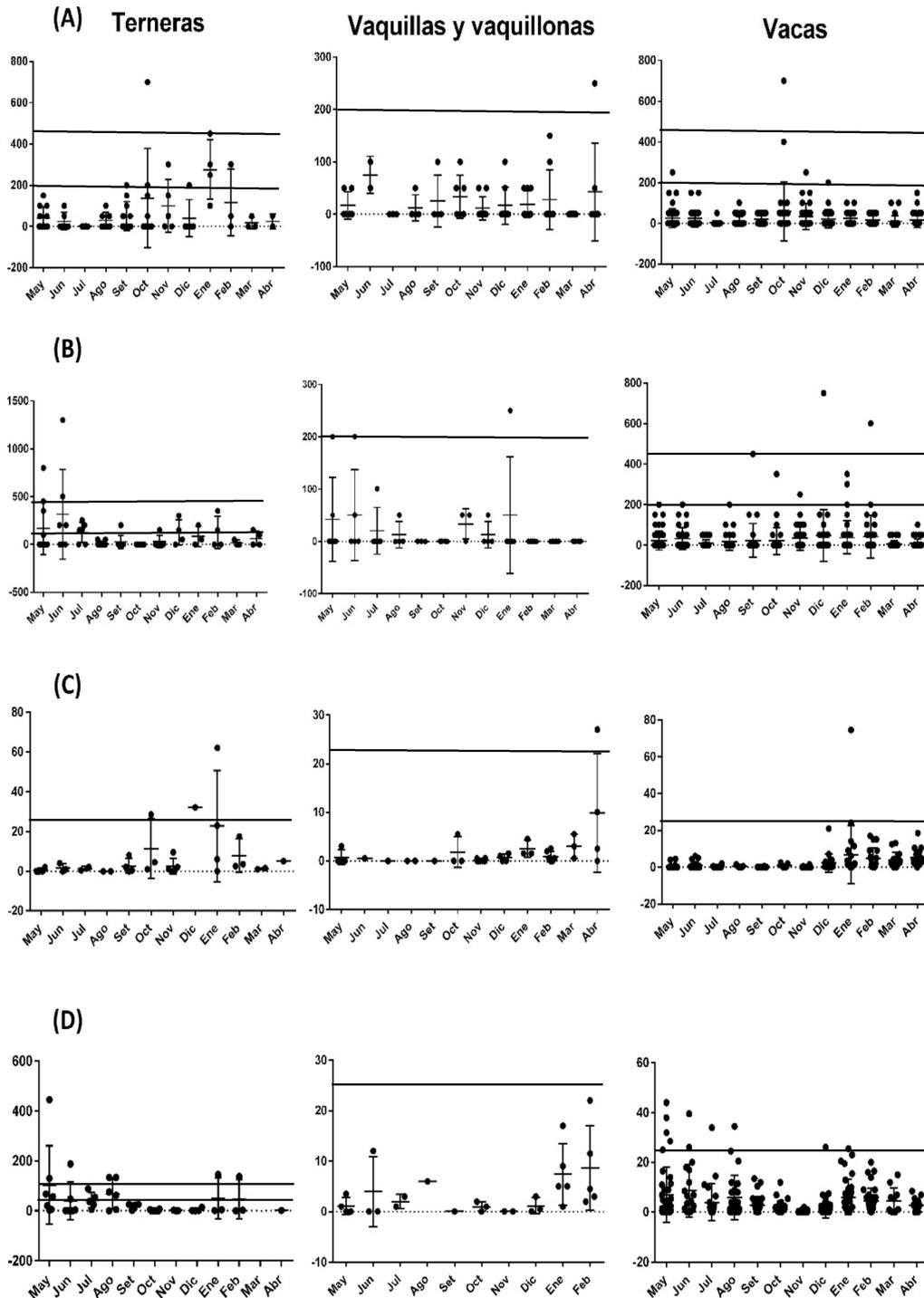


Figura 5. Distribución mensual de carga parasitaria (hpg) de nematodos gastrointestinales en el distrito de (A) Nueve de Julio y (B) Matahuasi, y de *Fasciola hepatica* en el distrito de (C) Nueve de Julio y (D) Matahuasi, provincia de Concepción, Junín (2014 -2015). Las líneas horizontales muestran los puntos de corte de los niveles de infección según la categorización del estudio. Nótese que las escalas para carga parasitaria (eje y) de los gráficos son distintas.

vinculada a la presencia de ríos y efluentes del subsuelo. Además, el hospedero definitivo también actúa como reservorio de la enfermedad (Mas-Coma *et al.*, 2001, 2008; Olaechea, 2004; González *et al.*, 2011; Chávez *et al.*, 2012; Villegas *et al.*, 2012).

La prevalencia mensual de *F. hepática*, en ambos distritos, fue mayor a 50% durante la mayor parte del estudio. La evapotranspiración muy alta forma colectas de agua permanentes que, junto con la variación de la temperatura durante el día, dan las condiciones necesarias para la transmisión de esta parasitosis, principalmente en la época seca (Fuentes *et al.*, 1999), tal y como se encontró en este y otros estudios (Rojas, 2004; Fuentes *et al.*, 2005). Otro factor que puede modificar la presentación de esta enfermedad son las prácticas de manejo, principalmente el uso constante del riego por inundación para mejorar la calidad de forraje durante la época seca, ya que incrementa el hábitat del caracol (Olaechea, 2004). Además, debido a que la oferta de pastos se reduce en esta época, los animales se alimentan principalmente de las pasturas ubicadas en áreas inundadas y, por lo tanto, contaminadas con metacercarias (Vignau *et al.*, 2005).

Si bien no existen reportes previos de prevalencia de fasciolosis en la zona de estudio, las prevalencias encontradas son comparables al 38.2% reportado por Chávez *et al.* (2012) en el distrito de Huertas (Junín) y con cargas parasitarias de 16 hpg en promedio. En dicho trabajo, la prevalencia de *F. hepatica* fue menor, pero el promedio de carga fue mayor al promedio mensual del presente estudio. No obstante, hay que tener en cuenta que en el estudio de Chávez *et al.* (2012) solo se realizó un muestreo durante la época de lluvias, siendo un número mayor a las recolectadas mensualmente en el presente estudio.

La curva de prevalencia de *F. hepatica* en el distrito de Nueve de Julio coincidió con las curvas de temperatura y precipitación fluvial, demostrando la influencia del factor climático para la transmisión de fasciolosis hepática descrito por Rojas (2004) y Valero *et al.* (2012). Así mismo, muestra la importancia del factor precipitación pluvial para el desarrollo de *F. hepatica* cuando las temperaturas están por debajo del mínimo necesario (Mas-Coma *et al.*, 2001; Marcos *et al.*, 2004; Olaechea, 2004; Rojas, 2004; Vignau *et al.*, 2005).

En cambio, la prevalencia de *F. hepatica* en el distrito de Matahuasi fue de forma ascendente durante casi todo el año. Incluso, los bovinos de este distrito tuvieron mayor riesgo de presentar este parasitismo ( $p < 0.001$ ) y presentaron cargas más elevadas que aquellos de Nueve de Julio. Esto podría deberse a factores topográficos, ya que el río Mantaro discurre por el distrito de Matahuasi, presentando zonas húmedas. Marcos *et al.* (2004) trabajaron en la misma región, pudiendo observar mayores prevalencias de *F. hepatica* en un distrito de terreno plano que en el contiguo de terreno accidentado. El distrito de Matahuasi tiene un terreno plano, en donde las precipitaciones pluviales tienden a formar colectas de agua semi-temporales, lo que provoca una mayor concentración del caracol y, como consecuencia, una mayor producción de la fase infectiva metacercaria (Vignau *et al.*, 2005).

Otra diferencia, entre la prevalencia de *Fasciola hepatica* de ambos distritos, se observó luego de las dosificaciones realizadas, donde solo disminuyeron en el distrito de Nueve de Julio. Esto se puede atribuir a las diferentes prácticas sanitarias, relacionadas a la frecuencia de uso de antiparasitarios, lo que podría retrasar o acelerar la aparición de resistencia parasitaria (Kaplan, 2001). Es posible que en Matahuasi se esté ante un

caso de falla terapéutica del triclabendazol, confirmando los resultados de Chávez *et al.* (2012). La prevalencia de *F. hepatica* en este distrito descendió luego de la segunda dosificación empleando ivermectina y clorsulón, posiblemente debido a que este antiparasitario no ha sido utilizado con regularidad en la zona (Kaplan, 2004; Molento, 2009).

En cambio, se pudo observar que, a diferencia de *F. hepatica*, la prevalencia de nematodos gastrointestinales en ambos distritos desciende notoriamente luego de la dosificación con los antihelmínticos oxfendazol y triclabendazol. Esto se puede interpretar como alta eficacia del fármaco en el lugar de estudio, aunque la prevalencia se volvió a elevar en los meses siguientes, posiblemente debido por la intensificación de las lluvias entre setiembre y enero, ya que las abundantes precipitaciones dan a lugar a la eclosión del huevo y su desarrollo a L3 (Guthrie *et al.*, 2010), así como la motilidad de las L3 sobrevivientes (Quiroz *et al.*, 2011).

En Matahuasi también se observa una disminución de la prevalencia de nematodos gastrointestinales luego de la segunda dosificación con ivermectina y clorsulón en febrero. Si bien existen reportes de resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales en bovinos contra lactonas macrocíclicas (Anzini *et al.*, 2001; Condi *et al.*, 2009; Demeler *et al.*, 2010), en el Perú solo se han reportado casos de resistencia a benzimidazoles e imidazoles (Rojas, 2006). Además, según los datos registrados durante las visitas a los productores, este fármaco no ha sido utilizado en exceso en la zona, ya que los productores le dan mayor importancia sanitaria al control de *F. hepatica*.

La relación significativa entre la presencia de nematodos y la variable edad ( $p < 0.01$ ) coincide con el estudio de Ploeger *et al.* (1990), que indica que vacas expuestas previamente a infecciones con nematodos gastrointestinales tienen mayor resistencia que los terneros. Por otro lado, la variable siste-

ma de alimentación no resultó significativa para la presencia de nematodos gastrointestinales y *F. hepatica* en ambos distritos, siendo contradictorio a los resultados de Gennari *et al.* (1995) y Knox *et al.* (2006), que demuestran los efectos positivos de la suplementación alimenticia en rumiantes. No obstante, en este caso, los animales de establos se pueden haber infectado al ingerir pastos cortados provenientes de pasturas contaminadas (Marcos *et al.*, 2006). Por último, el efecto de la humedad relativa no fue significativo para la presencia de ambas parasitosis dado que no varió durante el periodo de estudio.

## CONCLUSIONES

- Los distritos Nueve de Julio y Matahuasi son endémicos para nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica*, con niveles de infecciones de leve a moderado.
- Las prevalencias mensuales de *F. hepatica* fueron mayores que las de nematodos gastrointestinales durante la mayor parte del estudio.
- La prevalencia mensual y carga de huevos promedio de *F. hepatica* en el distrito de Matahuasi fueron significativamente mayores que en Nueve de Julio.
- Se encontró relación significativa entre la presencia de nematodos gastrointestinales con las variables temperatura y categoría de edad, en ambos distritos.
- Se encontró relación significativa entre la presencia de *F. hepatica* con las variables temperatura, precipitación pluvial, época del año y distrito.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento a través del Proyecto S.P. 1.5. «Parasitología en rumiantes y camélidos domésticos en la sierra central del Perú» y el Proyecto 6 «Construcción de capacidades y desarrollo de infraestructura de los institutos regionales de desarrollo (IRD)», del Consorcio de Univer-

sidades Flamencas de Bélgica (VLIR), como parte del Programa de Colaboración Interuniversitaria VLIR/ UOS UNALM de La Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima, Perú). A la Ing. Teodora Meza de la Agencia Agraria de Concepción, quien fue nuestro contacto con los productores de las asociaciones ganaderas de los distritos Nueve de Julio y Matahuasi. Así mismo, se agradece a los productores de las asociaciones ganaderas «Santo Domingo» y «Asunción de Matahuasi», y al equipo del Laboratorio de Parasitología por su constante apoyo durante toda la evaluación del estudio: David Godoy Padilla, Sandra Gonzales de la Cotera Palacios, Zoar Macher Castillo, Giuliana Travi Antonio y a Gaby Quispe Palomino.

#### LITERATURA CITADA

1. **Anziani OS, Zimmermann G, Guglielmo AA, Vazquez R, Suarez V. 2001.** Avermectin resistance in *Cooperia pectinata* in cattle in Argentina. *Vet Rec* 149: 58-59. doi: 10.1136/vr.149.2.58
2. **Barger IA. 1982.** Helminth parasites and animal production. In: Symons LE, Donald AD, Dineen JK (eds). *Biology and control of endoparasites*. Sydney, Australia: Academic Press. p 133-155.
3. **Botana LM, Landoni F, Martín-Jiménez T. 2002.** Farmacología y terapéutica veterinaria. Madrid, España: Mc Graw-Hill Interamericana. 734 p.
4. **Condi GK, Soutello RG, Amarante AF. 2009.** Moxidectin-resistant nematodes in cattle in Brazil. *Vet Parasitol* 161: 213-217. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.01.031
5. **Charlier J, De Meulemeester L, Claerebout E, Williams D, Vercruyse J. 2008.** Qualitative and quantitative evaluation of coprological and serological techniques for the diagnosis of fasciolosis in cattle. *Vet Parasitol* 153: 44-51. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.01.035
6. **Chávez A, Sánchez L, Arana C, Suárez F. 2012.** Resistencia a antihelmínticos y prevalencia de fasciolosis bovina en la ganadería lechera de Jauja, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 23: 90-97. doi: 10.15381/rivep.v23i1.887
7. **Demeler J, Küttler U, von Samson-Himmelstjerna G. 2010.** Adaptation and evaluation of three different *in vitro* tests for the detection of resistance to anthelmintics in gastrointestinal nematodes of cattle. *Vet Parasitol* 170: 61-70. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.10.030
8. **Ensuncho-Hoyos C, Castellano-Coronado A, Maza-Ángulo L, Bustamante-Yáñez M, Vergara-Garay O. 2014.** Prevalencia y grado de infección de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo en pastoreo de cuatro municipios de Córdoba, Colombia. *Rev Cient-Fac Cien V* 24: 414-420.
9. **Espinoza JR, Terashima A, Herrera-Velít P, Marcos LA. 2010.** Fasciolosis humana y animal en el Perú: Impacto en la economía de las zonas endémicas. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* 27: 604-612.
10. **Fiel C, Steffan P. 1994.** Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en la pampa húmeda. En: *Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Bases epidemiológicas para su prevención y control en Argentina y Uruguay*. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur. p 67- 94.
11. **Fuentes MV, Valero MA, Bargues MD, Esteban JG, Angles R, Mas-Coma S. 1999.** Analysis of climatic data and forecast indices for human fascioliasis at very high altitude. *Ann Trop Med Parasit* 93: 835-850. doi: 10.1080/00034989957844
12. **Fuentes MV, Sainz-Elipe S, Nieto P, Malone JB, Mas-Coma S. 2005.** Geographical information systems risk assessment models for zoonotic fasciolosis in the South American Andes region. *Parasitology* 47: 151-156.
13. **Gennari SM, Abdalla AL, Vitti DM, Meirelles CF, Lopes RS, Bressan MC. 1995.** *Haemonchus placei* in calves: effects of dietary protein and multiple experimental infection on worm establish-

- ment and pathogenesis. *Vet Parasitol* 59: 119-126. doi: 10.1016/0304-4017(94)-00741-t
14. **González LC, Esteban JG, BARGUES MD, Valero MA, Ortiz P, Náquira C, Mas-Coma S. 2011.** Hyperendemic human fascioliasis in Andean Valleys, an altitudinal transect analysis in children of Cajamarca province, Peru. *Acta Trop* 120: 119-129. doi: 10.1016/j.actatropica.2011.07.002
  15. **Guthrie AD, Learmount J, VanLeeuwen J, Peregrine AS, Kelton D, Menzies PI, Fernández S, et al. 2010.** Evaluation of a British computer model to simulate gastrointestinal nematodes in sheep on Canadian farms. *Vet Parasitol* 174: 92-105. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.-08.002
  16. **[IGP] Instituto Geográfico del Perú. 2005.** Diagnóstico de la cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático. Lima, Perú: Consejo Nacional del Medio Ambiente. [Internet]. Disponible en: [http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2000\\_2007/Diagnos-tico.pdf](http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2000_2007/Diagnos-tico.pdf)
  17. **Kaplan RM. 2001.** *Fasciola hepatica*: A review of the economic impact in cattle and consideration for control. *Vet Ther* 2: 40-50.
  18. **Kaplan RM. 2004.** Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol* 20: 477-481. doi: 10.1016/j.pt.2004.08.001
  19. **Kaplan RM, Vidyashankar AN. 2011.** An inconvenient truth: global warming and anthelmintic resistance. *Vet Parasitol* 186: 70-78. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.-11.048
  20. **Knox MR, Torres-Acosta JF, Aguilar-Caballero AJ. 2006.** Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Vet Parasitol* 139: 385-393. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.04.026
  21. **Marcos LV, Terashima A, Samalvides F, Espinoza JR, Gotuzzo E. 2004.** Hiperendemicidad de Fasciolosis humana en el Valle del Mantaro, Perú: factores de riesgo de la infección por *Fasciola hepatica*. *Rev Gastroenterol Perú* 24: 158-164.
  22. **Marcos L, Maco V, Samalvides F, Terashima A, Espinoza JR, Gotuzzo E. 2006.** Risk factors for *Fasciola hepatica* infection in children: a case-control study. *T Roy Soc Trop Med H* 100: 158-166. doi: 10.1016/j.trstmh.2005.-05.016
  23. **Mas-Coma S, Funatsu 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. 2005.** Fascioliasis and other plant-borne trematode zoonoses. *Int J Parasitol* 35: 1255-1278. doi: 10.1016/j.ijpara.-2005.07.010
  25. **Mas-Coma S, Valero MA, BARGUES MD. 2008.** Effects of climate change on animal and zoonotic helminthiasis. *Rev Sci Tech OIE* 27: 443-457.
  26. **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2012.** Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario. 2012. [Internet]. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/Resultados Finales-IV CENAGRO.pdf>
  27. **Molento MB. 2009.** Parasite control in the age of drug resistance and changing agricultural practices. *Vet Parasitol* 163: 229-234. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.-06.007
  28. **Molento MB, Fortes F, Pondelek DA, Borges F, Chagas AC Torres-Acosta JF Geldhof P. 2011.** Challenges of nematode control in ruminants: focus on Latin America. *Vet Parasitol* 180: 126-132. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.05.033
  29. **Olaechea F. 2004.** *Fasciola hepatica*. En: Conferencia Electrónica 2004 - Red de Helminología de FAO para América Latina y el Caribe. [Internet]. Disponible en: <http://helminto.inta.gob.ar/Fasciola/FASCIOLA%20-HEPATICA%20-Fermin%20Olaechea.pdf>

30. **Ploeger HW, Kloosterman A, Borgsteede FH, Eysker M. 1990.** Effect of naturally occurring nematode infections in the first and second grazing season on growth performance of the second-year cattle. *Vet Parasitol* 36: 57-70. doi: 10.1016/0304-4017(90)90094-R
31. **Quiroz H, Figueroa JA, Ibarra FI, López ME. 2011.** Epidemiología de las enfermedades parasitarias en animales domésticos. México DF: UNAM. 642 p.
32. **Rojas M. 2004.** Nosoparasitosis de los rumiantes domésticos peruanos. 2° ed. Lima, Perú: Martegraf. 83 p.
33. **Sarti HL, Machado LC, Honorato L, da Silva B, do Amarante AF, Bricarello PA. 2015.** The effect of gastrointestinal nematode infection level on grazing distance from dung. *Plos One* 10: e0126340. doi: 10.1371/journal.pone.0126340
34. **Valero MA, Perez-Crespo I, Khoubane M, Artigas P, Panova M, Ortiz P, Maco V, et al. 2012.** *Fasciola hepatica* phenotypic characterization in Andean human endemic areas Valley versus Altiplanic patterns analysed in liver flukes from sheep from Cajamarca and Mantaro, Peru. *Infect Genet Evol* 12: 403-410. doi: 10.1016/j.meegid.-2012.01.009
35. **Vignau M, Venturini L, Romero J, Eiras D, Basso W. 2005.** Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Buenos Aires, Argentina: Univ. Nacional de La Plata. 194 p.
36. **Villegas F, Angles R, Barrientos R, Barrios G, Valero MA, Hamed K, Grueninger H, et al. 2012.** Administration of triclabendazole is safe and effective in controlling fascioliasis in an endemic community of the Bolivian Altiplano. *Plos Neglect Trop D* 6: e1720. doi: 10.1371/journal.pntd.0001720
37. **[WHO] World Health Organization, 1995.** Foodborne trematode infections. *Bull WHO* 73: 397-405.