

Seroprevalencia de *Leptospira interrogans*, hematología y perfil bioquímico en cánidos silvestres del Parque Nacional El Cimatario, Querétaro. México.

Norma Hernández-Camacho¹, Carlos A. López-González¹
y María de Jesús Guerrero-Carrillo².

Abstract

Leptospira interrogans is common in wild canids but unknown its effect is in Mexican wild canid populations. This study was realized in a sample of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775) and coyotes (*Canis latrans* Say, 1823) in El Cimatario National Park, in Querétaro, a fragment of tropical deciduous forest in the highlands of Central Mexico. A total of 17 wild canids were captured; hemograms, biochemical profiles, and a microagglutination test for *L. interrogans* serovars were obtained for ten organisms. The animals were positive for eight of the eleven analyzed serovars with very significant titer values. Nevertheless, they lacked physical evidence of this pathogen, and data suggest that these wild canid species are reservoirs of these bacteria. This research potentially reflected the historical influence of domestic animal presence and transmission of *Leptospira* for centuries in this ecosystem.

Keywords: biochemical profiles, *Canis latrans*, hemograms, *Leptospira interrogans*, Mexico, *Urocyon cinereoargenteus*.

Resumen

Leptospira interrogans es común en cánidos silvestres, sin embargo se desconoce qué tanto puede estar afectando a las poblaciones de cánidos silvestres de México. Este estudio fue realizado con zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775) y coyotes (*Canis latrans* Say, 1823) en un área natural protegida representante de los trópicos altos del centro de México. Se capturaron un total de 17 cánidos, de diez animales se obtuvieron biometrías hemáticas, perfiles bioquímicos y se hizo la prueba de microaglutinación para *Leptospira interrogans*. Los animales fueron positivos a ocho de las 11 serovariedades analizadas, algunas con títulos muy altos. No obstante, no presentaron sintomatología asociada a este patógeno. Lo que sugiere que estas especies de cánidos podrían ser reservorios del mismo. Este estudio podría estar reflejando la influencia histórica de la presencia de los animales domésticos y la transmisión de *Leptospira* desde hace siglos en este ecosistema.

¹ Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

² Medicina Veterinaria y Zootecnia². Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

Dirección: Norma Hernández Camacho. Escuela de Biología. Av. De las Ciencias s/n, Juriquilla. Delegación Santa Rosa Jáuregui. Querétaro, Qro., México. C. P. 76230. Teléfono (442) 192 1200 ext. 5341. E-mail: minus100@hotmail.com

Palabras clave: Biometría, *Canis latrans*, *Leptospira interrogans*, México, perfil bioquímico, *Urocyon cinereoargenteus*.

Introducción

La presencia de *Leptospira interrogans* en fauna silvestre ha sido registrada a través de los años y se considera que prácticamente cualquier especie de mamífero tanto terrestre como acuático puede ser un reservorio de este microorganismo. No obstante, la documentación de la sintomatología de leptospirosis es rara en fauna silvestre (Leighton *et al.* 2001; Bharti *et al.* 2003).

Leptospira interrogans y sus distintas serovariedades han sido registradas en varios cánidos silvestres a lo largo del continente americano, tanto en vida libre como en cautiverio. Siendo más frecuente en algunas especies de zorras (*Vulpes sp.* y *Urocyon cinereoargenteus*) que en coyotes (*Canis latrans*) o lobos (*Canis lupus*), en algunos casos, con valores de prevalencia y de infección con importancia diagnóstica (Cirone *et al.* 1978; Drewek *et al.* 1981; Khan *et al.* 1991; Davidson *et al.* 1992; Luna-Alvarez *et al.* 1996; Grinder y Krausman. 2001; Leighton y Kuiken. 2001; Lilenbaum *et al.* 2002; Kelly y Sleeman. 2003; Riley *et al.* 2004).

En México, la zorra gris y el coyote son considerados como los cánidos silvestres de mayor distribución y abundancia, generalistas ecológicos que muestran tolerancia al hombre lo que, en determinadas ocasiones, favorece la coexistencia de estos cánidos silvestres con especies domésticas incrementando la oportunidad de entrar en contacto y con esto, el posible riesgo de epizootias e incluso de zoonosis (Trapp 1978; Harrison 1997; Buskirk 1999; Sunquist y Sunquist. 2001; Crooks 2002, Gehring *et al.* 2003; Hidalgo-Mihart *et al.* 2004). Existen trabajos sobre leptospirosis en animales en cautiverio en México (Luna-Alvarez *et al.* 1996) sin embargo, las condiciones para el proceso de transmisión y sobrevivencia de este patógeno son diferentes en ambientes controlados, urbanos y/o suburbanos a las que podrían presentarse en ambientes naturales con actividades antropogénicas (Leighton y Kuiken. 2001), teniendo presente la perturbación actual de los ecosistemas del país.

Por lo tanto, considerando que estos dos cánidos silvestres generalistas ecológicos son susceptibles a distintas serovariedades de *L. interrogans*, algunas de ellas asociadas a animales domésticos; decidimos determinar si había exposición a la bacteria por medio de la respuesta inmune a través de la prueba de micro aglutinación y de la respuesta fisiológica, por medio de biometría sanguínea y perfil bioquímico, en una muestra de coyotes y zorras grises en un ecosistema representativo del centro de México. El cual presenta un registro histórico de más de 400 años de actividades antropogénicas como la ganadería extensiva y la agricultura.

Material y métodos

Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en El Parque Nacional El Cimatario, situado al sur de la ciudad de Santiago de Querétaro (20° 28' 30" y 20° 33' 23" de latitud norte y 100° 19' 37" y 100° 23' 12" de longitud oeste). Se seleccionó este sitio por representar un

fragmento del hábitat original de la región del centro de México, que está en el proceso de perder su conectividad con otros parches de vegetación similar, por su ubicación, fácil acceso y cercanía a áreas urbanas y rurales. Esta área protegida de 2,447 ha y una elevación máxima de 2,390 msnm, presenta cuatro tipos de vegetación: matorral crasicaule (de mayor representatividad en la zona), matorral alto subinermé, bosque tropical caducifolio y pastizal (posiblemente inducido por la tala y sobrepastoreo). Además, presenta zonas reforestadas con especies introducidas (Baltasar *et al.* 2004).

Los cánidos fueron capturados usando trampas tipo cebo (Victor, #2 y #3), las que fueron colocadas a la orilla de caminos y veredas del área de estudio durante los meses de enero-febrero de 2004 y enero de 2005. Se utilizaron como atrayentes Canine Call (Carman's superior lures, Minnesota Trapline Products, Pennock, MN 56279) y una mezcla de Catnip/Beaver Castor (Hawbaker's, Fort London, PA 56279). Los cebos se mantuvieron activos desde las 1800 h hasta su posterior revisión en la mañana. Cada animal capturado fue sujetado con un lazo para perros (Tomahawk traps, Tomahawk, WI, USA/54487) e inmovilizado con una mezcla de hidrocloreto de ketamina (Anesket®) e hidrocloreto de xilazina (Rompun®) en una proporción de 4:1. Se determinó el peso, la longitud total, el sexo y la categoría de edad del animal (adulto o juvenil) por medio de la coloración y desgaste dentales y del retraimiento de las encías (Dimmick y Pelton, 1994). Se les midió la temperatura corporal, ya que la presencia de fiebre alta (más de 40°C) y una coloración amarillenta de las encías (ictericia), sería un indicador de que estos animales presentaban sintomatología física de leptospirosis (Bush 1999; Thrall 2004). A cada animal capturado se le asignó una clave formada por la primera letra del nombre común (ZG para zorra gris y C para coyotes) y el número en el orden de su captura. El peso en kg y la longitud total (mm) por especie se reportan como promedio con desviación estándar.

Obtuvimos de 10 de los 17 individuos capturados una muestra sanguínea de 7 ml por punción en la vena cefálica o yugular. De esta muestra, 2 ml fueron colocados en tubos vacutainer con EDTA (BD vacutainer®) para la biometría hemática, los cuales fueron refrigerados durante 24 horas como máximo para su posterior análisis y los restantes 5 ml en tubos vacutainer (Monoject®) sin EDTA para el perfil bioquímico y la prueba de microaglutinación para once serovariedades de *L. interrogans*. Esta muestra de 5 ml se centrifugó durante 20 minutos a 2000 rpm para separar el suero, el cual fue colocado en tubos Eppendorf y congelado a 0°C hasta su análisis en un laboratorio de análisis clínicos especializado.

Se consideró un resultado positivo a la prueba de microaglutinación, si el título era igual a 1:50 y de 1:100 para importancia diagnóstica (Carter y Chengappa. 1994). Los valores de referencia para la biometría hemática y el perfil bioquímico provienen de la base de datos del Internacional Species Information System (ISIS). La prevalencia se determinó como el porcentaje de cánidos infectados por cada serovariedad para el total de la muestra de cánidos.

Resultados

Capturamos un total de 17 cánidos, 13 zorras grises (ocho hembras, cinco machos) y cuatro coyotes (tres hembras y un macho). Sin embargo, se obtuvieron muestras

sanguíneas de diez animales y sólo ocho de éstas fueron adecuadas para biometría y perfil bioquímico. Todos los animales fueron catalogados como adultos. El promedio del peso y ala longitud total fue de 13.5 kg (\pm 1.4 DS) y 1,293.3 mm (\pm 50.3 DS), respectivamente para los coyotes y de 3.9 kg (\pm 0.4 DS) y 1,028 mm (\pm 13 DS), respectivamente para las zorras grises. Ninguno de los cánidos capturados mostró signos clínicos evidentes relacionados con leptospirosis como fiebre y presencia de ictericia.

Los datos obtenidos en la biometría hemática confirmaron que, durante el momento de la captura, estos animales presentaban un buen estado de salud, con excepción de C2, el cual se encontraba anémico, aunque se encontraba dentro de los valores normales de peso y talla establecidos para esta especie según la base de datos de ISIS.

La información obtenida del conteo de células blancas sugiere que algunas zorras presentaban una respuesta sistémica. El conteo de leucocitos, monocitos y neutrófilos en ZG5, ZG6 y ZG7, indicarían un estado infectivo crónico en estos animales con una clara neutrofilia. Esto, a su vez, podría estar relacionado con los valores obtenidos de ciertos analitos en el perfil bioquímico que estarían asociados a la leptospirosis, como es el caso de la aspartato aminotransferasa (AST), la bilirrubina total o la alanina aminotransferasa (ALT) en los mismos animales (Tabla 1). Los valores de urea en sangre en todos los individuos registraron valores muy altos (con excepción de ZG6). Lo cual

Perfil bioquímico	Valores de referencia: Zorra gris	Valores de referencia: Coyotes	C1	C2	C3	ZG1	ZG2	ZG5	ZG6	ZG7
Colesterol (mg/dl)	0-337	0-242	122.67	133.9	476.85	125.77	138.54	105.65	138.15	177.26
Bilirrubina total (mg/dl)	0-0.6	0-0.7	0.56	0.78	1.77	0.48	0.51	0.83	2.21	0.23
Bilirrubina conjugada (mg/dl)	0.1-0.3	0-0.2	0.39	0.58	1.42	0.30	0.33	0.63	1.76	0.20
Bilirrubina no conjugada (mg/dl)	0-0.1	0-0.3	0.17	0.19	0.35	0.18	0.17	0.20	0.45	0.02
ALT (U/L)	28-107	7-209	49	32	73	30	36	33	113	76
AST (U/L)	16-83	23-104	88	124	128	267	88	438	482	425
Fosfatasa alcalina (U/L)	2-21	7-209	10	2	35	16	36	27	7	28
Triglicéridos (mg/dl)	11-62	20-35	38.5	56.87	49.87	119.87	126.87	30.62	49	21.87
CK (U/L)	38-1841	140-1264	1357	1185	1928	1136	1018	5784	3555	4071
Proteína total (g/dl)	5.5-8.1	4.8-8.2	7.65	8.26	7.96	6.16	6.67	6	5.16	7.11
Albumina (g/dl)	2.7-4.4	2.5-3.9	3.42	4.21	5.32	3.36	3.65	4.23	3.99	4.46
Globulina (g/l)	1.4-4.2	2-4.3	4.23	4.05	2.64	2.8	3.02	1.77	1.17	2.65
Calcio (mg/dl)	8.7-10.6	7.5-11.3	7.64	7.56	6.88	8.24	9.6	7.92	7.12	8.84
Fósforo (mg/dl)	2.9-8	2.1-7.3	3.28	4.3	4.24	4.34	4.34	4.15	7.09	4.74
Potasio (mEq/L)	3.8-5.8	3.5-6.6	-	-	-	3.57	3.63	-	-	-
Sodio (mEq/L)	138-158	138-157	-	-	-	139	149	-	-	-
Cloro (mEq/L)	100-124	110-119	-	-	-	105	113	-	-	-
Bicarbonato (mEq/L)	13-26	15-23	26	28	28	19	18	21	20	15
Amilasa (U/L)	826-1879	220-1497	203	254	356	838	838	979	906	1100

Tabla 1. Biometría hemática y perfil bioquímico de los cánidos capturados en el Parque Nacional El Cimatario, Querétaro. (No hay datos para ZG3 y ZG4).

Cont. Tabla 1

Biometría hemática	Valores de referencia: Zorra gris	Valores de referencia: Coyotes	C1	C2	C3	ZG1	ZG2	ZG5	ZG6	ZG7
Eritrocitos (10 ⁶ /µl)	4.8-7.8	4.22-8.2	6.5	5.9	9.4	5.7	-	6.42	6.29	6.37
Hematocrito (%)	26-55	31.5-66	56	17	62	40	-	36	55	39
Hemoglobina (g/dl)	8.9-17.8	11-20.8	18.66	5.66	21	12.8	-	12	18.3	13
CMHG (g/dl)	26.3-36	25.5-47.7	33.32	33.29	33.87	33	-	33.33	33.27	33.33
Leucocitos (10 ³ /µl)	3.9-17.4	5-20.8	15.8	4.4	13.4	11.8	-	24.05	15.1	25.9
Neutrófilos segmentados (10 ³ /µl)	2.03-13.8	2.5-17.5	12.48	2.99	11.93	-	-	21.4	12.23	23.31
Bandas neutrofílicas (10 ³ /µl)	0-4.55	0-0.26	0.16	0.22	0.67	-	-	0.72	1.06	0.78
Linfocitos (10 ³ /µl)	0.16-5.11	0.325-3.92	-	0.13	-	12	-	0.96	0.6	0.52
Monocitos (10 ³ /µl)	0.064-0.92	0.058-1.17	2.05	0.62	0.8	-	-	0.96	1.21	1.29
Eosinófilos (10 ³ /µl)	0.055-2.48	0.18-4.03	1.11	0.44	-	-	-	-	-	-
Basófilos (10 ³ /µl)	0-1.16	0-0.099	-	-	-	-	-	-	-	-
Perfil bioquímico										
Glucosa (mg/dl)	0-287	57-231	108.72	87.84	94.32	133.56	177.48	65.16	21.24	4.14
Urea (mg/dl)	8-49	8-48	83.76	63.96	63.42	65.94	96.9	23.1	53.4	65.7
Creatinina (mg/dl)	0.7-1.4	0.7-2.2	0.75	0.98	1.005	0.89	1.43	0.64	0.63	1.16

podría ser indicativo de una disfunción renal, con base en los valores de referencia ISIS de estas dos especies de cánidos en cautiverio (Tabla 1).

Tres coyotes fueron positivos a siete de las once serovariedades analizadas (63.6% prevalencia), mientras que las zorras grises registraron ocho de las once serovariedades (72.7%). En ambos casos, todas las serovariedades fueron consideradas como típicas de animales domésticos, siendo *Leptospira interrogans canicola*, la serovariedad que presentó los títulos más altos, desde 1:1600 a 1:6400, con una prevalencia de 85.7% en las zorras grises y del 100% en coyotes (Tabla 2).

Tabla 2. Prevalencia (%) de las serovariedades de *Leptospira interrogans* registradas en los cánidos capturados en el Parque Nacional El Cimatarío, Querétaro, México.

Serovariedades de <i>Leptospira interrogans</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (n = 7) (%)	<i>Canis latrans</i> (n = 3) (%)
<i>L. interrogans bratislava</i>	42.8	100
<i>L. interrogans canicola</i>	85.7	100
<i>L. interrogans grippotyphosa</i>	28.5	100
<i>L. interrogans hardjo</i>	28.5	66.6
<i>L. interrogans icterohaemorrhagiae</i>	100	100
<i>L. interrogans panama</i>	0	0
<i>L. interrogans pomona</i>	28.5	0
<i>L. interrogans pyrogenes</i>	28.5	33.3
<i>L. interrogans hebdomadis</i>	0	0
<i>L. interrogans tarassovi</i>	14.1	0
<i>L. interrogans wolffi</i>	14.1	0

Discusión

Asumiendo que el estrés por la captura pudiera influenciar los datos obtenidos en el hemograma y perfil bioquímico, la captura y manejo de los animales se realizó con todas las consideraciones bioéticas reglamentarias sugeridas por The American Society of Mammalogists (Animal Care and Use Committee, 1998) para minimizar la posibilidad de daño físico, no se les alimentó antes de la toma de las muestras y no presentaron síntomas de deshidratación; por lo tanto, los valores obtenidos en la biometría hemática y perfil bioquímico podrían estar reflejando el efecto de la presencia de *L. interrogans* en los animales capturados. Sin embargo, se considera la posibilidad de que el estrés por captura sí haya tenido un efecto en los resultados obtenidos e incluso de que los valores de estos analitos sean normales en estos cánidos en vida libre. Sin embargo, si los datos obtenidos en la prueba de micro aglutinación se extrapolaran a cánidos domésticos, éstos presentarían una sintomatología visible relacionada con leptospirosis como es ictericia, fiebre, letargia, dolor muscular generalizado con recumbencia (Clark *et al.* 1961; Bush 1999; Thrall 2004). No obstante, esta condición no se presentó en los animales capturados, por lo que se les podría considerar como reservorios, portadores asintomáticos del patógeno que estarían formando parte del proceso natural de transmisión en este ecosistema.

La prevalencia relativamente alta de las distintas serovariedades de *L. interrogans*, sobre todo las asociadas con los animales domésticos, podría reflejar el uso antropogénico de este paisaje por siglos. Históricamente, las actividades humanas han tenido efectos indirectos y directos en la fauna silvestre local mucho antes que la ciudad de Santiago de Querétaro fuera fundada en 1531 y es hasta 1982, cuando esta zona es decretada como parque nacional y que se coloca malla ciclónica en todo el perímetro del parque para limitar su acceso. Sin embargo, debido a problemas administrativos y políticos durante la expropiación de los terrenos del parque, se permitió la entrada de los propietarios anteriores y a sus animales domésticos durante los siguientes 25 años, incluso se estableció una granja porcícola dentro de los terrenos del parque (Baltasar *et al.* 2004) y es hasta los últimos cinco años, que esto ha disminuido notablemente por el proceso de regularización de la expropiación y por el desarrollo de un reglamento para entrar a El Cimatarío, establecido por la nueva administración del parque.

Este estudio es, según nuestro conocimiento, el primero realizado con *L. interrogans* en poblaciones de mamíferos terrestres silvestres de México, por lo que puede ser considerado como la base para estudios futuros, debido a que se desconoce la situación actual del estado de salud de las poblaciones silvestres de mamíferos. Lo que limita seriamente la creación de planes de manejo, prevención y control. Queda mucho por investigar sobre la presencia de este patógeno y el efecto que tuviera en las poblaciones de fauna silvestre del país.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro por permitirles la entrada al parque para la realización de este estudio, a la SEMARNAT (oficio NUM/SGPA/DGVS/09476) y a la Universidad Autónoma de Querétaro por su apoyo económico. Un agradecimiento especial a The Chester Zoo

por permitirnos usar su acceso a la base de datos ISIS. Este trabajo forma parte de la tesis de Maestría en Ciencias-Recursos Bióticos de la primera autora, la cual recibió apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (convenio 174499). De manera personal, agradecemos a R. E. Jiménez Maldonado por su apoyo logístico durante el trabajo de campo.

Referencias

- ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE.** 1998. Guidelines for the capture, handling, and care of mammals as approved by the American Society of Mammalogists. *Journal of Mammalogy* 79:1416-1431.
- BALTASAR, R. J. O., M. MARTÍNEZ, Y. DÍAZ DE SALAS, Y L. HERNÁNDEZ SANDOVAL.** 2004. Guía de plantas comunes del parque nacional El Cimatario y sus alrededores. Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Querétaro.
- BHARTI, A. R., J. E. NALLY, J. N. RICARDI, M. A. MATTHIAS, M. M. DIAZ, M. A. LOVETT, P. N. LEVET, R. H. GILMAN, M. R. WILLING, E. GOTUZZO, Y J. M. VINETZ.** 2003. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. *The Lancet Infectious Diseases* 3:757-771.
- BUSH, B. M.** 1999. Interpretación de los análisis de laboratorios clínicos de pequeños animales. Royal Veterinary College. University of London. Hancourt.
- BUSKIRK, S. W.** 1999. Mesocarnívoros de Yellowstone. Pp. 165-187 in *Carnívoros in ecosystems. The Yellowstone experience* (Clark, T. W., A. P. Curlee, S. C. Minta, y P. V. Kareiva Ed.). Yale University Press.
- CARTER, G. R., Y M. M. CHENGAPPA.** 1994. Bacteriología y micología veterinaria. Segunda edición. Editorial El Manual Moderno S. A de C. V. Santafé de Bogotá, Colombia.
- CIRONE, S. M., H. P. RIEMANN, R. RUPPANNER, D. E. BEHYMER, Y C. E. FRANTI.** 1978. Evaluation of the hemagglutination test for epidemiologic studies of leptospiral antibodies in wild mammals. *Journal of Wildlife Diseases* 14:193-202.
- CLARK, L. G., J. I. KRESSE, R. R. MARSHAK, Y C. J. HOLLISTER.** 1961. Natural occurrence of *Leptospira icterohaemorrhagiae* in the eastern grey fox and the eastern raccoon. *Nature* 192:1312-1313.
- CROOKS, K. R.** 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology* 2:488-502.
- DAVIDSON, W. R., V. F. NETTLES; L. E. HAYES; E. W. HOWERTH, Y C. E. COUVILLION.** 1992. Diseases diagnosed in gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) from the southeastern United States. *Journal of Wildlife Diseases* 28:28-33.
- DIMMICK, R. W., Y M. R. PELTON.** 1994. Criteria of sex and age. Pp 169-214 in *Research and management techniques for wildlife and habits* (Bookhout, T. A. Eds.). Quinta edición. The Wildlife Society, Bethesda, Marylanda.
- DREWEK, JR. J., T. H. NOON, R. J. TRAUTMAN, Y E. J. RICKNELL.** 1981. Serologic evidence of Leptospirosis in a southern Arizona coyote population. *Journal of Wildlife Diseases* 17:33-3.
- GEHRING, T. M., Y K. SWIHART.** 2003. Body size, niche breadth, and ecologically scaled responses to habitat fragmentation: mammalian predator in an agricultural landscape. *Biological Conservation* 109:283-295.
- GRINDER, M., Y P. L. KRAUSMAN.** 2001. Morbidity-mortality factors and survival of an urban

- coyote population in Arizona. *Journal of Wildlife Diseases* 37:312-317.
- HARRISON, R. L.** 1997. A comparison of gray fox ecology between residential and undeveloped rural landscapes. *Journal of Wildlife Management* 61:112-122.
- HIDALGO-MIHART, M. G.; L. CANTU-SALAZAR, C. A. LOPEZ-GONZALEZ; E. C. FERNANDEZ, Y A. GONZALEZ-ROMERO.** 2004. Effect of a landfill on the home range and group size of coyotes (*Canis latrans*) in a tropical deciduous forest. *Journal Zoological of London* 263:55-63.
- KELLY, T. R., Y J. M. SLEEMAN.** 2003. Morbidity and mortality of red foxes (*Vulpes vulpes*) and gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) admitted to the wildlife center of Virginia, 1993 - 2001. *Journal of Wildlife Diseases* 39:467-469.
- KHAN, M. A., S. M. GOYAL, S. L. DIESCH, L. D. MECH, Y S. H. FRITTS.** 1991. Seroepidemiology of leptospirosis in Minnesota wolves. *Journal of Wildlife Diseases* 27:248-253.
- LEIGHTON, F. A., Y T. KUIKEN.** 2001. Leptospirosis. Pp. 498-502 in *Infectious diseases in wild mammals*. (Williams, E. S., y I. K. Barker Eds.). Tercera edición. Iowa State University Press.
- LILENBAUM, W., R. V. MONTEIRO, P. RISTOW, S. FRAGUAS, V. S. CARDOSO, Y L. P. L. FEDULLO.** 2002. Leptospirosis antibodies in mammals from Rio de Janeiro Zoo, Brasil. *Research in Veterinary Science* 73:319-321.
- LUNA ALVAREZ, M. A., L. P. MOLES CERVANTES, J. I. TORRES BARRANCA, Y F. GUAD SILL.** 1996. Investigación serológica de leptospirosis en fauna silvestre mantenida en cautiverio en el zoológico de Chapultepec de la Ciudad de México. *Veterinaria México* 27:229-234.
- RILEY, S. P. D., J. FOLEY, Y B. CHOMEL.** 2004. Exposure to feline and canine pathogens in bobcats and gray foxes in urban and rural zones of a national park in California. *Journal of Wildlife Diseases* 40:11-22.
- SUNQUIST, M. E., Y F. SUNQUIST.** 2001. Changing landscapes: consequences for carnivores. Pp. 399-418 in *Conservation Biology 5* (Gittlerman, J. L., S. M. Funk, D. MacDonald, y R. K. Wayne. Eds.). *Carnivore Conservation*. Cambridge University Press. The Zoological Society of London.
- THRALL, M. A.** 2004. *Veterinary hematology and clinical chemistry*. Lippincott Williams & Wilkins editos. Philadelphia, Pennsylvania.
- TRAPP, G. R.** 1978. Comparative behavioral ecology of the ringtail and gray fox in southwestern Utah. *Carnivore* 1:3-32.

Sometido: 19 febrero 2010

Revisado: 26 julio 2010

Aceptado: 6 agosto 2010

Editor asociado Juan Pablo Gallo Reynoso.