



Prevalencia de sarcocystosis en carcasas de alpacas (*Vicugna pacos*) comercializados en la región Junín, Perú

Carhuas, J.N.^{1,3*} ; Villar, F.A.¹ ; Mauricio-Ramos, Y.² ; Gomez, E.A.³ ; Payano, I.U.¹

¹Departamento Académico de Zootecnia. Universidad Nacional del Centro del Perú. Av. Mariscal Castilla N° 3909 - El Tambo, Huancayo, Junín, Perú. ²Laboratorio de Sanidad Animal, Departamento Académico de Zootecnia. Universidad Nacional del Centro del Perú. Av. Mariscal Castilla N° 3909 - El Tambo, Huancayo, Junín, Perú. ³Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Peruana Los Andes. Huancayo, Perú. ✉ jninahuanca@uncp.edu.pe

Resumen

El objetivo primordial de este estudio consistió en evaluar la prevalencia de *Sarcocystis* sp., en las carcasas de alpacas comercializadas en la región de Junín, Perú. Se llevó a cabo un exhaustivo análisis de datos recopilados durante el período comprendido entre enero y diciembre del año 2022, período durante el cual se observó el ingreso de estas carcasas al mercado principal de la mencionada región. El estudio abarcó un total de 1.716 carcasas durante el período mencionado, donde las regiones de Junín, Huancavelica y Lima aportaron 572 carcasas cada una. La metodología empleada para la identificación de individuos infectados se basó en la realización de análisis macroscópicos de quistes generados por la presencia de *Sarcocystis* sp. Los hallazgos revelaron una prevalencia del 16,78% (68/572) de *Sarcocystis* sp., en las carcasas procedentes de la región de Junín. Por otro lado, se observó una prevalencia del 11,88% (96/572) en la región de Lima y del 5,24% (30/572) en la región de Huancavelica. Además, se calcularon Odds Ratio ($p < 0,05$) de 2,44 y 3,64 para las regiones de Junín y Lima, respectivamente, en comparación con Huancavelica. El estudio evidencia una prevalencia de *Sarcocystis* sp., de las regiones estudiadas, con mayor frecuencia en Lima y Junín en comparación con Huancavelica.

Palabras clave: Sarcocystosis, camélidos sudamericanos, enfermedades zoonóticas, parasitosis.

Prevalence of sarcocystosis in alpaca (*Vicugna pacos*) carcasses commercialized in the Junín region, Peru

Abstract. The primary objective of this study was to evaluate the prevalence of *Sarcocystis* sp. in alpaca carcasses commercialized in the Junín region, Peru. An exhaustive analysis of data collected from January to December 2022 was conducted, where the entry of these carcasses into the main market of the mentioned region was observed. The samples for the study included a total of 1716 carcasses, where the regions of Junín, Huancavelica and Lima contributed 572 carcasses each. The methodology used to identify infected individuals was based on macroscopic analysis of cysts generated by the presence of *Sarcocystis* sp. The findings revealed a prevalence of 16.78% (68/572) of *Sarcocystis* sp. in carcasses from the Junín region. On the other hand, a prevalence of 11.88% (96/572) was observed in the Lima region and 5.24% (30/572) in the Huancavelica region. Additionally, Odds Ratios ($p < 0.05$) of 2.44 and 3.64 were calculated for the Junín and Lima regions, respectively, compared to Huancavelica. The study demonstrates a prevalence of sarcocystosis in the studied regions, with higher frequency in Lima and Junín compared to Huancavelica.

Key words: South American camelids, zoonotic diseases, parasitosis.

INTRODUCCIÓN

La sarcocystosis es causada por un parásito protozoario intracelular (Fayer et al. 2015) identificado como miembro del género *Sarcocystis* (Amalfitano et al. 2017). Este protozoo pertenece al dominio Protozoa, al filo

Apicomplexa, a la clase Sporozoa, al suborden Eimeriorina y a la familia Sarcocystidae (Tenter et al. 2002). Los quistes característicos se desarrollan principalmente en áreas como el esófago, el cuello, los costillares, el brazuelo, el lomo y la pierna (Lucas et al. 2019, Wu et al. 2022). Los quistes generados por este protozoo no solo afectan negativamente

la producción y productividad de los animales, además, las consecuencias se extienden a las incautaciones de carne durante el proceso de inspección de las piezas en los mercados (Fernandez et al. 2022, Rodríguez et al. 2023). El ciclo de vida de *Sarcocystis* sp., en los camélidos sudamericanos es indirecto y sigue un modelo depredador-presa (Shukur et al. 2020). En este proceso, los hospederos definitivos desempeñan el papel de carnívoros (los perros de los pastores) y actúan como depredadores, mientras que los hospederos intermediarios (los camélidos sudamericanos) participan como sus presas (Tarifa et al. 2022). La infección en los hospederos definitivos se produce mediante la ingestión de carne contaminada con formas quísticas de *Sarcocystis* sp., que tienen tamaños en el intervalo de 0,5 mm a 1,3 mm (Lindsay y Dubey 2020).

Perú, es un país que resalta por tener la mayor población de alpacas a nivel mundial (Bartl et al. 2023). No obstante, la alta incidencia de contaminación de los pastizales por el parásito en mención se ve agravada por la estrecha convivencia de perros pertenecientes a los mismos pastores (Saeed et al. 2018, Sivkova y Chetanov 2021). A su vez, muchas veces se suele confundir con otras enfermedades zoonóticas, como triquinosis y cisticercosis que aún no han sido reportadas en llamas ni alpacas (Ayala 2018). La sarcocistiosis, también conocida como sarcosporidiosis, es identificada como una zoonosis tóxica (MIDAGRI 2012, González y Georgina 2022). Los seres humanos pueden contraerla mediante el consumo de carne infectada, ya sea cruda o insuficientemente cocida, lo que puede desencadenar diversas enfermedades estomacales, incluida la gastroenteritis (Lane et al. 2014). El síndrome asociado con la toxina sarcocistina se manifiesta entre las tres y ocho horas después de ingerir la carne contaminada, persistiendo hasta 24 a 36 horas. Los síntomas incluyen anorexia, náuseas y dolores intestinales, sin presentar fiebre (Gareh et al. 2020).

En los años recientes, en la provincia de Huancayo, el consumo de carne de alpaca y llama ha crecido de manera significativa. No obstante, la limitada disponibilidad de camales autorizados y las deficientes condiciones sanitarias en el proceso de beneficio animal, generan un vacío de información respecto a la prevalencia de *Sarcocystis* sp.

En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la prevalencia de *Sarcocystis* sp., en las carcasas de alpacas comercializadas en la región de Junín, Perú.

MATERIALES Y METODOS

Localización y muestras. El presente estudio se desarrolló en el mercado modelo, mercado principal de Huancayo y de toda la región Junín. Ubicada a una altura de 3200 msnm. Normalmente presenta una temperatura de 11°C y una precipitación de 3.525 mm. Este mercado recibe carcasas de las regiones de Lima, Huancavelica y Junín.

Recolección de muestras. Durante el período comprendido entre enero y diciembre de 2022, se realizó la toma de datos de 1.716 carcasas de alpacas. Los mismos que corresponde a 3 regiones: Huancavelica, Junín y Lima (n = 572 c/u). Estas carcasas fueron adquiridas en el principal mercado de Huancayo y de la región Junín.

Análisis parasitológico. Se llevaron a cabo exámenes macroscópicos mediante cortes efectuados en el cuello, brazo y piernas de cada una de las carcasas. La detección de quistes en cualquiera de estas regiones cortadas denotó la presencia del *Sarcocystis* sp., en línea con la metodología establecida para evaluar las tasas de infección por quistes macroscópicos (Regensburger et al. 2015, Apaza Jimenez y Chipana Mendoza 2021). Los exámenes fueron realizados en los mismos mercados y en el centro de beneficio de alpacas.

Análisis de datos

-Estimación de prevalencia. La prevalencia de macroquistes en alpacas fueron calculados mediante la ecuación:

$$\text{Prevalencia (\%)} = \frac{(\# \text{ casos positivos})}{(\text{Total de individuos})} \times 100$$

Se realizó un modelo lineal generalizado mixto (GLMM), con distribución binomial. Las cuales la variable binaria fue presencia del parásito por macroquistes, y las variables predictoras fue región (Huancavelica, Junín y Lima). Así también se determinó el *logit* para determinar los OR (Odds Ratio), para su mejor interpretación. Para la significancia se realizó la prueba de Chi-Cuadrado con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$). Todo se realizó con el R-studio (R team Core 2019).

RESULTADOS

Prevalencia en carcasas. De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 1, se observa una diferencia significativa entre las regiones ($p < 0,05$), lo que indica que la prevalencia varía según la ubicación geográfica. Se realizaron análisis en un total de 572 carcasas de alpacas en tres regiones: Huancavelica, Junín y Lima. Los datos muestran que la prevalencia más alta se registró en la región de Lima, con un 16,7% (96 de 572 carcasas), seguida por Junín con un 11,8% (68 de 572 carcasas) y Huancavelica con un 5,2% (30 de 572 carcasas) (Figura 1).

Tabla 1. Prevalencia de *Sarcocystis* en carcasas de Alpacas

Región	Total examinados	Positivos	Prevalencia (%)	p-valor
Huancavelica	572	30	5,2	
Junín	572	68	11,8	***
Lima	572	96	16,7	

Los resultados del modelo GLMM (Modelo lineal generalizado mixto) indican que las regiones de Junín y Lima tienen un mayor riesgo de sarcocystosis en comparación con la región de Huancavelica. El Odds Ratio de 2,44 para Junín significa que los individuos en esta región tienen 2,44 veces más probabilidades de tener sarcocystosis que los individuos en Huancavelica. El Odds Ratio de 3,64 para Lima significa que los individuos en esta región tienen 3,64 veces más probabilidades de tener sarcocystosis que los individuos en Huancavelica.

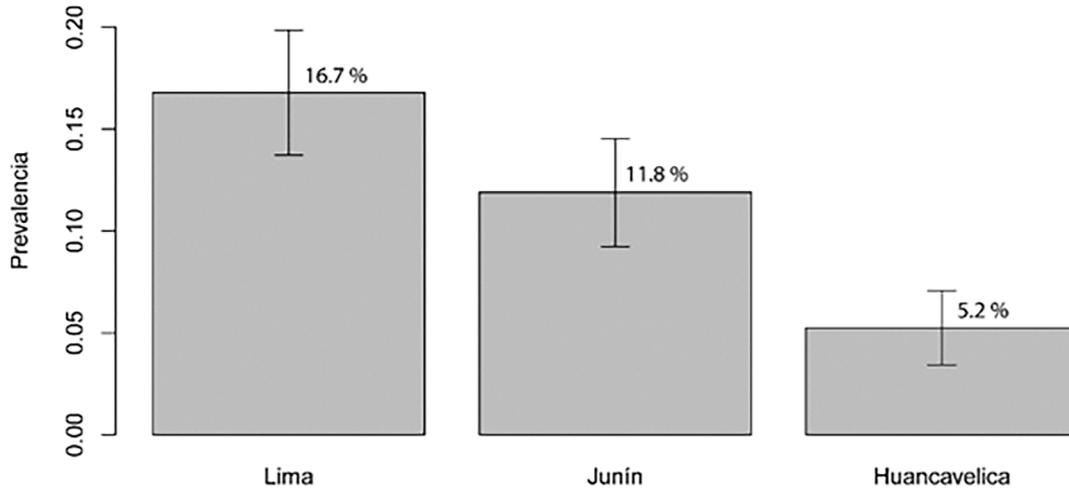


Figura 1. Prevalencia de sarcosistosis por región.

Variable	N	Odds ratio	p
REGION HUANCAVELICA	572	Reference	
JUNIN	572	2.44 (1.57, 3.86)	<0.001
LIMA	572	3.64 (2.40, 5.67)	<0.001

Figura 2. OR de las regiones (Huancavelica, Junín y Lima), con su nivel de significancia con GLMM, con distribución binomial.

DISCUSIÓN

Como se observó en los resultados se registra la prevalencia de *Sarcocystis* sp. en carcasas de alpaca, habiéndose encontrado mayor prevalencia en las carcasas de llama pese a su número reducido de carcasas examinadas. La alpaca y llama son hospederos intermediarios donde el parásito realiza su reproducción asexual (Wu et al. 2022), formando macroquistes que pueden afectar en forma masiva las fibras musculares, tanto estriadas como cardíacas, siendo el hospedero definitivo el canino doméstico y silvestre (Rosenthal 2021). La parasitosis se puede dar a partir de los 3 años y medio, se puede localizar en el tejido muscular, cuello, brazo y pierna (Wu et al. 2022). Esto explica la prevalencia de *Sarcocystis* sp., ya que las carcasas correspondían a animales específicamente de 4 años para arriba.

A pesar de la prevalencia de la parasitosis en las carcasas de alpaca, los resultados obtenidos muestran niveles inferiores a los registrados por Condori-Quispe et al. (2019) en la localidad de Curahuara, perteneciente al Municipio de Carangas, Oruro, Bolivia, donde se observaron 167 llamas positivas y 131 alpacas positivas, casos positivos en porcentajes, 85,06% y 72,93%, respectivamente. Este fenómeno podría explicarse a partir de diversas variables, como las diferencias latitudinales, la presencia de lluvias y estiajes a lo largo del año, así como la variabilidad de las temperaturas, así como la menor contaminación de los pastizales. Estas condiciones extremas pueden estar incidiendo de manera significativa en las actividades productivas, ejerciendo posiblemente una influencia preponderante en la prevalencia de *Sarcocystis* sp., en las carcasas de camélidos.

Las regiones con mayor riesgo a la infección fueron: Lima y Junín. Estos resultados contrastan a lo reportado por Castro y Leguía (1992) en Lima y por Leguía y Santiago (2018) en la región Junín. Estos resultados ponen de manifiesto que, a pesar de ser reconocidas como zonas ganaderas prominentes, las medidas implementadas para el manejo y la prevención de parasitosis no han generado resultados satisfactorios en términos de inocuidad alimentaria. Ante esta situación, es imperativo priorizar labores de control, como educación sanitaria e implementar camales autorizados para un manejo más efectivo del recurso, asegurando así la inocuidad alimentaria y la salud pública. Algo que podría explicar esta prevalencia mayor en estas regiones son los recursos naturales y a los sistemas productivos (Raymond et al. 2020). Los pastos naturales son particularmente vulnerables a la presencia de nevadas-heladas, pudiendo llegar a un grado de afectación del 90% en comunidades alpaqueras y 40% en comunidades agrícolas (Baitzel et al. 2022). La tasa de mortalidad de alpacas por presencia de fenómenos extremos es relativamente alta: 30% en crías, 10% en adultos y 20% en abortos (Leguía y Santiago 2018). En tal sentido, se manifiesta que existe un cierto grado de heterogeneidad y variabilidad en infección por *Sarcocystis* sp. Se podría sugerir como respuesta a esta problemática al cambio climático (Dubey 2022), si bien la presencia de quistes de *Sarcocystis* sp., en alpacas puede ser influenciada por múltiples factores, estudios recientes sugieren que el cambio climático podría estar desempeñando un papel importante en la distribución y prevalencia de enfermedades parasitarias en animales (Sjostrom y Quintana 2017). El aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación pueden afectar la distribución de los vectores y la supervivencia de los patógenos en el medio ambiente, potencialmente aumentando la exposición de los animales a enfermedades como la sarcocistosis. El proceso planificado, concertado, participativo e integral con medidas de control pueden dar solución al problema (Torres y Gómez 2008). La comercialización de carcasas de alpaca en los mercados locales de Huancayo, para su consumo, son en su mayoría, personas de bajos recursos económicos, por el precio menor en comparación a otras especies. El presente estudio evidencia una prevalencia variable de sarcocistosis en las regiones estudiadas, con mayor frecuencia en Lima y Junín en comparación con Huancavelica. Estos resultados sugieren la necesidad de implementar medidas de prevención y control en las regiones con mayor prevalencia, incluyendo campañas de educación sanitaria, inspección y control de la calidad de la carne, y promoción de prácticas adecuadas de manipulación y cocción de alimentos.

Agradecimiento. Los autores desean expresar sus agradecimientos a los trabajadores de los mercados, por el apoyo en el control e ingreso de las carcasas.

ORCID

Carhuas, J.N.  <https://orcid.org/0000-0002-0137-0631>, jninahuanca@uncp.edu.pe

Villar, F.A.  <https://orcid.org/0000-0002-1768-8388>, farauco@uncp.edu.pe

Mauricio-Ramos, Y.  <https://orcid.org/0009-0008-1518-6238>, ymauricio@uncp.edu.pe

Gomez, E.A.  <https://orcid.org/0000-0002-5119-5202>, d.eancco@ms.upla.edu.pe

Payano, I.U.  <https://orcid.org/0000-0002-6441-5016>, iunchupaico@uncp.edu.pe

REFERENCIAS

- Amalfitano G, Petrih RS, Loos J. Ampliación de los estudios parasitológicos en camélidos del sitio arqueológico Cerro Casa de Piedra 7, Santa Cruz, Argentina. *An. Inst. Patagon.* 2017; 45(1): 101-108.
- Ayala C. *Sarcocistiosis* (Arrocillo, Falsa triquina, Falso cisticercos, Sarcosporidiosis) Revisión literaria. *Rev. Investig. e Innov. Agropecu. y Recur. Nat.* 2018; 5(1): 193-206.
- Baitzel SI, La Borda MP, Konecky BL, Sae-Lim J, Rivera-Infante AF. Pastoral Paleoclimate Palimpsests of the South-Central Andes: High-Altitude Herder Dwellings in the 2nd Millennium ad. *J. Field Archaeol.* 2022; 47(5): 341-359.
- Bartl K, Mogrovejo P, Dueñas A, Quispe I. Cradle-to-grave environmental analysis of an alpaca fiber sweater produced in Peru. *Sci. Total Environ.* 2023; 905(1): 167023.
- Castro J, Leguía G. Prevalencia de *Sarcocystis* sp. en vacunos, ovinos y caprinos beneficiados en los camales de Lima. *Rev. Peru. Biol.* 1992; 4(1): 21-24.
- 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.* 2019; 6(2): 39-46.
- Dubey JP. *Sarcocystis* neuronae, *Neospora* spp. and *Toxoplasma gondii* infections in horses and equine protozoal myeloencephalitis (EPM): five decades of personal experience, perspectives and update. *Parasitology.* 2022; 149(6): 717-728.
- Fayer R, Esposito DH, Dubey JP. Human infections with *Sarcocystis* species. *Clinical microbiology reviews.* 2015; 28(2): 295-311.
- Fernandez FF, Gutiérrez AR, Pacheco SV, Chirinos TJ, Lombardo DM, Olivera LV, Bernabe-Ortiz JC, López-Casaperalta P. Determination of *Sarcocystis lamacanis* microcysts in the cardiac muscle of alpacas (*Vicugna pacos*) and their correlation with troponin cTnI. A study performed in the high Andean region of southern Peru. *Vet. Anim. Sci.* 2022; 18: 100270.
- Gareh A, Soliman M, Saleh AA, El-Gohary FA, El-Sherbiny HM, Mohamed RH, Elmahallawy EK. Epidemiological and histopathological investigation of *Sarcocystis* spp. in slaughtered dromedary camels (*Camelus dromedarius*) in Egypt. *Vet. Sci.* 2020; 7(4): 162.
- González M, Georgina M. Determining the Nutritional Value of Sausages made with Llama and Alpaca Meat with the Addition of Goose Flour and Mashua. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of STEAM.* 2022; 52-67.
- Apaza Jimenez YK, Chipana Mendoza GJ. Tipos de metodologías para el diagnóstico de *Trichinella spiralis* en la carne de cerdo (*Sus scrofa domesticus*). *Revista Estudiantil AGRO-VET.* 2021; 5(2): 49-57.

13. Lane EP, De Wet M, Thompson P, Siebert U, Wohlsein P, Plön S. A systematic health assessment of Indian ocean bottlenose (*Tursiops aduncus*) and Indo-Pacific humpback (*Sousa plumbea*) dolphins incidentally caught in shark nets off the KwaZulu-Natal coast, South Africa. *PLoS One*. 2014, 9(9): e107038.
14. Leguía G, Santiago B. Prevalencia de *Sarcocystis* en alpacas (*Lama pacos*) y en perros pastores de una ganadería de la Sierra Central del Perú. *Biotempo*. 2018; 15: 59-62.
15. Lindsay DS, Dubey JP. Neosporosis, toxoplasmosis, and sarcocystosis in ruminants: an update. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2020; 36(1): 205-222.
16. Lucas JR, Barrios Arpi M, Rodríguez J, Balcázarnekamatsu S, Zarría J, Namiyama G, ... Gonzales-Viera O. Ultrastructural description of *Sarcocystis* sp. in cardiac muscle of naturally infected alpacas (*Vicugna pacos*). *Iran J. Parasitol.* 2019; 14(1): 174.
17. MIDAGRI. Reglamento Sanitario del Faenado de Animales. Lima. 2012. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/marco-legal/normaslegales66/decretos-supremos68/2012/8235-decreto-supremo-n015-2012-ag>. Último acceso 25/01/2024.
18. R Team Core. A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. 2019, Vienna Austria.
19. Raymond C, Horton RM, Zscheischler J, Martius O, AghaKouchak A, Balch J, Bowen SG, Camargo SJ, Hess J, Kornhuber K, Oppenheimer M, Ruane AC, Wahl T, White, K. Understanding and managing connected extreme events. *Nat. Clim. Chang.* 2020; 10(7): 611-621.
20. Regensburger C, Gos ML, Ctibor J, Moré G. Morphological and molecular characteristics of *Sarcocystis aucheniae* isolated from meat of guanaco (*Lama guanicoe*). *J. Food Qual. Hazards Control.* 2015; 2(1): 118-121.
21. Rodríguez A, Quispe-Solano M, Rodríguez JL, Lucas JR. La aparición de *Sarcocystis spp.* en el miocardio de alpacas (*Vicugna pacos*) con factores de riesgo asociados en los Andes peruanos. *Sanidad y producción animal tropical.* 2023; 55(2): 66.
22. Rosenthal BM. Zoonotic *sarcocystis*. *Res. Vet. Sci.* 2021; 136(1): 151-157.
23. Saeed MA, Rashid MH, Vaughan J, Jabbar A. *Sarcocystosis* in South American camelids: The state of play revisited. *Parasit. Vectors.* 2018; 11(1): 1-11.
24. Shukur MS, Hussein SN, Muhamed TA. Prevalence of bovine *sarcocystosis* in slaughtered cattle in Duhok abattoir, Iraq. *Int. J. Res. Med. Sci.* 2020; 8(12): 1.
25. Sivkova TN, Chetanov NA. Dynamics of intestinal parasite infections in domestic dogs in the city of Perm. *Russian Journal of Parasitology.* 2021; 15(1): 55-61.
26. Sjostrom PD, Quintana SMC. Cambio climático: Efecto sobre la reemergencia de enfermedades infecciosas y parasitarias. *REDVET.* 2017; 18(9): 1-13.
27. Tarifa CFL, Ticona JMP, MascoJU, Pintones JG, Pardo KAC, Mamani VJM, Fernández MAP. Enfermedades en bovinos a causa del cambio climático. *Revista Estudiantil Agro-Vet.* 2022; 6(2): 85-98.
28. Torres J, Gómez A. Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes, Soluciones. 1era Ed. Lima 2008. p. 15.
29. 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.* 2022; 11(7): 1016.
30. Yang ZQ, Wei CG, Zen JS, Song JL, Zuo YX, He YS, Zhang HF, Attwood SW, Chen XW, Yang GC, Zhou X, Quan X, Li CY, Han D, Liu AW, Lin P. A taxonomic re-appraisal of *Sarcocystis nesbitti* (Protozoa: Sarcocystidae) from the monkey *Macaca fascicularis* in Yunnan, PR China. *Parasitol. Int.* 2005; 54(1): 75-81.