



Brotos de *Sarcocystis* spp. en aves exóticas mantenidas en cautiverio en el Zoológico de Cali: Serie de casos

Ana María Henao Duque^{1*} ; Diana Buitrago G² ; Juliana Peña-Stadlin² ; Francisco Carvallo C³ 

¹Zoopath Laboratorio de Patología Veterinaria, Cali, Colombia.

²Fundación Zoológica de Cali, Unidad de Bienestar Animal, Cali, Colombia.

³Virginia Maryland College of Veterinary Medicine, Blacksburg, Virginia, EE.UU.

*Correspondencia: laboratoriozoopath@gmail.com

Recibido: Marzo 2021; Aceptado: Diciembre 2021; Publicado: Mayo 2022.

RESUMEN

En un periodo de 19 meses se presentaron brotes en los cuales fallecieron 16 aves exóticas que pertenecían a la colección del Zoológico de Cali. La mayoría de los animales afectados fueron psitácidos australianos, de los cuales un gran porcentaje presentó muerte súbita. Las mortalidades se presentaron en recintos con diferentes características, localizados en zonas de exhibición y áreas internas del zoológico. Se realizó necropsia, histopatología e inmunohistoquímica en algunos animales que no presentaron estado avanzado de descomposición, donde se confirmó la presencia de una neumonía parasitaria con merozoitos de *Sarcocystis* spp. intraendoteliales. Algunos de los individuos que sobrevivieron recibieron una terapia combinada con antiparasitario, antibiótico y antifúngico. Se mencionan factores de riesgo y aspectos importantes en el manejo para prevenir la Sarcocistosis en estos animales mantenidos bajo cuidado humano, debido a que esta enfermedad presenta alta mortalidad en aves del viejo mundo, y a menudo cursa sin signos clínicos previos.

Palabras clave: Apicomplexa, Animal de Zoológico, Enfermedad aviar, Esplenomegalia, Hepatomegalia, Sarcosporidiasis (*Fuente: MeSH*).

ABSTRACT

In a 19-month long period there were outbreaks in which 16 exotic birds that belonged to the collection of the Cali Zoo died. Most of the affected animals were Australian parrots, of which a large percentage had sudden death. Mortalities occurred in enclosures with different characteristics, located in exhibition and internal areas of the Zoo. Necropsy, histopathology, and immunohistochemistry were performed in some animals that did not present an advanced state of decomposition, where the presence of a parasitic pneumonia with intraendothelial merozoites of *Sarcocystis* spp. was confirmed. Some of the individuals who survived, received combined antiparasitic, antibiotic, and antifungal therapy. Risk factors and important aspects of the management to prevent Sarcocystosis in animals kept under human care are mentioned, because this disease has high mortality in Old World birds, most of the time, without previous clinical signs.

Keywords: Apicomplexa, Avian disease, Hepatomegaly, Sarcocystosis, Splenomegaly, Zoo animal (*Source: MeSH*).

Como citar (Vancouver).

Henao DAM, Buitrago DG, Peña JS, Carvallo F. Brotos de *Sarcocystis* spp., en aves exóticas mantenidas en cautiverio en el Zoológico de Cali: Serie de casos. Rev MVZ Córdoba. 2022; 27(2):e2146. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2146>



©El (los) autor (es) 2022. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

INTRODUCCIÓN

Sarcocystis es un género de parásitos protozoarios de la familia Apicomplexa con un ciclo obligado de dos hospederos (1,2). Pese a que las especies de este género de parásitos son especie específicas, *Sarcocystis falcatula* es la especie más común en América, afectando a múltiples especies de aves (1,2). La zarigüeya (*Didelphis virginianus*/*D. marsupialis*) es el hospedero definitivo (3,4), mientras que las aves paseriformes de los géneros *Molothrus* y *Quiscalus* son los hospederos intermediarios, en los cuales la esquizogonia es seguida de la formación de quistes subclínicos en el músculo, usualmente macroscópicamente visibles (1). Sin embargo, otras especies de aves son hospederos intermediarios accidentales (1,5,6,7,8).

Los psitácidos del nuevo mundo usualmente son resistentes y cursan con una infección asintomática; no obstante, las aves de viejo mundo (Australia, Asia y África), especialmente los psitácidos, son altamente susceptibles a la enfermedad, que usualmente genera la muerte sin signos clínicos previos (1,2,9). En estas aves la mortalidad se produce por una neumonía parasitaria con diseminación sistémica (2,9), ocasionalmente se presentan signos clínicos de debilidad, disnea, anorexia o un cuadro neurológico previo a la muerte (2,10,11). Los hallazgos en la necropsia pueden ser mínimos o severos, y se encuentra principalmente congestión pulmonar severa con edema y hemorragia, hepatoesplenomegalia, decoloración del miocardio, congestión cerebral y meníngea (2,9). Microscópicamente se aprecian múltiples agregados de estructuras elípticas, compatibles con merozoitos, localizadas en el endotelio vascular pulmonar, que a veces se disponen de forma sinuosa o alargada, semejando microfilarias (2,9). Estos merozoitos también se pueden encontrar en improntas de pulmón (2). Las demás lesiones están reflejadas en cambios vasculares e inflamatorios, tales como congestión pulmonar difusa con hemorragia, depósitos de fibrina y edema, infiltrados linfoplasmocitarios perivasculares y peri bronquiales, necrosis hepática multifocal y aleatoria de extensión variable, acompañada de infiltrados linfoplasmocitarios en las zonas porta y en los sinusoides, congestión esplénica severa o histiocitosis en animales que sobreviven a la fase aguda, extensión variable de necrosis miocárdica con hemorragia e infiltrado mononuclear compuesto por linfocitos, células plasmáticas y macrófagos (2,9). Las lesiones

usualmente están ausentes en el sistema nervioso, pero se puede encontrar encefalitis o encefalomalacia (2,9). Los quistes en músculo se producen rápidamente y maduran hasta los 2 o 3 meses post infección (2); no obstante, deben diferenciarse de otros apicomplexos, como *Toxoplasma gondii*, mediante técnicas moleculares específicas (2).

El zoológico de Cali se encuentra al suroccidente de Colombia, en el departamento del Valle del Cauca. Está ubicado al oeste de la ciudad, en la cuenca media del río Cali, alberga aproximadamente 2500 animales agrupados en 230 especies, entre anfibios (7%), mamíferos (21%), reptiles (12%), aves (30%), peces (21%) y mariposas (9%).

En este reporte se describen aspectos clínicos, anatomopatológicos y epidemiológicos de la mortalidad asociada a *Sarcocystis* spp. que se presentó en 16 individuos de los 19 afectados en la colección de aves exóticas del Zoológico en el período de 2017 a 2019, 18 de ellas pertenecían a la familia Psittacidae y una a la Alcedinidae.

Examen de los pacientes

Caso 1. Anamnesis: En enero del 2017, una cacatúa cresta azufrada adulta (*Cacatua galerita*), que se encontraba en un recinto externo sin exhibición al público, presentó bajo consumo de alimento y debilidad.

Hallazgos al examen clínico: Se encontró descamación de la cera, baja condición corporal, diarrea y taquipnea.

Ayudas diagnósticas: Se realizó un examen coprológico donde solo se encontró microbiota aumentada (bacilos) y cristales de uratos.

Tratamiento: El paciente recibió una terapia inespecífica con enrofloxacina, nebulizaciones y fluidoterapia oral (PO); sin embargo, falleció al día siguiente y fue sometido a necropsia. Los hallazgos macro y microscópicos se detallan en la tabla 1 y figura 1.

Caso 2. Anamnesis: Entre diciembre de 2017 y enero de 2018 se presentó la muerte de nueve periquitos australianos adultos (*Melopsittacus undulatus*), que se encontraban en una exhibición interna y mixta con otros psitácidos australianos. Siete de los animales fueron

encontrados muertos en el recinto sin ningún reporte previo de enfermedad. Los cadáveres presentaban cambios autolíticos moderados a severos y pérdida de plumas a nivel de la cabeza, razón por la que al inicio de la mortalidad se sospechó de agresión intra/interespecie. Solo dos individuos fueron encontrados débiles y se trasladaron a la clínica para su evaluación.

Hallazgos al examen clínico: Los dos animales evaluados presentaban signos clínicos inespecíficos de debilidad y se dejaron en observación.

Ayudas diagnósticas: Se realizó un coprológico en uno de los animales, el cual fue negativo para parásitos gastrointestinales.

Tratamiento. Se dejaron en observación con oxigenoterapia e fluidoterapia PO; sin embargo, fallecieron al día siguiente. Se realizó la necropsia e histopatología en solo seis de los nueve animales fallecidos en este brote, debido a la descomposición de algunos cadáveres (Tabla 1).

Caso 3. Anamnesis: En febrero de 2019 un *Lorikeet* adulto (*Trichoglossus haematodus*) que se encontraba en un recinto interno de exhibición, fue trasladado a la clínica porque se reportó aislado por una agresión intraespecífica.

Hallazgos al examen clínico: Presentó baja condición corporal, deshidratación moderada, pérdida aleatoria del plumaje, costras en la región periorcular y múltiples hematomas en regiones pectoral y humeral derechas.

Tratamiento: Se dejó en hospitalización con fluidoterapia y analgésicos con evolución satisfactoria, sin embargo, fue encontrado muerto 15 días después sin mostrar signos clínicos previos a la muerte (Tabla 1).

Caso 4. Anamnesis: En marzo de 2019 una Cucaburra adulta (*Dacelo novaeguineae*), que se encontraba en un recinto externo sin exhibición al público con dos aves más, se encontró muerta en el recinto sin signos previos de enfermedad (Tabla 1).

Caso 5. Anamnesis: En mayo de 2019 una Cacatúa de Mitchell adulta (*Lophochroa leadbeateri*), se encontró muerta en un recinto interno de exhibición sin signos clínicos previos (Tabla 1).



Figura 1. Hallazgos macroscópicos frecuentes. En las figuras A y B, se detallan los pulmones (flechas) con hemorragia y congestión difusa severa en una *Cacatua galerita*. En la figura C, se evidencia la esplenomegalia severa (flecha) en un *Melopsittacus undulatus*.

Caso 6. Anamnesis: En junio de 2019 se reportó decaimiento en varios animales de una exhibición interna mixta de psitácidos australianos (*M. undulatus* y *Nymphicus hollandicus*), en la cual se había presentado una mortalidad previa (caso 2). El 1 de junio un *M. undulatus* fue trasladado a la clínica. Al día siguiente, en el mismo recinto, cuatro individuos de *N. hollandicus* se encontraron deprimidos, sin embargo, debido a las condiciones del recinto, no se lograron capturar, 24 horas después, uno de ellos se encontró muerto y se capturaron los tres restantes. Transcurridos siete días, un *M. undulatus* se encontró muerto en el recinto, sin manifestar signos previos.

Hallazgos al examen clínico: El *M. undulatus* presentaba debilidad, plumaje erizado, condición corporal 1/5 y ectoparásitos. Los *N. hollandicus* presentaban debilidad y estornudos; uno de ellos tenía baja condición corporal (1,5/5).

Tratamiento: Para todos los animales se administró fluidoterapia PO, toltrazuril, trimetopim-sulfadiazina, inmunomodulador, itraconazol y nebulizaciones SID y se dejaron en hospitalización. Al día siguiente, tras diez días de tratamiento, falleció el primer *M. undulatus*. Se realizó necropsia e histopatología en los animales fallecidos (Tabla 1 y figura 1).

Tabla 1. Hallazgos macroscópicos y microscópicos de necropsia y otras pruebas diagnósticas en las aves fallecidas.

Número de caso	Especie	Hallazgos de necropsia	Hallazgos histopatológicos	Pruebas adicionales
Caso 1	<i>C. galerita</i>	Hemorragia pulmonar difusa, congestión traqueal y de sacos aéreos, hepatomegalia leve.	Edema pulmonar severo con hemorragia y congestión, neumonía intersticial aguda con merontes intraendoteliales compatibles con <i>Sarcocystis</i> spp. Hepatitis necrotizante multifocal aguda leve, esplenitis aguda con merontes intralesionales. Demás órganos sin hallazgos significativos.	IHQ: Inmunomarcación positiva (Envision system horseradish peroxidase (HRP): <i>Sarcocystis</i> spp. polyclonal antiserum) Sangre oculta en heces positiva.
Caso 2 (6 de 9 animales fallecidos)	<i>M. undulatus</i>	Baja CC, congestión pulmonar multifocal a difusa severa con hemorragia, hepatomegalia leve y congestión multifocal, congestión de la serosa intestinal (5/6). Material blanquecino abundante y difuso adherido a vísceras en cavidad celómica (1/6)	Edema pulmonar severo con hemorragia, congestión y neumonía intersticial aguda con merontes intraendoteliales consistentes con <i>Sarcocystis</i> spp. (5/6). Hepatitis necrotizante multifocal aguda moderada (3/6). Hepatitis linfohistiocítica multifocal leve (1/6), esplenitis histiocítica (3/6), quistes parasitarios en músculo (1/6), proventriculitis multifocal crónica leve con abundantes estructuras filamentosas de <i>Macrorhabdus ornithogaster</i> (1/6). Congestión vascular multifocal a difusa en cerebro, cerebelo, pulmón e hígado (1/6). Demás órganos sin hallazgos significativos. Salpingitis y celomitis por yema de huevo (1/6).	rtPCR <i>Chlamydomphila psittaci</i> negativo en un animal muestreado post-mortem
Caso 3	<i>T. haematodus</i>	Baja CC, Congestión y edema pulmonar multifocal moderado, congestión cerebral multifocal.	Hemorragia y congestión pulmonar aguda, difusa, severa, neumonía intersticial linfoplasmocítica severa con merontes intraendoteliales consistentes con <i>Sarcocystis</i> spp. Hepatitis, esplenitis y miocarditis linfoplasmocítica multifocal y un quiste parasitario focal en el miocardio. Los demás órganos sin hallazgos significativos.	Coprológico negativo para parásitos GI.
Caso 4	<i>D. novaeguineae</i>	Baja CC, Congestión pulmonar difusa con focos amarillentos, hepatomegalia severa, vesícula biliar pletórica y congestión cerebral multifocal.	Congestión y hemorragia pulmonar aguda difusa severa, neumonía intersticial linfoplasmocítica severa con merontes intraendoteliales consistentes con <i>Sarcocystis</i> spp. Quistes parasitarios en músculo pectoral, traqueal y miocardio. Infiltrados linfoplasmocitarios multifocales con células Mott en el músculo, miocardio, cerebro, hígado y bazo. Hialinosis glomerular segmentaria leve.	rtPCR <i>Chlamydomphila psittaci</i> negativo. Coprológico negativo para parásitos GI.
Caso 5	<i>L. leadbeateri</i>	Hiperqueratosis leve de la cera, coloración amarillenta difusa y severa de la grasa, congestión pulmonar difusa, esplenomegalia moderada, hígado con focos amarillentos multifocales coalescentes, vesícula biliar pletórica, congestión cerebral leve.	Edema pulmonar agudo severo con hemorragia, congestión y neumonía intersticial con merontes intraendoteliales (<i>Sarcocystis</i> spp). Hepatitis y esplenitis linfoplasmocítica multifocal, Esteatosis, degeneración miocárdica multifocal y panesteatitis piogranulomatosa multifocal crónica.	
Caso 6 (3 animales fallecidos de 6 afectados)	<i>N. hollandicus</i>	Coloración amarillenta difusa severa del tejido adiposo, Congestión pulmonar difusa.	Edema pulmonar agudo, difuso, severo con hemorragia, congestión y neumonía intersticial con merontes intraendoteliales (<i>Sarcocystis</i> spp). Hepatitis linfoplasmocítica multifocal y esplenitis histiocítica.	
	<i>M. undulatus</i>	Congestión pulmonar difusa moderada, hepatomegalia moderada, esplenomegalia severa.	Congestión pulmonar difusa severa con edema, hemorragia y neumonía intersticial linfoplasmocítica con merontes intraendoteliales (<i>Sarcocystis</i> spp). Hepatitis, miocarditis y esplenitis histiocítica a linfoplasmocítica multifocal.	
	<i>M. undulatus</i>	Baja CC, congestión pulmonar moderada.	Congestión pulmonar difusa severa con hemorragia sin evidencia de microorganismos intralesionales. Congestión multifocal en demás órganos.	

CC: Condición Corporal; IHQ: Inmunohistoquímica; PCRrt: Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real; GI: Gastrointestinales

Las tres *N. hollandicus* se recuperaron satisfactoriamente después de 20 días de terapia y se trasladaron a su recinto.

Posterior a las mortalidades descritas, se enviaron 3 bloques de tejidos embebidos en parafina al California Animal Health and Food Safety Laboratory, University of California, Davis en San Bernardino, con el fin de confirmar el diagnóstico presuntivo. Se utilizó un sistema de polímero basado en peroxidasa para la detección inmunohistoquímica de antígenos protozoarios. El antisuero policlonal producido contra merozoitos derivados de cultivos de *Sarcocystis* spp. se usó en secciones de pulmón en dos *M. undulatus* y *C. galerita* (Tabla 1, Figura 2).

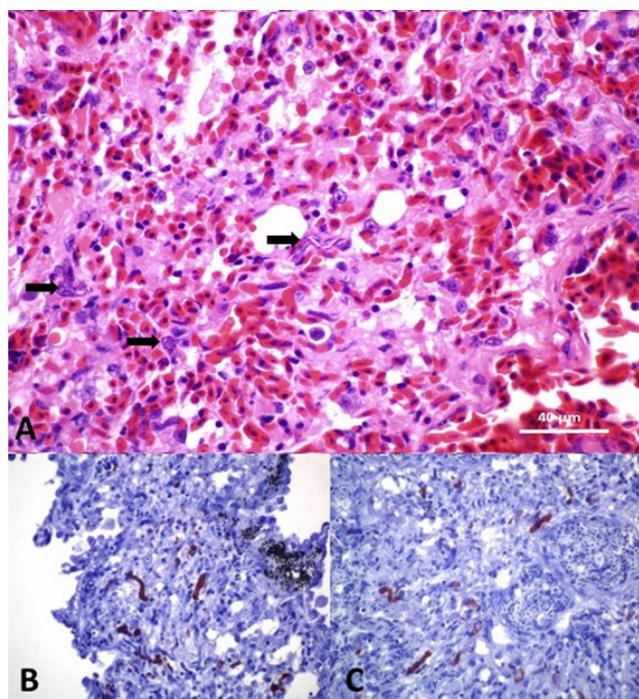


Figura 2. **A.** Hallazgos microscópicos de los cortes histológicos de pulmón de una *Cacatúa galerita* donde se evidencian congestión, edema y numerosos merontes intraendoteliales (flechas). Tinción Hematoxilina-Eosina, 400X. **B y C,** se resalta la inmunomarcación positiva para *Sarcocystis* spp en color café, de cortes del pulmón del mismo individuo, Inmunohistoquímica: Envision system horseradish peroxidase (HRP): *Sarcocystis* spp. polyclonal antiserum, 400X.

DISCUSIÓN

La Sarcocistosis es una enfermedad común en aves, reptiles y mamíferos; en aves del nuevo mundo usualmente se encuentran

quistes parasitarios de forma incidental en la necropsia, rara vez asociados con lesiones o signos clínicos (2,6). Cuando se producen se reflejan en debilidad, disnea, anorexia y signos neurológicos (2,10), algunos de estos signos fueron observados solo en siete de los diecinueve animales afectados. En aves del viejo mundo se presenta gran susceptibilidad y alta mortalidad, especialmente en psitácidos (8,9). Se han reportado brotes en zoológicos en Estados Unidos (11,12) y Brasil (4,13), con hallazgos que se correlacionan con la muerte de dieciséis aves exóticas en un periodo de diecinueve meses, de las cuales quince eran psitácidos, y solo un coraciforme. Para este último, al revisar la literatura disponible, no se encuentran reportes de la infección natural por este agente, razón que podría explicar el desenlace fatal.

Pese a que esta condición en los animales mencionados tiene un curso peragudo, ocasionalmente se presentan aves con signos clínicos que pueden sobrevivir a la fase aguda, tal como se presentó en tres *N. hollandicus*, hechos que dependerán de la dosis parasitaria ingerida, tiempo de exposición y demás factores que son difíciles de controlar en la infección natural (2,7,9). La infección experimental en *M. undulatus* produce la muerte a las 2 semanas post infección (especialmente entre el día 8 y 11), un bajo porcentaje sobrevive a la infección y desarrolla quistes en músculo (1,7).

En este reporte se describen dos grandes brotes en el mismo recinto de exhibición interna, el primero a finales de 2017 y comienzos del 2018 y el otro en el segundo trimestre del 2019. En el primer brote la mortalidad se presentó solo en animales de este recinto, donde el riesgo de contagio posiblemente esté relacionado con el ingreso de zarigüeyas o la exposición a su materia fecal, además de la presencia de cucarachas que podrían comportarse como hospederos paraténicos (14). Pese a que en las mortalidades descritas en los zoológicos de EE. UU y de Brasil se sacrificaron varias zarigüeyas encontradas en zonas aledañas a los recintos afectados por los brotes (4,12), en el zoológico esta medida de control no fue tomada y se realizó captura y reubicación, la cual fue reportada como una forma de control efectiva en un brote en EE. UU (12). Durante el período de mortalidad se realizó la necropsia y evaluación histopatológica de tres zarigüeyas adultas de vida libre (*D. marsupialis*), que fallecieron naturalmente por diversas razones, en las cuales no se observaron esporocistos en el intestino.

En el segundo brote del 2019, no solo se afectó este recinto de exhibición, sino aleatoriamente otros de diferentes características, sustratos y localizaciones dentro del zoológico, donde el único factor común diferente del agua fue el área de preparación de alimentos. Este último se considera un aspecto de gran importancia ya que, durante la época, la cocina se encontraba en un proceso de reestructuración, factor que afectó las medidas de bioseguridad y almacenamiento de alimentos, condición que pudo favorecer el ingreso de hospederos paraténicos. También se ha descrito el sustrato como potencial fuente de contagio en recintos internos (8,10), sin embargo, solo los animales del caso 1 y del caso 4 se encontraban en recintos con tierra como sustrato que no había sido cambiada recientemente, razón por la cual no se consideró este factor en el contagio.

El diagnóstico antemortem se basa en los hallazgos clínicos y antecedentes epidemiológicos, ya que las pruebas diagnósticas no están estandarizadas, ni disponibles y el curso agudo de la enfermedad conlleva a la muerte rápidamente (1,10). Finalmente, se debe resaltar la importancia de confirmar el diagnóstico postmortem y diferenciar el agente de otros apicomplexos mediante inmunohistoquímica o técnicas moleculares como la PCR (11), ya que en el caso de la *Cacatua galerita* (caso 1), su muerte coincidió con un brote de Toxoplasmosis que se dio en macrópodos albergados en un recinto cercano, por esta razón inicialmente se consideró la infección por *Toxoplasma gondii*, que al final fue descartada con la inmunohistoquímica.

Los tratamientos instaurados no fueron exitosos en los animales, principalmente debido al estado de deterioro en el que se recibían y en la mayoría de los

casos no fue posible estabilizarlos médicamente. Si bien se realizaron algunos tratamientos profilácticos al grupo de aves afectadas por el brote, no se observó una reducción aparente en la aparición de nuevos casos. Después de revisar el protocolo médico propuesto por el zoológico de Filadelfia (11), se adicionó Sulfa trimetoprim a la terapia, se incrementó la dosis y la duración del antiprotozoario Toltrazuril, lo que fue efectivo en al menos dos aves.

En conclusión, mantener animales en cautiverio conlleva la responsabilidad de proveer su cuidado y conocer a profundidad los patógenos que puedan afectarlos. Pese a que *Sarcocystis* spp. en Colombia usualmente se encuentra de forma incidental en aves nativas o endémicas, las colecciones que poseen aves del viejo mundo deben trabajar continuamente en el control de los factores de riesgo para prevenir el contagio de esta infección, teniendo en cuenta que se trata de una enfermedad potencialmente mortal en estas especies, que a menudo se presenta sin signos clínicos por lo que el diagnóstico antemortem es complejo. Limitar el ingreso de zarigüeyas, realizar control de plagas y el manejo del sustrato, son las acciones más efectivas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

Agradecimientos

Al laboratorio de diagnóstico de San Bernardino, California Animal Health and Food Safety Laboratory, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis por su apoyo para el diagnóstico inmunohistoquímico.

REFERENCIAS

1. Box D, Smith JH. The Intermediate Host Spectrum in a *Sarcocystis* Species of Birds. J. Parasitol. 1982; 68(4):668-673. <http://www.jstor.org/stable/3280926>
2. Schmidt RE, Reavill D, Phalen D. Pathology of Pet and Aviary Birds. 2nd ed. Iowa: Jhon Wiley & Sons, Inc.; 2015.
3. Duszynski DW, Box D. The Opossum (*Didelphis virginiana*) as a Host for *Sarcocystis debonei* from Cowbirds (*Molothrus ater*) and Grackles (*Cassidix mexicanus*, *Quiscalus quiscula*). J Parasitol. 1978; 64(2):326-329. <http://www.jstor.org/stable/3279685>

4. Godoy SN, De Paula CD, Cubas ZS, Matushima ER, Catão-Dias JL. Occurrence of *Sarcocystis falcatula* in Captive Psittacine Birds in Brazil. *J Avian Med Surg.* 2009; 23(1):18-23. <http://dx.doi.org/10.1647/2008-006R.1>
5. Box D, Duszynski DW. Experimental Transmission of *Sarcocystis* from Icterid Birds to Sparrows and Canaries by Sporocysts from the Opossum. *J Parasitol.* 1978; 64(4):682-688. <http://www.jstor.org/stable/3279960>
6. Crawley RR, Ernst JV, Milton JL. *Sarcocystis* in a Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). *J Wildl Dis.* 1982; 18(2):253-55. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-18.2.253>
7. Marsh AE, Barr BC, Tell L, Koski M, Greiner E, Dame J, Conrad PA. *In vitro* Cultivation and Experimental Inoculation of *Sarcocystis falcatula* and *Sarcocystis neurona* Merozoites into Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *J Parasitol.* 1997; 83(6):1189-1192. <http://www.jstor.org/stable/3284386>
8. Suedmeyer WK, Bermudez AJ, Barr BC, Marsh AE. Acute Pulmonary *Sarcocystis falcatula*-like Infection in Three Victoria Crowned Pigeons (*Goura victoria*) Housed Indoors. *J. Zoo Wildl. Med.* 2001; 3(2):252-356. [http://dx.doi.org/10.1638/1042-7260\(2001\)032\[0252:APSFLI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1638/1042-7260(2001)032[0252:APSFLI]2.0.CO;2)
9. Reavill DR, Dorrestein G. Psittacines, Coliiformes, Musophagiformes, Cuculiformes. En: Terio KA, McAloose D and St. Leger J, editors. *Pathology of Wildlife and Zoo Animals.* San Diego: Elsevier; 2018.
10. Siegal-Willott JL, Nietfeld J. Encephalitis Caused by *Sarcocystis falcatula*-like Organisms in a White Cockatoo (*Cacatua alba*). *J Avian Med Surg.* 2005; 19(1):19-24. <http://dx.doi.org/10.1647/2004-005>
11. Verma SK, Trupkiewicz JG, Georoff T, Dubey JP. Molecularly Confirmed Acute, Fatal *Sarcocystis falcatula* Infection in the Rainbow Lorikeets (*Trichoglossus moluccanus*) at the Philadelphia Zoo *J Parasitol.* 2018; 104(6):710-712. <http://dx.doi.org/10.1645/18-78>
12. Hillyer EV, Anderson MP, Greiner EC, Atkinson CT, Frenkel JK. An Outbreak of *Sarcocystis* in a Collection of Psittacines. *J Zoo Wildl Med.* 1991; 22(4):434-445. <http://www.jstor.org/stable/20095186>
13. Ecco R, Luppi MM, Malta MCC, Araújo MR, Guedes RMC, Shivaprasad HL. An Outbreak of Sarcocystosis in Psittacines and a Pigeon in a Zoological Collection in Brazil. *Avian Dis.* 2008; 52:706-710. <http://dx.doi.org/10.1637/1933-5334-3.4.e43>
14. Clubb SL, Frenkel JK. *Sarcocystis falcatula* of opossums: transmission by cockroaches with fatal pulmonary disease in psittacine birds. *J Parasitol.* 1992; 78(1):116-124. <http://www.jstor.org/stable/3283697>