

Cestodos del zorro rojo (*Vulpes vulpes*) en el Noroeste de la Península Ibérica

I. Arcenillas¹, F. M. Macías¹, R. Ruiz de Ybáñez¹, A. M. López Beceiro², L. E. Fidalgo², P. Tizzani³, F. J. Martínez Rondán¹, C. Martínez-Carrasco¹

¹ Dpto. de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Campus de Excelencia Internacional "Campus Mare Nostrum" Universidad de Murcia, 30100 Espinardo, Murcia, España. Email: irene.arcenillas@um.es

² Dpto. de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela. Campus Universitario s/n, 27002 Lugo. España.

³ Dpto. de Ciencias Veterinarias. Universidad de Turín. Campus de Grugliasco. Turín. Italia.

Introducción y objetivos:

En los últimos años se ha visto una posible relación entre el libre movimiento de fauna silvestre y nuevos patrones epidemiológicos, tanto de enfermedades comunes como emergentes (Artois, 2001; Guerrikagoitia, 2010), capaces de generar problemas de salud pública a nivel local, regional o mundial (Oromí, 2000). Esto hace imprescindible la identificación de los riesgos y la valoración sanitaria de las especies silvestres para determinar su papel epidemiológico en el mantenimiento y dispersión de agentes zoonóticos y de importancia para la fauna doméstica y silvestre (Guerrikagoitia, 2010).

El zorro (*Vulpes vulpes*) se considera la especie de mamífero terrestre más ampliamente distribuida (Macdonald y Reynolds, 2004). Es una especie oportunista y generalista, que se adapta a todo tipo de hábitats, incluyendo áreas periurbanas y rurales. No tiene dependencia por un recurso trófico específico, pudiendo llegar a alimentarse de carroña. Además, sus depredadores son limitados (López-Martín, 2010). La alimentación del zorro en la Península Ibérica incluye micromamíferos, lagomorfos y basura, lo que representa las tres cuartas partes de la biomasa ingerida, con mayor consumo de conejo en zonas del Mediterráneo y de pequeños roedores en el Norte peninsular (Vericad, 1970; Padial *et al.*, 2002, Santos *et al.*, 2007). Esta dieta se puede complementar con otras presas, tales como reptiles, insectos, lombrices, frutas, cangrejos y peces (López-Martín, 2010), muchas de las cuales podrían actuar como hospedadores intermediarios o paraténicos de una gran variedad de parásitos (Soulsby, 1987).

Los parásitos presentes en un hábitat pueden producir evidentes efectos sobre sus hospedadores, debilitando al individuo o incidiendo sobre la comunidad (Poulin, 1999; Pfennig, 2000). En este sentido, los zorros albergan un gran número de especies de endo- y ectoparásitos; en concreto puede ser hospedador definitivo de varias especies de cestodos: *Echinococcus granulosus*, *E. multilocularis*, *Taenia ovis*, *T. multiceps*, *T. hydatigena* y *T. pisiformis*, entre otros (Martínez *et al.*, 1978; Álvarez *et al.*, 1995, Gortázar *et al.*, 1998). Las dos primeras especies citadas son especialmente importantes, pues pueden afectar al ser humano, aunque *E. multilocularis* no se ha descrito en la Península Ibérica.

El objetivo de este estudio fue describir la comunidad de cestodos que presenta el zorro rojo en Galicia, y evaluar la influencia que tienen sobre la presencia de estos helmintos una serie de factores, entre los que se encuentran la edad, el sexo, la provincia y tipo de territorio.

Material y Métodos:

Este estudio incluyó 257 zorros (107 hembras y 148 machos, más dos individuos cuyo sexo no pudo ser determinado), procedentes de Galicia, que fueron cazados durante enero y febrero de 2006, en campeonatos organizados por la Federación Galega de Caza. Los zorros fueron abatidos en diversos municipios de las provincias de A Coruña (Zas),

Lugo (Fonsagrada, Friol, Monforte, Navia de Suarna, Incio, Portomarín, Rábade, Sarria, Sober) y Pontevedra (Mondariz, Pazos de Borbén, Portas). Los animales fueron examinados e identificados, anotándose la zona de captura, el sexo y la categoría de edad de acuerdo con Harris (1978) (jóvenes <1 año, adulto 1-5 años y geronte > 5 años).

Se realizó la necropsia de los zorros, conservando separadamente el aparato digestivo y las vísceras torácicas en bolsas de plástico. Las muestras fueron congeladas a -20°C.

Los tramos del tracto gastrointestinal (estómago, intestino delgado e intestino grueso) fueron procesados por separado. En concreto, se abrió cada tramo longitudinalmente, tras lo cual se realizó el raspado de su mucosa. Posteriormente se realizó un lavado y filtrado del contenido recogido, empleando para ello un tamiz de 0,3 mm de diámetro. Los cestodos fueron aislados, lavados con agua destilada y conservados en etanol al 70% con glicerina hasta su identificación. Para la identificación morfométrica de los cestodos se utilizó la tinción de Carmín de Semichon, adaptada de Schmidt (1986). Una vez teñidos y montados los cestodos en preparaciones permanentes de DPX, se dejaron secar y se identificaron según las características del escólex y de los proglótidos maduros y grávidos. Las claves de identificación empleadas fueron las de Joyeux (1936), López-Neyra (1947), Schmidt (1986), Soulsby (1987) y Cordero del Campillo y Rojo (1999).

La prevalencia (P), la intensidad media (IM) y la abundancia media (AM) fueron calculadas según Margolis *et al.* (1982) y Bush *et al.*, (1997). Todos los valores fueron expresados como media aritmética \pm desviación estándar (SD) (rango). Se consideraron las variables edad (joven, adulto y geronte), sexo (macho y hembra), tipo de territorio (zona agroganadera, zona forestal y zona urbana) y provincia (A Coruña, Lugo y Pontevedra). El análisis descriptivo e inferencial se llevó a cabo con el software R.3.1.0 (R Core Team, 2014). La normalidad se evaluó con la prueba de Shapiro Wilk, en tanto que la homocedasticidad se calculó mediante la prueba de Bartlett. Se estudió si existía correlación entre las características de la comunidad de cestodos (prevalencia, riqueza - número de especies de cestodos encontradas- y abundancia) y la presencia de proglótidos grávidos, con las características ambientales y del hospedador (sexo, edad, provincia y área de captura). Las pruebas estadísticas para evaluar la presencia de diferencias significativas fueron: test de Fisher, t-test, test de Wilcoxon y prueba de ANOVA. El valor de significación estadística considerado fue $p \leq 0,05$.

Resultados:

La prevalencia de cestodos en nuestro estudio fue del 50,6% (130/257), con una AM de $22,8 \pm 8,5$ (0-216) cestodos por zorro analizado (cpza) y una IM de $19,1 \pm 0,2$ (0,1-1,9) cestodos por zorro parasitado (cpzp). Fueron identificados *Mesocestoides lineatus*, *Dipylidium caninum* y cestodos del género *Taenia*.

La prevalencia de *Mesocestoides lineatus* fue del 4,6% (12/257), con una AM de $0,8 \pm 7$ (0-78) cpza, y una IM de $17,4 \pm 28,3$ (0,1-28,3) cpzp. *Dipylidium caninum* tuvo una prevalencia de 1,1% (3/257), una AM de $0,02 \pm 0,2$ (0-2) cpza, y una IM de $1,7 \pm 0,2$ (0,2-0,6) cpzp. Finalmente, *Taenia* spp. presentó una prevalencia del 42% (108/257), una AM de $21,6 \pm 7,6$ (0-216) cpza, y una IM de $18,1 \pm 21,6$ (0,1-2) cpzp. En nuestro estudio, el 86,1% (112/130) de los zorros estaban parasitados por una única especie de cestodo, mientras que el 4,6% (6/130) presentaba dos especies. En 12 de los zorros necropsiados (9,2%) los cestodos encontrados no pudieron ser identificados.

Las prevalencias de *Taenia* spp. y *Mesocestoides* spp., la presencia de cestodos en el zorro, la abundancia media y la riqueza parasitaria hallada, presentaron diferencias estadísticamente significativas al ser comparadas en base a la provincia donde los zorros fueron cazados (p-value<0,001; p-value<0,01; Fisher's Exact Test, p-value<0,001; Kruskal-Wallis, chi-cuadrado=34,0527, p-value<0,001; Fisher's Exact Test, p-value<0,001; respectivamente). Sin embargo, no hubo diferencias al comparar los resultados en función de las variables sexo, edad o tipo de territorio. En todos los casos, Lugo fue la provincia cuyos resultados destacaron sobre los de las restantes provincias incluidas en el estudio.

Por último, la presencia de proglótidos grávidos estuvo significativamente influida por la variable sexo, a favor de los machos (Fisher Exact Test, OR=2.3, p-value<0.05).

Discusión:

En nuestro estudio fueron identificados *Mesocestoides lineatus*, *Dipylidium caninum* y *Taenia* spp. Muchos de los ejemplares de este último género presentaron el escólex con alteraciones de su estructura, lo que dificultaba su identificación hasta el nivel de especie, circunstancia por la que se optó por agruparlos a todos ellos dentro del género *Taenia*. Todas las especies que hemos hallado ya han sido descritas en zorro rojo de la Península Ibérica (Álvarez, 1995; Martínez-Carrasco *et al.*, 2007). Los parásitos fueron observados en, aproximadamente, la mitad de los zorros analizados. Las prevalencias descritas son similares a las aportadas por Álvarez (1995) (*Mesocestoides* spp. 2,5%, *Dipylidium* spp. 0,5% y *Taenia* spp. 23%).

Taenia spp. presenta un ciclo biológico indirecto en el que, en función de la especie de cestodo, intervienen hospedadores intermediarios como lagomorfos, roedores y ungulados (Cordero del Campillo y Rojo, 1999). En el presente estudio se ha encontrado una elevada prevalencia de parásitos de este género, probablemente asociado a la dieta del zorro en el noroeste de España, que se basa principalmente en el consumo de micromamíferos y carroña de rumiantes (Cagnacci *et al.*, 2003; Selas y Vik, 2006).

En cuanto a la familia Mesocestoididae, han sido descritas dos especies (*M. lineatus* y *M. litteratus*) en la Península Ibérica. En nuestro estudio solo ha sido identificada *M. lineatus*, que es uno de los cestodos más prevalentes en Murcia (56,4%) (Martínez-Carrasco *et al.*, 2007), en contraste con los resultados obtenidos por Criado-Fornelio *et al.* (2000) en Guadalajara, donde la prevalencia fue baja (2,9%) debido, posiblemente, al escaso número de zorros examinados (10). De acuerdo con Martínez-Carrasco *et al.* (2007), la presencia del género *Mesocestoides* está asociada a zonas semiáridas, lo cual sugiere que probablemente la dieta de los zorros incluya presas como reptiles, aves o roedores.

Dipylidium caninum es un cestodo muy común en perros y gatos (Cordero del Campillo y Rojo, 1999), debido a que su ciclo biológico incluye hospedadores intermediarios ubicuos (pulgas y piojos). Sin embargo, es un cestodo pocas veces descrito en el caso del zorro, tanto en nuestro país como en el resto de Europa. En España, *D. caninum* sólo ha sido hallado en zorros de Murcia (Martínez-Carrasco *et al.*, 2007), el Valle del Ebro (Gortázar *et al.*, 1998) y Galicia (Álvarez *et al.*, 1995), siempre mostrando unas prevalencias por debajo del 2%.

Uno de los resultados más relevantes de nuestro estudio ha sido la relación estadísticamente significativa entre la presencia de proglótidos grávidos y el sexo del zorro, siendo los machos quienes presentaron mayor presencia de estos. Dichos resultados podrían ser atribuibles a una mayor exposición de los machos al ciclo biológico de los cestodos, ya sea a través de la dieta, por su comportamiento social diferente al de las hembras, o por la ocupación de hábitats distintos a los de éstas. De hecho, los machos suelen tener áreas de campeo mayores que los de las hembras, algo que aumenta el riesgo de exposición a los parásitos (Zuk y McKean, 1996; Moore y Wilson, 2002; Klein, 2004). Además, también puede haber causas fisiológicas, pues la testosterona puede influir en el sistema inmunitario incrementando la susceptibilidad de los machos a ser parasitados (Folstad y Karter 1992; Roberts *et al.*, 2004).

Por último, la relación entre la provincia donde los zorros fueron cazados y la presencia de cestodos fue estadísticamente significativa. Lo mismo ocurrió en el caso de la abundancia, riqueza de cestodos, la presencia de *Taenia* spp y *Mesocestoides* spp., que en todos los casos fue superior en los zorros de Lugo. Sin embargo, estos resultados deben ser interpretados con prudencia porque existen muchos factores ambientales, tanto bióticos como abióticos, que condicionan la presencia de un determinado parásito en una zona concreta, de manera que, sin conocerlos, es difícil sacar conclusiones con base sólida acerca de la epidemiología de estos patógenos.

En definitiva, las conclusiones que se pueden extraer de nuestro estudio son, en primer lugar, que la presencia de cestodos con proglótidos grávidos en el zorro rojo es significativamente mayor en los machos que en las hembras, lo que demuestra que el sexo del hospedador condiciona su papel epidemiológico en el anidamiento y dispersión de estos parásitos. Por otro lado, la elevada prevalencia de cestodos del género *Taenia* spp. indica que los zorros presentan una dieta en la que las presas o carroñas que consumen son, principalmente, los hospedadores intermediarios de este género de cestodo (ungulados domésticos y silvestres, lagomorfos). Por el contrario, es menor el consumo de otros hospedadores intermediarios o paraténicos, tales como aves, anfibios, reptiles o invertebrados, que pueden intervenir en el ciclo biológico de *Mesocestoides* spp.

Referencias bibliográficas:

- Álvarez, M. F., Iglesias, R., García, J. Paniagua, E.; Sanmartín, M. L. (1995). Intestinal helminths of the red fox (*Vulpes vulpes* L.) in Galicia (Northwest Spain). *Wiadomosci parazytologiczne*; 41(4): 429-442.
- Artois, M., Delahay, R., Guberti, V., Cheeseman, C. (2001). Control of infectious diseases of wildlife in Europe. *The Veterinary Journal*; 162(2): 141-152. doi:10.1053/tvjl.2001.0601
- Bush, A. O., Lafferty, D., Lotz, J. M., Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on own terms: Magnolis *et al.* revisited. *The Journal of Parasitology*; 83(4): 575-583.
- Cagnacci, F., Lovari, S., Meriggi, A. (2003). Carrion dependence and food habits of the red fox in an Alpine area. *Italian Journal of Zoology*; 70(1): 31-38. doi:10.1080/11250000309356493.
- Cordero del Campillo, M. y Rojo Vázquez, F.A. (1999). Parasitología Veterinaria. McGraw-Hill Interamericana de España, Madrid, 968 pp.
- Criado-Fornelio, A., Gutiérrez-García, L., Rodríguez-Caabeiro, F., Reus-García, E., Roldan Soriano, M. A., Díaz-Sánchez, M. A. (2000). A parasitological survey of wild red foxes (*Vulpes vulpes*) from the province of Guadalajara, Spain. *Veterinary Parasitology*; 92(4): 245-251. doi:10.1016/S0304-4017(00)00329-0.
- Folstad, I. y Karter, A.J. (1992). Parasites, Bright Males, and the Immunocompetence Handicap. *The American Naturalist*; 139(3): 603-622. doi:10.1086/285346.
- Gortázar, C., Villafuente, R., Lucientes, J., Fernández De Luco, D. (1998). Habitat related differences in helminth parasites of red foxes in the Ebro valley. *Veterinary Parasitology*; 80(1): 75-81. doi:10.1016/S0304-4017(98)00192-7.
- Guerrikagoitia, X. (2010). Los carnívoros silvestres como reservorios de enfermedades de interés en sanidad animal y salud pública. Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Harris, S. (1978). Age determination in the red fox (*Vulpes vulpes*): an evaluation of technique efficiency as applied to a sample of suburban foxes. *Journal of Zoology*; 184(1): 91-117. doi:10.1111/j.1469-7998.1978.tb03268.x.
- Joyeux, C. y Baer, J. G. (1936). Cestodes. *Faune de France*; 30: 1-613.
- Klein, S. L. (2004). Hormonal and immunological mechanisms mediating sex differences in parasite infection. *Parasite Immunology*; 26(6-7): 247-264. doi:10.1111/j.0141-9838.2004.00710.x.
- López-Martín, J. M. (2010). Zorro – *Vulpes vulpes*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Cassinello, J. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- López-Neyra, C. R. (1947). *Helminths de los vertebrados ibéricos*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Nacional de Parasitología, Granada.
- Macdonald, D. W. y Reynolds, J. C. (2004). Red fox *Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758. Pp. 129-136. En: Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M., Macdonald, D. W. (Eds.). *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Canid Specialist Group, Gland and Cambridge.

- Magnolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M., Schad, A. G. (1982). The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists), *The Journal of Parasitology*, 68(1): 131-133. doi:10.2307/3281335.
- Martínez, F., Hernández, S., Calero, R., Moreno, T. (1978). Contribución al conocimiento de los parásitos del zorro (*Vulpes vulpes*), *Revista Ibérica de Parasitología*, 38: 1207-211.
- Martínez-Carrasco, C., Ruiz de Ybañez, M. R., Sagarminaga, J. L., Alonso, F. (2007). Parasites of the red fox (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) in Murcia, southeast Spain. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 158(7): 331-335.
- Moore, S.L y Wilson, K. (2002). Parasites as a viability cost of sexual selection in natural populations of mammals. *Science*; 297 (5589), 2015-2018. doi:10.1126/science.1074196.
- Oromí Durich, J. (2000). Enfermedades emergentes y reemergentes: algunas causas y ejemplos. *Medicina integral*, 26(3).
- Padial, J.M., Avila, E., Sánchez, J. M. (2002). Feeding habits and overlap among red fox (*Vulpes vulpes*) and stone marten (*Martes foina*) in two Mediterranean mountain habitats. *Mammalian Biology*; 67(3), 137-146. doi:10.1078/1616-5047-00021
- Pfennig, D. W. (2000). Effect of Predator-Prey Phylogenetic Similarity on the Fitness Consequences of Predation: A Trade-off between Nutrition and Disease?, *The American Naturalist*, 155(3): 335-345. doi:10.1086/303329.
- Poulin, R. (1999) The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels?, *International Journal for Parasitology*; 29(6): 903-914. doi:10.1016/S0020-7519(99)00045-4.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Roberts, M. L., Buchanan, K. L., Evans, M. R. (2004). Testing the immunocompetence handicap hypothesis: a review of the evidence. *Animal Behaviour*, 68(2): 227-239. doi:10.1016/j.anbehav.2004.05.001
- Santos, M. J., Pinto, B. M., Santos-Reis, M. (2007). Trophic niche partitioning between two native and two exotic carnivores in SW Portugal. *Web Ecology*, 7(1): 53-62. doi:10.5194/we-7-53-2007.
- Selas, V. y Vik, J. O. (2006). Possible impact of snow depth and ungulate carcasses on red fox (*Vulpes vulpes*) populations in Norway, 1897-1976, *Journal of Zoology*; 269(1): 299-308. doi:10.1111/j.1469-7998.2006.00048.x.
- Schmidt, G.D. (1986). *Handbook of tapeworm identification*. Edc. CRC Press. Inc. Boca Ratón, Florida. 675 pp.
- Soulsby, E. J. L. (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. 7th edition. Nueva Editorial Interamericana, Mexico D.F, Mexico. 823 pp.
- Vericad, J. R. (1970). Estudio faunístico y biológico de los mamíferos montaraces del Pirineo. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 4: 1-231.
- Zuk, M. y McKean, K. A. (1996). Sex differences in parasite infections: patterns and processes. *International Journal of Parasitology*; 26(10), 1009-1024. doi:10.1016/S0020-7519(96)80001-4.