

Prevalencia parasitaria en el gorrión altiplanero (*Spizella wortheni*): especie endémica de México y en peligro de extinción

Parasite prevalence in Worthen's Sparrow (*Spizella wortheni*): Mexican endemic and endangered species

Ricardo Canales-del-Castillo^{1*}, Cecilio Pérez-Rangel¹, Irene Ruvalcaba-Ortega¹,
José I. González-Rojas¹, Antonio Guzmán-Velasco¹

Resumen

El gorrión altiplanero o de Worthen (*Spizella wortheni*) es endémico del altiplano mexicano y debido a su limitada distribución y tamaño poblacional es considerada una especie en peligro de extinción a nivel nacional e internacional. De manera general, las especies en peligro han estado expuestas, al menos históricamente, a una fuerte reducción en su tamaño poblacional y su diversidad genética, factores que en su conjunto aumentan el riesgo y susceptibilidad a infecciones. Por lo tanto, con el propósito de determinar dicha propensión en esta especie, analizamos la prevalencia de parásitos intestinales a partir de muestras fecales en 11 individuos, así como hemoparásitos, hematocrito y cuantificación diferencial de leucocitos a partir una muestra sanguínea. Los resultados mostraron que el 91% de los individuos presentaron por lo menos un taxón de parásitos intestinales, siendo el género *Cryptosporidium* (64%) el de mayor prevalencia, seguido por *Eimeria* (55%) y *Ascaridia* (9%). Sin embargo, los valores medios de oocistos/huevo por gramo de heces fecales indicaron una baja infección parasitaria. Además, no se observaron parásitos sanguíneos y el conteo de células blancas fue similar a lo previamente reportado para otras especies de la familia Emberizidae y Passerellidae.

Palabras clave: Gorrión altiplanero, *Spizella wortheni*, peligro de extinción, parásitos fecales, hemoparásitos, conteo diferencial de leucocitos.

Abstract

The Worthen's sparrow is an endemic bird of the Mexican Plateau that due to its limited distribution and population size is considered to be endangered, both nationally and globally. In general, species at risk have been, at least historically, under population size and genetic diversity reductions, which are factors that can act together to increase infections risk and susceptibility. Therefore, with the purpose to determine such propensity in this species, we analyzed the intestinal parasitic infection through fecal samples from 11 individuals, and hemoparasites, hematocrit and differential leukocyte quantification from one sample. Results indicated that 91% of the samples had one parasite taxon, with genus *Cryptosporidium* showing the highest prevalence (64%), followed by *Eimeria* (55%), and *Ascaridia* (9%). However, mean values of oocysts/eggs per gram indicated a low parasitic infection. We found no blood parasites, and the white blood cell counts were among reference values for other sparrow species.

Keywords: Worthen's sparrow, *Spizella wortheni*, endangered species, fecal parasites, hemoparasites, differential leukocyte count.

Recibido: 23 de noviembre de 2016. **Aceptado:** 26 de septiembre de 2017

Editor asociado: Diego Santiago Alarcón

Introducción

El gorrión altiplanero o de Worthen (*Spizella wortheni*) es una ave endémica del altiplano mexicano que no realiza movimientos migratorios y habita áreas semi-desérticas, en el eco-

tono de pastizal y matorral (Rising 1996, Canales-del-Castillo *et al.* 2010). Históricamente tuvo una distribución más amplia desde el centro al norte de México y sur de EUA (Wege *et al.* 1993); sin embargo, en los últimos 35 años sólo se han tenido registros en un área restringida dentro de los límites de los estados de Nuevo León, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí (Wege *et al.* 1993, Canales-del-Castillo *et al.* 2010, Canales-Delgadillo *et al.* 2015). Su tamaño poblacional se estima en al menos 100 individuos (Birdlife 2016), lo cual se debe muy probablemente a los mismos factores que han afectado a otras

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Av. Universidad s/n., Ciudad Universitaria, C.P. 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. *Correo electrónico: ricardo.canalesdlc@uanl.edu.mx

poblaciones de aves de pastizal en Norteamérica, como la reducción y fragmentación de su hábitat por la conversión a zonas agrícolas y el sobrepastoreo (Dinerstein *et al.* 2000, Askins *et al.* 2007, Estrada-Castillón *et al.* 2010). Dicha restricción distribucional y poblacional ha sustentado su protección como especie en peligro de extinción por las leyes mexicanas (NOM-059-SEMARNAT-2010), y su inclusión bajo la misma categoría en la Lista Roja de Especies Amenazadas por organizaciones internacionales (Birdlife 2016). El conocimiento de su biología es escaso, y se ha centrado en generar información actualizada sobre su distribución, tamaño poblacional, hábitat y éxito reproductivo (e.g. Canales-del-Castillo *et al.* 2010, Canales-Delgadillo *et al.* 2015); sin embargo, poco se ha explorado sobre otros aspectos de su historia natural.

Las enfermedades infecciosas en vida silvestre impactan en la salud y limitan el tamaño de las poblaciones, por ejemplo, reduciendo la supervivencia (Martínez-de la Puente *et al.* 2010); además de ser un factor que actúa negativamente junto con otros fenómenos estocásticos, demográficos y relativos a las actividades humanas, lo cual incrementa el riesgo de extinción en especies vulnerables (Brooke *et al.* 2008), por lo que el monitoreo de agentes infecciosos debe ser considerado en los planes de manejo (Bertram *et al.* 2015). Con el objetivo de incrementar el conocimiento en esta especie y realizar una primera aproximación sobre la importancia del parasitismo para la viabilidad de la misma, evaluamos la composición e intensidad de parásitos en heces fecales y sangre, así como la cuantificación diferencial de leucocitos.

Métodos

Capturamos 11 individuos, con redes de niebla, en el Rancho El Compromiso, en el límite sureño del valle de La Soledad en el municipio de Galeana, Nuevo León, México (Figura 1). Tomamos una muestra fecal de cada individuo, la cual fue preservada en formol al 10%. En el laboratorio analizamos las muestras fecales mediante la técnica de flotación y recuento directo en solución salina saturada y seguimos los protocolos previamente descritos (Kahn y Scott 2010). Para obtener los oocistos por gramo de heces fecales (o.g.h.) o huevo por gramo de heces fecales (h.g.h.), determinamos la cantidad de parásitos presentes en una submuestra de 50 mg de la muestra fecal, mediante observación al microscopio con objetivos de 40x y 100x. Calculamos la prevalencia mediante el cociente del número de individuos positivos entre el total analizados. A su vez determinamos los intervalos de confianza al 95% (IC95%) con el método Blaker's, el cual es adecuado para su

estimación cuando no se tiene información sobre la prevalencia en la población (Reiczigel *et al.* 2010). Estimamos la intensidad de la infección como el promedio de los valores o.g.h. y h.g.h. y su intervalo de confianza del 95% con 2000 replicaciones *bootstrap*. Ambos cálculos los realizamos con el programa Quantitative Parasitology QPweb (Reiczigel y Rózsa 2005). Debido a que la toma de muestras sanguíneas puede tener un efecto negativo sobre la sobrevivencia si no se considera el tamaño del ave (Brown y Brown 2009), únicamente tomamos una muestra sanguínea de 30 µl en un tubo capilar con heparina de un solo individuo. Dicho volumen representa el 0.25% de la masa corporal del ave, considerando un promedio de masa de 11.98 ± 0.68 g para la especie (datos de este estudio). Asimismo, el tiempo en que manipulamos al individuo capturado fue menor a los 30 min para evitar un incremento en los niveles de leucocitos (Citrule *et al.* 2012). En campo realizamos los frotis sanguíneos, los cuales dejamos secar a temperatura ambiente, para luego fijarlos con metanol al 100%; posteriormente, en el laboratorio los teñimos con el colorante Giemsa durante 55 min. Realizamos la búsqueda de parásitos sanguíneos examinando entre 100-150 campos a 100x, mientras que el conteo diferencial de leucocitos lo hicimos identificando en el frotis 100 células blancas siguiendo el criterio de identificación de Campbell (1995) y reportamos los valores porcentuales de cada tipo de célula observada (Vleck *et al.* 2000, Valkiunas 2004).

Resultados y discusión

A partir del análisis coproparasitológico de 11 muestras del gorrión altiplanero reportamos dos phylum (Apicomplexa y Nematoda), tres familias (Cryptosporiidae, Eimeriidae y Ascariidae) y tres géneros de parásitos intestinales. Encontramos que 10 de las 11 (93%) muestras presentaban al menos un taxón parasitario. El género *Cryptosporidium* presentó la mayor prevalencia con 63.6% (ic95% =33.3-86.5%), seguido por *Eimeria* con un 54.5% (ic 95% =25.6-80.1%), y finalmente por *Ascaridia* con 9.1% (ic 95% = 0.5-40.1%). La intensidad de la infección fue relativamente baja con rangos que oscilaron de 20-120 o.g.h. en *Cryptosporidium* ($\bar{x}$ =85.71; ic 95% =48.6-109); 20-160 o.p.g. en *Eimeria* ($\bar{x}$ =73.33; ic 95% =43.3-117), y 20 h.g.h. en el único individuo que presentó *Ascaridia*.

La prevalencia de *Eimeria* spp. ya ha sido reportada para Passeriformes silvestres (Yabsley 2008, Berto *et al.* 2011), incluyendo a dos especies en el continente americano de la familia Tyrannidae: *Casiornis rufus* y *Myiarchus ferox* (Berto *et al.* 2008, 2009); mientras que parásitos del género *Cryptosporo-*

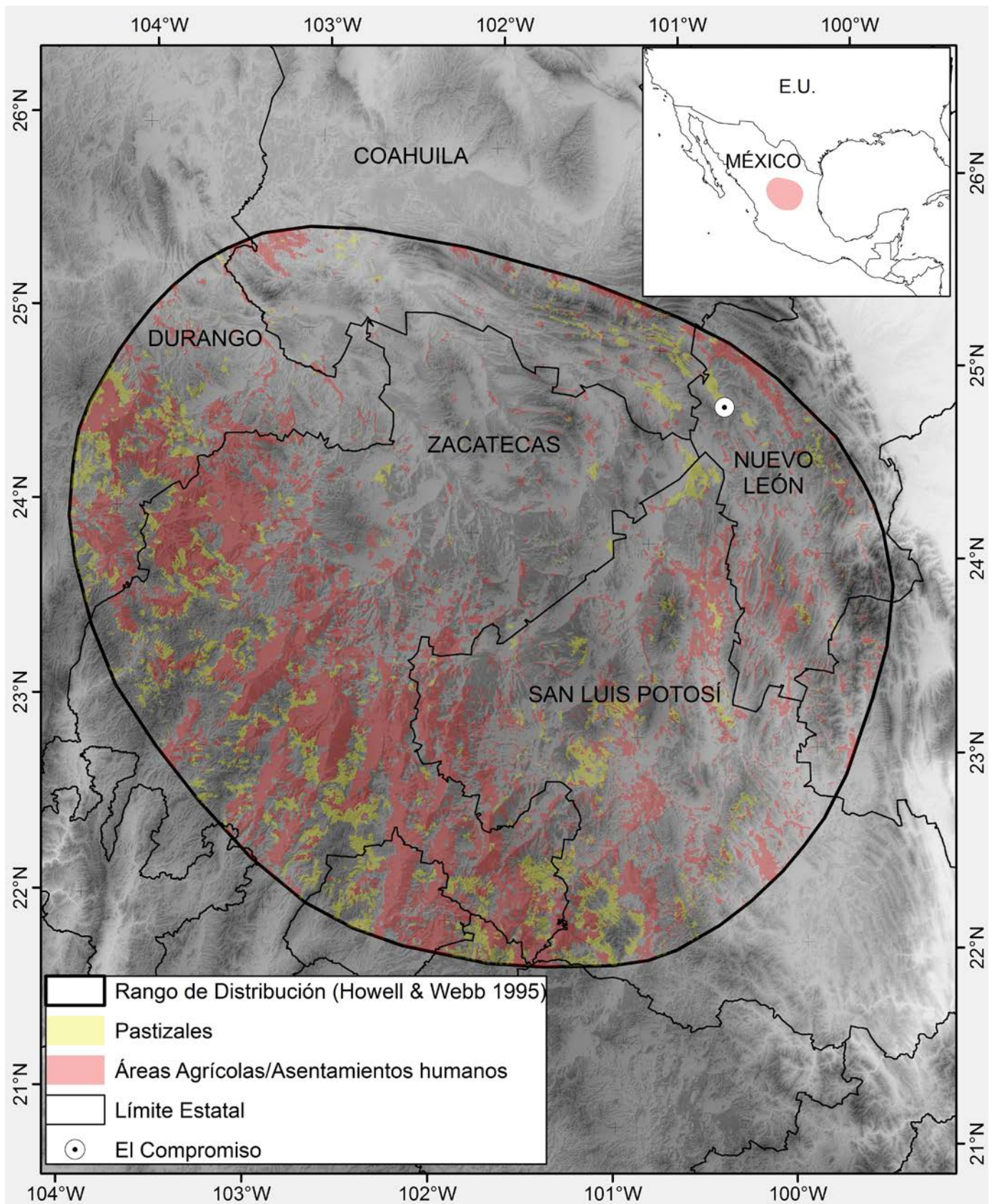


Figura 1. Sitio de muestreo (El Compromiso, Galeana, Nuevo León) y área de distribución del gorrión altiplanero (Howell y Webb 1995). Se muestran las áreas de pastizal y zonas agrícolas.

ridium han sido reportados en más de 30 especies de aves (Sréter y Varga 2000), incluyendo al gorrión *Zonotrichia capensis* (Nakamura *et al.* 2014).

En este estudio, ambos coccidios presentaron una alta prevalencia, la cual pudiera estar relacionada con tres factores: primero, el gorrión altiplanero es una especie particularmente gregaria fuera de su temporada reproductiva, forrajea en parvadas monoespecíficas o mixtas (Canales-Delgadillo *et al.* 2008). Este comportamiento social representa un mayor riesgo de infección comparado con aquellas especies que se alimentan en solitario, dado que un solo individuo infectado con coccidios pudiera contaminar con sus heces los sitios de forrajeo (McQuiston *et al.* 2000, Dolnik *et al.* 2010). Segundo, las aves gregarias con un forrajeo en suelo presentan una mayor prevalencia e intensidad en las infecciones de coccidios, que aquellas especies forrajeras de follaje o aéreas (Dolnik *et al.* 2010). Finalmente, esta especie se alimenta principalmente en los pastizales, los cuales se encuentran fragmentados y adyacentes a zonas rurales, y en donde la interacción con aves de corral es frecuente (RCC observación personal). Respecto al impacto que tiene la coccidiosis en las aves silvestres, esta enfermedad se presenta principalmente durante la época reproductiva, cuando puede ocasionar pérdida de peso y reducción del éxito reproductivo (Yabsley 2008), así como una disminución en la calidad de los caracteres sexuales secundarios (Horak *et al.* 2004, Pap *et al.* 2011). Sin embargo, en la mayoría de los casos las infecciones no presentan problemas significativos, especialmente cuando la intensidad de la infección es baja (Lindsay y Blagburn 2008, Yabsley 2008).

Por su parte, los nemátodos *Ascaridia* son comunes en las aves de corral, silvestres en cautiverio, aves de presa y en algunas aves silvestres. Los efectos negativos que tienen sobre las aves son diarrea y deshidratación (para una revisión véase Fedynich 2008). La baja prevalencia del nemátodo del género *Ascaridia* spp. en nuestro estudio ($n=1$) es muy similar a la reportada en el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) con un 4% (Hartup *et al.* 2004). Uno de los riesgos por infección de nemátodos en Passeriformes es el gremio alimenticio, en donde las aves insectívoras y omnívoras muestran una mayor prevalencia de helmintos (68.8-88.7%) en comparación con aves granívoras (11.1%; Borgsteede *et al.* 2000). Aunque el gorrión altiplanero es principalmente granívoro, durante la época reproductiva y al igual que otros gorriónes (e.g. Best 1977, Maher 1979), se alimenta primordialmente de larvas y adultos de insectos y otros invertebrados (Carmona-Gómez comunicación personal), lo que aunado a la interacción con heces contaminadas de las aves de traspatio puede ser un factor de riesgo (Hernández-Divers *et al.* 2006).

El conteo diferencial de leucocitos realizado coincidió con el individuo en el que se detectó coccidios (*Eimeria* spp. 20 o.g.h.) y helmintos (*Ascaris* spp., 20 h.g.h.) en el cual se observó que los linfocitos son el grupo celular más abundante ($L=63\%$), seguido de heterófilos ($H=30\%$), basófilos ($B=5\%$), monocitos ($M=2\%$) y sin observación de eosinófilos (E). La relación heterófilo/linfocito (H/L) fue de 0.48. A pesar de la infección los valores se encuentran en el rango de media previamente reportado para otras especies de las familias *Emberizidae* y *Passerellidae*: *Emberiza cirrus* ($L=56.29$, $H=37.4$, $E=5.59$, $M=0.59$, $H/L=0.66$; Figuerola *et al.* 1999), *Zonotrichia capensis* ($L=71.4$, $H=20.2$, $E=2.3$, $B=3.1$, $M=2.9$, $H/L=0.30$; Ruiz *et al.* 2002), *Pipilo aberti* ($L=39.8$, $H=51.3$, $E=7.5$, $B=0.6$, $M=1.4$, $H/L=0.91$; Fokidis *et al.* 2008) y *Spizella breweri* ($L=55$, $H=37.25$, $E=2.25$, $B=1$, $M=4.5$, $H/L=0.88$, datos obtenidos en un estudio paralelo al presente no publicados). La relación entre el conteo de los eosinófilos en aves con infecciones intestinales es ambigua; a pesar de que se ha mostrado una asociación limitada entre nemátodos y el número de eosinófilos, los estudios experimentales con antígenos parasitarios no indujeron eosinofilia, y en el caso de inoculación de coccidios los niveles de eosinófilos circulantes en sangre se mantuvieron bajos (revisado en Rose *et al.* 1979 y Mitchell *et al.* 2008). A su vez, dado que los valores provienen de una sola muestra, deben considerarse como informativos.

A pesar de la alta prevalencia, la baja carga parasitaria encontrada en los individuos de esta especie no muestra indicios de que los parásitos intestinales sean un factor limitante para la viabilidad de la especie. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio deberían tomarse con precaución, dado que el conteo de parásitos intestinales puede variar dependiendo del método de muestreo (Villanúa *et al.* 2006). Asimismo, un estudio más extensivo debería realizarse en la mayor parte de su distribución, incluyendo áreas sub-urbanas donde el gorrión coexiste con aves de corral, y podrían representar un mayor riesgo de infección (Deem *et al.* 2012) y a lo largo de la época reproductiva, cuando, dado el esfuerzo y desgaste energético asociado, las aves son más susceptibles a éstas debido a la inmunosupresión.

Agradecimientos

Este proyecto fue posible con el apoyo brindado por Bird Conservancy of the Rockies bajo los términos del contrato I-MXPLAT-Neotrop-09-UANL-01. A Ma. Teresa Álvarez y David Venegas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por su asistencia técnica. A los entusiastas estudiantes

que se unieron al proyecto: Jorge Allen, Jorge G. Molina, Jorge G. Delgado, Gonzalo Martínez. Así como la familia Martínez que nos permitió el acceso al rancho El Compromiso. La obtención de muestras fue realizada bajo el permiso de colecta SGPA/DGVS/01588/10 y SGPA/DGVS/03849/10.

Literatura citada

- Askins, R.A., F. Chávez-Ramírez, B.C. Dale, C.A. Haas, J.R. Herkert, F.L. Knopf, P.D. Vickery. 2007. Conservation of grassland birds in North America: understanding ecological processes in different regions. *Ornithological Monographs* 64(1):1-46.
- Berto, B.P., W. Flausino, I. Ferreira, C.W.G. Lopes. 2008. *Eimeria divinolimai* sp. n. (Apicomplexa: Eimeriidae) in the rufous Casiornis *Casiornis rufus* Vieillot, 1816 Passeriformes: Tyrannidae in Brazil. *Revista Brasileira Parasitologia Veterinaria* 17(1):33-35.
- Berto, B.P., H.R. Luz, W. Flausino, I. Ferreira, C.W.G. Lopes. 2009. New species of *Eimeria* Schneider, 1875 and *Isospora* Schneider, 1881 (Apicomplexa: Eimeriidae) from the short-crested flycatcher *Myiarchus ferox* (Gmelin) (Passeriformes: Tyrannidae) in South America. *Systematic Parasitology* 74(1):75-80.
- Berto, B.P., W. Flausino, D. McIntosh, W.L. Teixeira-Filho, C.W.G. Lopes. 2011. Coccidia of new world passerine birds Aves: Passeriformes: a review of *Eimeria* Schneider, 1875 and *Isospora* Schneider, 1881 Apicomplexa: Eimeriidae. *Systematic Parasitology* 80(3):159-204.
- Bertram, M.R., G.L. Hamer, K.F. Snowden, B.K. Hartup, S.A. Hamer. 2015. Coccidian parasites and conservation implications for the endangered Whooping Crane (*Grus americana*). *PloS One* 10(6):e0127679.
- Best, L.B. 1977. Nestling biology of the field sparrow. *The Auk* 94(3):308-319.
- BirdLife International (en línea) 2016. Species factsheet: *Spizella wortheni*. Disponible en: <http://www.birdlife.org> (consultado el 18 de noviembre de 2016).
- Borgsteede, F.H.M., A. Okulewicz, J. Okulewicz. 2000. A study of the helminth fauna of birds belonging to the Passeriformes in the Netherlands. *Acta Parasitológica* 45(1):14-21.
- Brook, B.W., N.S. Sodhi, C.J. Bradshaw. 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution* 23(8):453-460.
- Brown, M.B., C.R. Brown. 2009. Blood sampling reduces annual survival in cliff swallows *Petrochelidon pyrrhonota*. *The Auk* 126(4):853-861.
- Campbell, T.W. 1995. *Avian Hematology and Cytology*, 2a. ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa, EUA.
- Canales-del-Castillo, R., J.I. González-Rojas, I. Ruvalcaba-Ortega, Á. García-Ramírez. 2010. New breeding localities of Worthen's Sparrows in northeastern Mexico. *Journal of Field Ornithology* 81(19):5-12.
- Canales-Delgadillo, J.C., L.M. Scott-Morales, M.C. Correa, M.P. Moreno. 2008. Observations on flocking behavior of Worthen's Sparrows *Spizella wortheni* and occurrence in mixed-species flocks. *The Wilson Journal of Ornithology* 120(3):569-574.
- Canales-Delgadillo, J.C., L. Chapa-Vargas, J.A. Carlos Gómez, J. Arreola Aguirre. 2015. Nuevos registros de distribución del gorrión de Worthen *Spizella wortheni* en San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana* 31(2):313-317.
- Čtrule, D., T. Krama, J. Vrublevska, M.J. Rantala, I. Krams. 2012. A rapid effect of handling on counts of white blood cells in a wintering passerine bird: a more practical measure of stress? *Journal of Ornithology* 153(1):161-166.
- Deem, S.L., M.B. Cruz, J.M. Higashiguchi, P.G. Parker. 2012. Diseases of poultry and endemic birds in Galapagos: implications for the reintroduction of native species. *Animal Conservation* 15(1):73-82.
- Dinerstein, E., D. Olson, J. Atchley, C. Loucks, S. Contreras-Balderas, R. Abell, E. Iñigo, E. Enkerlein, C. Williams, G. Castilleja. 2000. *Ecoregion-based conservation in the Chihuahuan Desert: A biological assessment*. World Wildlife Fund and others.
- Dolnik, O.V., V.R. Dolnik, F. Bairlein. 2010. The effect of host foraging ecology on the prevalence and intensity of coccidian infection in wild passerine birds. *Ardea* 98(1):97-103.
- Estrada-Castillón, E., L. Scott-Morales, J.A. Villarreal-Q., E. Jurado-Ybarra, M. Cotera-C., C. Cantú-A., J. García-P. 2010. Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perritos de la pradera (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81(2):401-416.
- Fedynich, A.M. 2008. *Heterakis* y *Ascaridia*. Pp. 388-412. En C.T. Atkinson, N.J. Thomas y D.B. Hunter (eds) *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Wiley-Blackwell. Oxford, UK.
- Figuerola, J., E. Muñoz, R. Gutiérrez, D. Ferrer. 1999. Blood parasites, leucocytes and plumage brightness in the Cirl Bunting, *Emberiza cirlus*. *Functional Ecology* 13(5):594-601.
- Fokidis, B.H., E.C. Greiner, P. Deviche. 2008. Interspecific variation in avian blood parasites and haematology associated with urbanization in a desert habitat. *Journal of Avian Biology* 39(3): 300-310.

- Hartup, B.K., B. Stott-Messick, M. Guzy, D.H. Ley. 2004. Health survey of House Finches *Carpodacus mexicanus* from Wisconsin. *Avian Diseases* 48(1):84-90.
- Hernández-Divers, S.M., P. Villegas, F. Prieto, J.C. Unda, N. Stedman, B. Ritchie, R. Carroll, S.J. Hernández-Divers. 2006. A survey of selected avian pathogens of backyard poultry in Northwestern Ecuador. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 20(3):147-58.
- Horak, P., L. Saks, U. Ots, P.F. Surai, K.J. McGraw. 2004. How coccidian parasites affect health and appearance of greenfinches. *Journal of Animal Ecology* 73(5):935-947.
- Kahn, C.M., L. Scott (eds). 2010. *The Merck Veterinary Manual*, 10a. ed. Merck. Whitehouse Station, N.J., EUA.
- Lindsay, D.S., B.L. Blagburn. 2008. *Cryptosporidium*. Pp. 195-203. En C.T. Atkinson, N.J. Thomas y D.B. Hunter (eds) *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Wiley-Blackwell. Oxford, UK.
- Maher, W.J. 1979. Nestling diets of prairie passerine birds at Matador, Saskatchewan, Canada. *Ibis* 121(4):437-452.
- Martínez-de la Puente, J., S. Merino, G. Tomás, J. Moreno, J. Morales, E. Lobato, S. García-Fraile, E.J. Belda. 2010. The blood parasite *Haemoproteus* reduces survival in a wild bird: a medication experiment. *Biology Letters* 6(5):663-665.
- McQuiston, T.E. 2000. The prevalence of coccidian parasites in passerine birds from South America. *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 93(3):221-227.
- Mitchell, E.B., J. Johns. 2008. Avian hematology and related disorders. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 11(3):501-522.
- Nakamura, A.A., C.G. Homem, A.M.J. da Silva, M.V. Meireles. 2014. Diagnosis of gastric cryptosporidiosis in birds using a duplex real-time PCR assay. *Veterinary Parasitology* 205(1):7-13.
- Pap, P.L., C.I. Vágási, G.Á. Cziráj, A. Titilincu, A. Pintea, G. Osváth, A. Fülöp, Z. Barta. 2011. The Effect of Coccidians on the condition and immune profile of molting House Sparrows *Passer domesticus*. *The Auk* 128(2):330-339.
- Reiczigel J., L. Rózsa. 2005. *Quantitative Parasitology 3.0*. Budapest. Distributed by the authors.
- Reiczigel, J., J. Földi, L. Ózsvári. 2010. Exact confidence limits for prevalence of a disease with an imperfect diagnostic test. *Epidemiology and Infection* 138(11):1674-1678.
- Rising, J.D. 1996. *A guide to the identification and natural history of the sparrows of the United States and Canada*. Academic Press. Bath, Avon, Great Britain.
- Rose, M.E., P. Hesketh, B.M. Ogilvie. 1979. Peripheral blood leucocyte response to coccidial infection: a comparison of the response in rats and chickens and its correlation with resistance to reinfection. *Immunology* 36(1):71.
- Ruiz, G., M. Rosenmann, F.F. Novoa, P. Sabat. 2002. Hematological parameters and stress index in rufous-collared sparrows dwelling in urban environments. *The Condor* 104(1):162-166.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental – Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre – Categorías de Riesgo y Especificaciones Para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 30 de diciembre de 2010.
- Sréter, T., I. Varga. 2000. Cryptosporidiosis in birds. A review. *Veterinary Parasitology* 87(4): 261-279.
- Valkiunas, G. 2004. *Avian Malaria Parasites and other Haemosporidia*, 1a. ed. CRC Press. Boca Ratón, Florida, EUA.
- Villanúa, D., L. Pérez-Rodríguez, G. Gortázar, U. Höfle, J. Viñuela. 2006. Avoiding bias in parasite excretion estimates: the effect of sampling time and type of feces. *Parasitology* 133(02): 251-259.
- Vleck, C.M., N. Vertalino, D. Vleck, T.L. Bucher. 2000. Stress, corticosterone, and heterophil to lymphocyte ratios in free-living *Adelie penguins*. *The Condor* 102(2):392-400.
- Wege, D.C., S.N.G. Howell, A.M. Sada. 1993. The distribution and status of Worthen's Sparrow *Spizella wortheni*: a review. *Bird Conservation International* 3(03): 211-220.
- Yabsley, M.J. 2008. *Eimeria*. Pp. 162-180. En C.T. Atkinson, N.J. Thomas y D.B. Hunter (eds) *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Wiley-Blackwell. Oxford, U.K.



Sociedad para el Estudio y Conservación
de las Aves en México, A.C.