



PERFIL SANGUÍNEO Y ANÁLISIS DE LA SEROPREVALENCIA DE *LEPTOSPIRA INTERROGANS* EN ZORRA GRIS (*UROCYON CINEREOARGENTEUS*) Y COYOTE (*CANIS LATRANS*) EN DOS ZONAS SUBURBANAS DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO

BLOOD PROFILE AND SEROPREVALENCIA ANALYSIS OF *LEPTOSPIRA INTERROGANS* IN GRAY FOX (*UROCYON CINEREOARGENTEUS*) AND COYOTE (*CANIS LATRANS*) IN TWO SUBURBAN AREAS IN QUERETARO, MEXICO

SALVADOR ZAMORA-LEDESMA,¹ NORMA HERNÁNDEZ-CAMACHO,^{1,*} ANDREA MARGARITA OLVERA-RAMÍREZ,² MARÍA DE JESÚS GUERRERO CARRILLO² Y JEANETTE MARISOL RUIZ-BOTELLO¹

¹Licenciatura en Biología y ²Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla. Delegación Santa Rosa Jáuregui. Querétaro, 76230, México <szamora1405@gmail.com>; <andrea.olvera@uaq.mx>; <marigro@uaq.mx>; <slc18a2@gmail.com>

*Autor de correspondencia: <norma.hernandez@uaq.mx>

Recibido: 01/10/2015; aceptado: 20/06/2016

Editor responsable: Vinicio Sosa

Zamora-Ledesma, S., Hernández-Camacho N., Olvera-Ramírez, A. M., Guerrero-Carrillo, M. J., & Ruiz-Botello, J. M. (2016). Perfil sanguíneo y análisis de la seroprevalencia de *Leptospira interrogans* en zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y coyote (*Canis latrans*) en dos zonas suburbanas de la ciudad de Querétaro. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 32(3), 279-285.

Zamora-Ledesma, S., Hernández-Camacho N., Olvera-Ramírez, A. M., Guerrero-Carrillo, M. J., & Ruiz-Botello, J. M. (2016). Blood profile and seroprevalence analysis of *Leptospira interrogans* in gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*) and coyote (*Canis latrans*) in two suburban areas in Queretaro, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 32(3), 279-285.

RESUMEN. En 2010 se publicó un estudio sobre la presencia de diversas serovariedades de *Leptospira interrogans* en individuos de coyote y zorra gris en una área natural protegida situada al sur de la ciudad de Querétaro en México, en donde se daba a conocer la alta prevalencia de distintas serovariedades de *L. interrogans* en cánidos silvestres en Querétaro, México. El presente estudio se llevó a cabo para actualizar los valores de infección de *L. interrogans* presente en las poblaciones de cánidos silvestres en Querétaro, incluyendo la localidad de muestreo original de 2010, el Parque Nacional El Cimatario. Se capturaron nueve cánidos silvestres en dos localidades que cuentan con un plan de manejo orientado hacia su conservación, el Parque Nacional El Cimatario y la Reserva Comunitaria Zibatá. Ninguna de las muestras de los cánidos presentó valores positivos a las diferentes serovariedades de *L. interrogans*. A su vez, los valores de hemograma y perfil bioquímico de todos los cánidos se mantuvieron dentro de los intervalos de referencia; sin embargo se encontraron diferencias en los valores VGM, CMGH, neutrófilos segmentados y no segmentados, monocitos, aspartato aminotransferasa y urea de algunos cánidos. Se descartó la posibilidad de que dichos hallazgos estuvieran relacionados con enfermedad causada por el agente de interés debido a las peculiaridades del proceso de captura y contención de fauna silvestre.

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

ABSTRACT. In 2010, a study about *Leptospira interrogans* seroprevalence in gray fox and coyote in a natural protected area in Querétaro, México, was published; that paper showed a high prevalence of several *Leptospira interrogans* serovars in wild canids in Querétaro. This study was an update of *L. interrogans* value titers in two populations of wild canids in Querétaro, including the previous sample locality of 2010, National Park El Cimatario. We trapped and handled nine wild canids in two conserved areas, the National Park El Cimatario and the Community Reserve Zibatá. None of the captured canids presented *L. interrogans* titers. The wild canids' blood count and biochemical profiles remained within the ISIS reference values; however, VGM, CMGH, segmented and no segmented neutrophils, monocites, aspartate aminotransferase and urea of several of the captured individuals were off the charts. We ruled out the possibility that these values were related with a pathological scenario; instead, we deemed they were a consequence of stress handling.

Key words: biochemical profile, blood count, *Canis latrans*, *Leptospira interrogans*, *Urocyon cinereoargenteus*.

INTRODUCCIÓN

Los cambios en las poblaciones de hospederos, perturbación del hábitat y modificaciones en la relación parásito-hospedero pueden ocasionar variaciones en la dinámica poblacional de los parásitos, por lo cual monitorear la salud de poblaciones de hospederos es de relevancia para mayor información tanto en salud pública como en salud animal (Daszak *et al.*, 2000; Romero-Nuñez & Pérez-Garcés, 2014). El análisis celular y bioquímico de la sangre es una herramienta comúnmente utilizada para evaluar aspectos de la salud de fauna silvestre, permitiendo así estimar la condición fisiológica, además de ser un indicador indirecto del estado nutricional, calidad del hábitat y estado general de estrés de un individuo (Kerr, 2002). Para interpretar tales datos adecuadamente, se deben comparar con los intervalos de referencia de la especie en cuestión, y de preferencia en una población similar, ya que muchos parámetros bioquímicos son influenciados por aspectos intrínsecos de la especie, así como por factores extrínsecos ambientales (Seal *et al.*, 1975, Gates & Goering, 1976, Smith & Rongstad, 1980, McCue & O'Farrel, 1987, Del Giudice *et al.*, 1991, Inoue *et al.*, 2012).

Existen microorganismos patógenos de importancia zoonótica que han sido reportados en fauna silvestre, entre ellos *Leptospira interrogans* (Bharti *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2008). Aunque algunos mamíferos pueden sufrir de enfermedad, muchos otros pueden solamente ser reservorios de dicho patógeno; no obstante, los reportes de enfermedad en la fauna silvestre son poco frecuentes, manteniéndose únicamente como reservorios (Leighton & Kuiken, 2001, Bharti *et al.*, 2003). La bacteria *L. interrogans* y sus diferentes serovariedades se han registrado en cánidos silvestres a lo largo del continente americano, tanto en vida libre como en cautiverio; sin embargo, en México existen pocos estudios que describen la prevalencia en cánidos silvestres, ya sean perros ferales (Ortega-Pacheco *et al.*, 2007; Jimenez-Coello *et al.*, 2008) o en zorra gris en ambientes naturales (Hernández-Camacho *et al.*, 2010).

La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*, Schreber, 1775) y el coyote (*Canis latrans*, Say, 1823) son actualmente los cánidos de mayor distribución y abundancia en México (Hernández-Camacho *et al.*, 2012). Su tolerancia al humano incrementa las posibilidades de contacto entre ellos, y a las especies domésticas asociadas a los humanos, por lo que es posible que exista un incremento en la transmisión de patógenos (Leighton & Kuiken, 2001;

Hernández-Camacho *et al.*, 2010). Hace unos años, se registró la presencia de *Leptospira interrogans* en cánidos silvestres que habitan dentro del Parque Nacional El Cimatario (PANEK), localizado en la ciudad de Querétaro (Hernández-Camacho *et al.*, 2010). Desde entonces no se ha realizado una nueva revisión serológica para determinar la existencia de cambios en la interacción con este patógeno. Además, la relación entre cánidos y mamíferos domésticos se ha alterado durante esta década, un ejemplo de ello es que hasta 2005 se encontraba una granja de cerdos de engorda dentro del parque, la cual fue removida en ese año. (Baltasar *et al.*, 2004; Hernández-Camacho *et al.*, 2010). Si las interacciones con mamíferos domésticos han cambiado, se esperaría encontrar diferencias en las serovariedades de *L. interrogans* circulantes en la población, con respecto a lo reportado en 2010 por Hernández-Camacho y colaboradores.

El presente estudio se llevó a cabo para determinar si *L. interrogans* continúa presente en las poblaciones de cánidos silvestres de Querétaro y si se mantienen como reservorios de esta bacteria o presentan una infección o una enfermedad, reflejada mediante los valores del hemograma y el perfil bioquímico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio del perfil sanguíneo y el análisis de la seroprevalencia de *L. interrogans* en cánidos silvestres de Querétaro que se presenta en este trabajo se llevó a cabo en dos localidades durante los meses de enero y febrero del 2014, en la misma temporada realizada por Hernández-Camacho *et al.*, (2010). La primera localidad de estudio fue la misma que fue muestreada por Hernández-Camacho *et al.*, (2010) conocida como el Parque Nacional El Cimatario (PANEK) y la segunda fue la Reserva Comunitaria Zibatá, situada 25 km al norte del PANEK para mayor independencia entre las poblaciones. Dichos sitios fueron seleccionados por ser representativos de la vegetación original de la región del centro de México, debido a que se encuentran bajo presión antropogénica por el constante desarrollo residencial del cinturón suburbano de la ciudad de Santiago de Querétaro. El PANEK se encuentra situado al sur de la ciudad de Santiago de Querétaro (20°32'00.4" de latitud Norte y 100°20'26.9" de longitud Oeste). En cambio la Reserva Comunitaria Zibatá se encuentra ubicada en el municipio de El Marqués, del estado de Querétaro (20°40'29.9" de latitud Norte y 100°19'24.4" de longitud Oeste).



Los puntos de muestreo en PANEC fueron los mismos que se utilizaron por Hernández-Camacho *et al.*, (2010). En el caso de la reserva de Zibatá, los puntos de muestreo se seleccionaron de acuerdo a observaciones de rastros de los cánidos a muestrear sobre veredas y caminos de terracería con presencia de fauna. El procedimiento de captura y contención química siguió las normas establecidas por la American Society of Mammalogists para el manejo y contención de mamíferos silvestres (Kreeger & Armemo, 2007; Hernández-Camacho & López González, 2009; Gannon & Sikes, 2011); este estudio fue avalado por el permiso de colecta SGPA/DGVS/10935/13 expedido por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT.

Para llevar a cabo las capturas se utilizaron trampas tipo cepo de aro acojinado Duke traps #3 (Duke Company, West Point, MS, USA). Los cepos se mantuvieron activos desde las primeras horas de la tarde (1800 h) hasta su posterior revisión durante el amanecer (0600 h). Las noches-trampa se calcularon al multiplicar el número de trampas colocadas y los días efectivos que estuvieron abiertas. El éxito de trampeo se calculó como porcentaje, dividiendo el número de cánidos atrapados entre el total de noches-trampa y multiplicando este valor por 100.

Una vez en la trampa, los animales fueron inmovilizados físicamente utilizando un lazo para perros (Animal Restraining Pole, Ketch-All, EUA); la contención química se realizó utilizando clorhidrato de zolazepam con clorhidrato de tiletamina (Zoletil 100[®], Virbac, Francia) a una dosis de 10 mg/kg de peso vivo (Kreeger & Armemo, 2007). Durante la recumbencia, se determinó el peso, la longitud total, el sexo y la edad de cada individuo (adulto o juvenil) de acuerdo a la coloración y desgaste dental y al retraimiento de las encías (Dimmick & Pelton, 1996). Una vez que hizo efecto el anestésico, el animal fue liberado de la trampa y sus signos vitales monitoreados constantemente.

Se obtuvo una muestra sanguínea de acuerdo a lo descrito por Aguilar *et al.*, (2005) de 9 ml por punción de la vena yugular (zorra gris) o de la vena cefálica (coyote). De esta muestra, una alícuota de 1 ml se colocó en tubos con EDTA (BD Vacutainer[®]) y se mantuvo en refrigeración hasta su uso para la biometría hemática; los 8 ml restantes se dividieron en dos alícuotas y se colocaron en tubos para recolección de sangre (Monoject[®]) sin conservador. Estos tubos fueron centrifugados durante 20 minutos a 2000 rpm para la separación de suero, manteniéndose a -20 °C hasta su análisis para la determinación del perfil bioquímico de 16 parámetros y la detección de anticuerpos contra *L. interrogans* mediante la prueba de microaglutinación; ambos realizados en un laboratorio clínico especializado y certificado para llevar a cabo dicha prueba (NOM-029-SSA2-1999). Cuando no se obtuvo muestra sanguínea suficiente, solamente se llevó a cabo el análisis de la bacteria patógena. Los valores de hemograma y perfil bioquímico obtenidos se compararon con los valores de referencia pertenecientes a las especies de estudio en cautiverio, según lo enlistado en Hernández-Camacho *et al.*, (2010).

RESULTADOS

En la zona de reserva comunitaria de Zibatá fueron capturados cinco cánidos, tres coyotes (un macho y dos hembras) y dos individuos de zorra gris (un macho y una hembra) en 140 noches trampa (3.57% de éxito de captura). En el PANEC fueron capturados dos individuos de zorra gris (un macho y una hembra) en un total de 90 noches trampa (3.33% de éxito de captura). En ambas localidades todos los animales fueron catalogados como adultos, presentando valores de peso y talla dentro del intervalo esperado para ambas especies (Cuadro 1).

Todas las muestras de los cánidos capturados fueron analizadas para *L. interrogans*, de los cuales ninguna ob-

Cuadro 1. Resultados de las mediciones de los cánidos capturados en Zibatá (Z) y PANEC (P) (Enero y Febrero, 2014). Etiquetas de los individuos: C1, C2, C3, Z1, Z2, Z1P, Z2P, Z3P; DS = desviación estándar.

Datos merísticos	Valores de referencia: Zorra Gris	Valores de referencia: Coyote	C1 (Z)	C2 (Z)	C3 (Z)	Z1 (Z)	Z2 (Z)	Z1P (P)	Z2P (P)	Z3P (P)	Media Coyote	Media Zorra Gris
Cuerpo (mm)	800-1125	1075-1150	980	900	870	630	700	600	590	640	916 (±56.86 DS)	632 (±43.24 DS)
Cola (mm)	275-443	270-375	420	340	245	400	470	450	410	430	335 (±87.60 DS)	432 (±28.63 DS)
Pata (mm)	100-150	177-200	210	190	180	128	145	135	132	130	193.33 (±15.27 DS)	134 (±6.67 DS)
Oreja (mm)	74-81	107-110	120	130	125	79	70	80	70	80	125 (±5 DS)	75.8 (±5.31 DS)
Peso (kg)	3-4	10-16	15	15	12	3.7	4.6	4.2	4	4	14 (±1.73 DS)	4.1 (±0.33 DS)

tuvo valores positivos para dicha bacteria. Con respecto al hemograma y perfil bioquímico, se analizaron muestras de siete y seis cánidos respectivamente, debido a que no se obtuvieron muestras suficientes para dichos análisis. La mayoría de los valores del hemograma y el perfil bioquímico de los cánidos muestreados se encontraron dentro de los valores normales de referencia. Sin embargo, se encontraron diferencias en los valores VGM, CMGH, neutrófilos segmentados y no segmentados, monocitos, aspartato-aminotransferasa y urea de algunos cánidos (Cuadro 2). De manera general todos los cánidos presentaron neutrófilos segmentados por arriba del valor de referencia. En cambio se observó un incremento en VGM solamente en los coyotes y un macho de zorra gris de la reserva de Zibatá. Además se encontró un incremento en aspartato-aminotransferasa en cinco cánidos y solo un incremento en alanina-aminotransferasa en dos individuos de zorra gris de la reserva de Zibatá. De manera individual se observó un aumento en el número total de monocitos y en el nivel de urea en un coyote de la reserva de Zibatá.

DISCUSIÓN

En el muestreo obtenido por Hernández-Camacho *et al.*, (2010) se observó que la mayoría de los cánidos capturados presentaron anticuerpos contra *L. interrogans*, registrándose en algunos de los individuos ocho de las 11 serovariedades analizadas por el laboratorio. Esto difiere totalmente a los resultados obtenidos en este estudio, en el cual no se encontraron anticuerpos contra dicha bacteria en los cánidos capturados, pese a la utilización de los mismos puntos de captura que el trabajo previo. Además, el número de cánidos capturados en esta ocasión fue menor a los capturados por Hernández-Camacho *et al.*, (2010) en donde fueron analizados 17 cánidos, mientras que en este estudio, para PANEC únicamente se analizaron dos cánidos. Dicho evento puede estar relacionado con la presencia de jaurías de perros ferales en esta área protegida que se ha dado en los últimos años y que pueden ocupar el hábitat, desplazando así a los cánidos silvestres (Cruz-Reyes, 2009).

Asimismo, el bajo éxito de captura en las dos zonas (PANEC y Reserva Comunitaria Zibatá) posiblemente se deba al factor antropogénico, ya que en ambos sitios, el flujo de personas es muy abundante. Esto difiere respecto al periodo de trampeo del estudio publicado en el 2010, en donde la entrada al público en general estaba restringida en el PANEC, el cual actualmente puede recibir hasta

11 mil personas al año (Siurob, 2014). En el caso de la Reserva Comunitaria Zibatá, al ser una zona residencial-ecológica en construcción, el paso de maquinaria pesada, el flujo constante de trabajadores y la destrucción de las zonas naturales pudieran influenciar el desplazamiento de la fauna silvestre a zonas menos perturbadas (Swihart *et al.*, 2003).

Por otra parte, se ha reportado que la presencia o ausencia de *L. interrogans* en los animales es cíclica (Greene, 2012) y su incidencia es mayor en verano y en temporada de lluvias (Ward, 2002). Sin embargo, en Querétaro la presencia de la bacteria se registró en invierno (Hernández-Camacho *et al.*, 2010), pero en el presente estudio no existió presencia de anticuerpos contra la bacteria en la misma estación. Por otra parte, pudiera pensarse que dicho cambio esté relacionado con la precipitación pluvial durante dicha estación; no obstante la mayor precipitación de los últimos cinco años fue reportada en la temporada del 2014 (SMN, 2016). Por lo que es posible que la presencia o ausencia de la bacteria esté relacionado con otros factores, como el hecho de que hasta 2005 se encontraba una granja porcícola dentro del PANEC. Se ha demostrado que los porcinos pueden ser huéspedes incidentales para algunas serovariedades de *L. interrogans*, jugando un papel importante en la transmisión de la bacteria al contaminar con la orina las fuentes de agua (Bharti *et al.*, 2003). Morales-Cabezas *et al.*, (2007) estudiaron la asociación serológica de anticuerpos a *L. interrogans* en trabajadores, porcinos y roedores en una granja porcina con problemas reproductivos, demostrando que los problemas reproductivos de la piara fue ocasionado por un brote de leptospirosis y cuya fuente de infección pudo provenir de los roedores al contaminar los alimentos, mientras que los cerdos constituían la fuente de infección principal para humanos. Por otro lado, los roedores son reservorios y la principal fuente de infección de la bacteria en el ciclo selvático (Greene, 2012), jugando un papel importante en la transmisión de *L. interrogans* en cánidos en vida silvestre, ya que pueden formar parte de la dieta de estas dos especies de cánidos silvestres (Fritzell & Haroldson, 1982; Cruz-Espinosa, 2010).

Es posible que el consumo de roedores fuera mayor en los animales muestreados en el estudio de 2010 y que éstos estuvieran contaminados con *L. interrogans* por el contacto que se tenía con la granja porcina. Aunado a esto, en los últimos años ha existido mayor presencia de perros ferales, tanto en el PANEC como en la Reserva Comunitaria Zibatá. Los perros ferales pueden ser reservorios de mantenimiento de *L. interrogans* (Ortega-Pa-



Cuadro 2. Hemograma y perfil bioquímico de los cánidos silvestres de Zibatá y Cimatario, Estado de Querétaro.

Valores	Zibatá				PANEC					Valores referencia*
	Coyotes			Valores referencia*	Zorros					
	C1	C2	C3		Z2Z	Z3Z	Z1	Z2	Z3	
Sexo	Macho	Hembra	Macho		Adulto	Adulto	Adulto	Adulto	Adulto	
Edad	Adulto	Adulto	Adulto		Adulto	Adulto	Adulto	Adulto	Adulto	
Eritrocitos (10 ¹² /L)	5	6.14	5.28	4.22-8.2	6.4	7.39	—	8.57	8.04	4.8-7.8
Hematocrito (%)	45	55	53	31.5-66	48	45	—	47	50	26-55
Hemoglobina (g/L)	15	18.3	17.93	11-20.8	16.27	15.076	—	15.386	16.66	8.9-17.8
Volumen Globular Medio (fL)	90	89.5	100.37	73.5	75	60.89	—	53.67	62.18	70.8
Concentración Media de Hemoglobina Globular CMGH (g/dL)	33.3	33.32	33.83	25.5-47.7	33.89	33.5	—	32.73	33.32	26.3-36
Leucocitos (10 ⁹ /L)	19.5	9.6	19.05	5-20.8	26.45	29.9	—	24.75	34.7	3.9-17.4
Neutrófilos segmentados (10 ³ /ml)	14.82 (76%)	6.3 (66%)	17.52 (92%)	0-0.26	21.68 (82%)	26.97 (93%)	—	21.53 (87%)	31.23 (90%)	2.03-13.8
Neutrófilos no segmentados (10 ³ /ml)	2.1 (1%)	—	—	0-0.26	—	—	—	0.49 (2%)	0.34 (1%)	0-4.55
Linfocitos (10 ³ /ml)	1.17 (6%)	1.15 (12%)	0.57 (3%)	0.325-3.92	2.11 (8%)	0.89 (3%)	—	0.99 (4%)	1.041 (3%)	0.16-5.11
Monocitos (10 ³ /ml)	1.36 (7%)	0.86 (9%)	0.95 (5%)	0.058-1.17	2.11 (8%)	0.89 (3%)	—	1.73 (7%)	2.082 (6%)	0.064-0.92
Eosinófilos (10 ³ /ml)	2.34 (12%)	1.24 (13%)	—	0.18-4.03	0.52 (2%)	—	—	—	—	0.055-2.48
Alanina aminotransferasa (U/L)	34	39.4	82.6	15-133	111.5	134.7	—	—	177	28-107
Aspartato aminotransferasa (U/L)	55.3	150.9	388	23-104	445.9	248.5	—	—	420.6	16-83
Fosfatasa alcalina (U/L)	11.7	15	98.9	7.0-209	25.7	26	—	—	18.9	2.0-21
Proteínas totales (g/dl)	6.1	6.5	6.5	4.8-8.2	5.3	6.9	—	—	5.3	5.5-8.1
Albumina (g/dl)	2.4	3.4	3.3	2.5-3.9	3.1	3.6	—	—	2.3	2.7-4.4
Globulinas (g/l)	3.7	3.1	3.2	2.5-3.9	2.2	3.3	—	—	3	1.4-4.2
Relación A/G	0.6	1.1	1.03	1-1	1.4	1.1	—	—	0.7	1-1
Glucosa (mg/dl)	167.5	216.4	77.4	57-231	68.7	83.2	—	—	78.7	0-287
Urea (mg/dl)	70.3	65	43.7	8.0-48.0	59.1	76.2	—	—	39.2	8.0-49.0
Creatinina (mg/dl)	1.1	0.7	0.6	0.7-2.2	0.5	0.5	—	—	0.6	0.7-1.4
Amilasa (U/L)	432.5	281.7	363.9	220-1497	395.4	398.3	—	—	402.4	826-1879
Sodio (mEq/L)	140	138	151	138-157	136	138	—	—	151	138-158
Potasio (mEq/L)	3	5.2	4.8	3.5-6.6	3.2	3.4	—	—	5.2	3.8-5.8
Fósforo (mEq/L)	4.5	2.8	6.2	2.1-7.3	4.8	5.6	—	—	4.8	2.9-8
Gama glutamiltransferasa (U/L)	0.1	0.1	0.1	1.0-14	3.4	0.1	—	—	4.5	1.0-19
Cloruros (mEq/L)	110.5	101.7	110	110-119	105.2	109.5	—	—	109.5	100-124

* Intervalos de referencia para valores fisiológicos en fauna silvestre en cautiverio (Hernández-Camacho *et al.*, 2010).

checo *et al.*, 2007) y pueden mantener una prevalencia hasta de un 35% en el Sur de México (Jiménez-Coello *et al.*, 2008). Desafortunadamente, tanto en el estudio de Hernández-Camacho *et al.*, (2010) como en el nuestro, no se muestrearon roedores, ni perros ferales.

No se descarta la infección por cualquier otro agente patógeno debido a la neutrofilia presentada en los animales. Los neutrófilos segmentados altos podrían indicar la exposición con algún patógeno, mientras que los neutrófilos no segmentados altos podrían indicar una inflamación o estrés en el individuo (Kerr, 2002). En este caso, ambos tipos de neutrófilos presentaron valores altos con respecto a los intervalos de referencia. Aunado a esto se observó un aumento de aspartato aminotransferasa en todos los cánidos lo cual puede estar relacionado con el estrés de la captura (Casas-Díaz, 2007). Para los cánidos capturados en Zibatá, los valores obtenidos en el hemograma y en el perfil bioquímico fueron los normales de acuerdo a los valores de referencia, a excepción de la aspartato aminotransferasa, que mostró niveles altos. Estos valores podrían estar expresando que los animales cursaron momentos de estrés debido a la captura (Casas-Díaz, 2007) como en el PANEC. Por otra parte, los valores altos de alanina aminotransferasa en dos cánidos puede estar asociado a problemas hepáticos.

CONCLUSIONES

A pesar de no haber encontrado anticuerpos para *L. interrogans* en ambas especies de cánidos silvestres, es posible que este patógeno se encuentre latente en otros reservorios, como son roedores y perros ferales, los cuales no han sido monitoreados hasta la fecha, por lo que un estudio a largo plazo de la presencia de *L. interrogans* y su dinámica en la comunidad de fauna silvestre del PANEC es indispensable.

AGRADECIMIENTOS. Los autores desean agradecer a la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, a la Dirección del Parque Nacional El Cimatario y a la Dirección de Operación de Supraterra (Zibatá) por las facilidades otorgadas para la realización de este estudio. Asimismo, a dos revisores anónimos de una versión anterior del manuscrito.

LITERATURA CITADA

Bharti, A. R., Nally, J. E., Ricaldi, J. N., Matthias, M. A., Diaz, M. M., Lovett, M. A., & Vinetz, J. M. (2003). Leptospirosis: a

zoonotic disease of global importance. *The Lancet Infectious Diseases*, 3, 757-771.

- Casas-Díaz, E. (2007). Evaluación del estrés de captura mediante métodos físicos y químicos en la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y su modulación con tranquilizantes. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Cruz-Reyes, A. (2009). Fauna feral, fauna nociva y zoonosis, pp. 453-461. In: Lot. A, Cano-Santana Z. (Eds). *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. UNAM. México, D. F.
- Dimmick, R. W., & Pelton, M. R. (1996). Criteria of sex and age, pp. 169-214. In: Bookhout, T.A. (Ed.). *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*. Wildlife Society. Bethesda, Md. USA.
- Gannon, W. L., & Sikes, R. S. (2011). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 92, 235-253.
- Gates, N. L., & Goering, E. K. (1976). Hematologic values of conditioned, captive wild coyotes. *Journal of Wildlife Diseases*, 12, 402-404.
- Greene, C. E. (2012). *Infectious Diseases of the Dog and Cat, 4th Edition*. Elsevier Saunders, St. Louis, Missouri.
- Hernández-Camacho, N., López-González, C. A., & Guerrero-Carrillo, M. J. (2010). Seroprevalencia de *Leptospira interrogans*, hematología y perfil bioquímico en cánidos silvestres del Parque Nacional El Cimatario, Querétaro, México. *Therya*. 1, 121-128.
- Hernández-Camacho, N., Jones, R. W., Pineda-López, R. F., & López-González, C. A. (2012). Mexican wild and domestic canids: a potential risk of zoonosis? A review, pp. 229-237. In: Fausto Boeri and Jordan A. Chung (Eds.) *Nematodes: morphology, functions and management strategies*. Nova Science Publishers, Inc. Hauppauge, New York.
- Inoue, H., Clifford, D. L., Vickers, T. W., Coonan, T. J., Garcelon, D. K., & Borjesson, D. L. (2012). Biochemical and hematologic reference intervals for the endangered Island fox (*Urocyon littoralis*). *Journal of Wildlife Diseases*, 48, 583-592.
- Jiménez-Coello M., Vado-Solis I., Cárdenas-Marrufo M. F., Rodríguez-Buenfil J. C., & Ortega-Pacheco A. (2008). Serological Survey of canine leptospirosis in the tropics of Yucatan Mexico using two different tests. *Acta Tropica*, 106, 22-26.
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451, 990-993.
- Kerr, M. G. (2002). *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Biochemistry and Haematology. Second Edition*. Blackwell Science Inc., Oxford, 288 pp
- Kreeger, T. J., & Arnemo, J. M. (2007). *Handbook of Wildlife Chemical Immobilization, Fourth Edition*. Wheatland, WY, 418 pp.
- Leighton, F. A., & Kuiken, T. (2001). Leptospirosis, pp. 498-502. In: Williams, E. S. & I. K. Barker (Eds.). *Infectious Diseases in Wild Mammals. Third Edition*. Iowa State University Press.
- McCue, P. M., & O'Farrell, T. P. (1987). Hematologic values of the endangered San Joaquin kit fox, *Vulpes macrotis mutica*. *Journal of Wildlife Diseases*, 23, 144-151.
- Ortega-Pacheco, A., Rodríguez-Buenfil, J. C., Bolio-Gonzalez, M. E., Sauri-Arceo, C. H., Jimenez-Coello, M., & Linde-Forsberg, C. (2007). A survey of dog populations in urban and rural areas of Yucatan, Mexico. *Anthrozoös*, 20, 261-274.



- Romero-Núñez, C., & Pérez-Garcés, R.** (Coords.) (2014). *Zoonosis, cambio climático y sociedad*. Ediciones Eón /Universidad Autónoma del Estado de México. México, D.F. y Toluca, Méx., 592 pp.
- Seal, U. S., Mech, L. D., & Van Ballenberghe, V.** (1975). Blood analyses of wolf pups and their ecological and metabolic interpretation. *Journal of Mammalogy*, 56, 64-75.
- SMN.** (2016). Sistema Meteorológico Nacional, Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvias. Available at: <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias> (Accessed on March 2016).
- Smith, G. J., & Rongstad, O. J.** (1980). Serologic and hematologic values of wild coyotes in Wisconsin. *Journal of Wildlife Diseases*, 16, 491-497.
- Swihart, R. K., Gehring, T. M., Kolozsvary, M. B., & Nupp, T. E.** (2003). Responses of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries. *Diversity and Distributions*, 9, 1-18.