

ECO EPIDEMIOLOGÍA DE *TRYPANOSOMA EVANSI* EN AMBIENTES SILVESTRES DE HUMEDALES DE ARGENTINA

Iara Figini¹

Paula Blanco²

Eliana Guillemi³

Marcela Orozco⁴

Resumen

El cambio climático asociado al calentamiento global y a múltiples actividades antrópicas tiene profundas implicancias en la transmisión de las enfermedades vectoriales. En ambientes modificados pueden darse cambios en la ecología de los vectores y hospedadores/reservorios silvestres, ocurriendo alteraciones del equilibrio hospedador-vector-parásito, y modificándose la dinámica de transmisión y la distribución geográfica de algunas enfermedades. En Argentina, episodios graves de mortalidad han alterado a la fauna silvestre en los Esteros del Iberá y el Delta del Paraná durante los últimos años, siendo los ciervos de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y los capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) las especies más afectadas. Uno de los hallazgos más relevantes de estos eventos es la multifactorialidad, en la que se combinan condiciones ambientales adversas y coinfecciones por múltiples agentes patógenos transmitidos por vectores, como *Trypanosoma evansi*, hallado infectando ciervos muertos. Este parásito es un protozoo transmitido por tábanos y murciélagos hematófagos, que causa una enfermedad mortal en algunas especies domésticas y silvestres, mientras que en otras especies, como los capibaras, podría hallarse de forma asintomática con una alta frecuencia en poblaciones silvestres. El objetivo de este proyecto es investigar el ciclo de transmisión de *T. evansi* en dos humedales de Argentina. Se propone determinar la

¹ Lic. en Ciencias Básicas con Orientación en Biología. Becaria doctoral en Instituto de Ecología Genética y Evolución de Buenos Aires-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IEGEB-CONICET). iarafgn@gmail.com.

² Lic. en Ciencias Biológicas. Becaria doctoral en IEGEB-CONICET. paupaurule@gmail.com.

³ Dra. en Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires. Investigadora en Instituto de Agrobiotecnología y Biología Molecular (IABIMO-CONICET). eguillemi@yahoo.com.

⁴ Dra. en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires. Investigadora adjunta en IEGEB-CONICET marcelaorozco.vet@gmail.com.

frecuencia e intensidad de infección por *T. evansi* en capibaras y ciervos de los pantanos, su ocurrencia en vectores y su asociación con variables ambientales. También se analizan las coinfecciones y el rol de este agente en los episodios de mortalidad. A campo se realiza el muestreo de ciervos y capibaras muertos, y un muestreo simultáneo de tábanos, garrapatas y murciélagos. En el laboratorio, los tejidos y artrópodos colectados se analizan mediante técnicas parasitológicas y moleculares. Se realizan PCRs dirigidas a un fragmento del gen *18SrRNA* para *Trypanosoma* sp., y en paralelo se evaluarán molecularmente las coinfecciones haciendo *target* en otros genes. La intensidad de infección por *T. evansi* y su variación estacional y anual se analiza estadística y espacialmente mediante el uso de un software específico. Los resultados obtenidos permitirán profundizar los conocimientos sobre la eco-epidemiología de *T. evansi* en ambientes silvestres de Argentina, complementando el abordaje integral de los episodios de mortalidad de fauna en el área.

Palabras-clave: eco-epidemiología, enfermedades transmitidas por vectores, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Blastocerus dichotomus*, *Trypanosoma evansi*.

Abstract

Climate change associated with global warming and multiple anthropic activities has profound implications for the transmission of vector diseases. In modified environments, there may be changes in the ecology of wild vectors and hosts/reservoirs, with alterations of host-vector-parasite balance occurring, and the dynamics of transmission and geographical distribution of some diseases may be modified. In Argentina, severe mortality episodes have altered wildlife in the Iberá Andean Esteros and the Paraná Delta in recent years, with marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) and capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) being the most affected species. One of the most relevant findings of these events is multifactorial that combine adverse environmental conditions and co-infections by multiple vector-borne pathogens, such as *Trypanosoma evansi*, found infecting dead deer. This parasite is a protozoan transmitted by tábanos and hematophageal bats, which causes a deadly disease in some domestic and wild species, while other species such as capybaras, it could be found asymptotically with a high frequency in wild populations.

The objective of this project is to investigate the transmission cycle of *T. evansi* in two wetlands in Argentina. It is proposed to determine the frequency and intensity of *T. evansi* infection in capybaras and deer in swamps, their occurrence in vectors, and their association with environmental variables. Co-infections and the role of this agent in mortality episodes are also discussed. In the field, deer and dead capybaras are sampled, and simultaneous sampling of brooms, ticks, and bats is performed. In the laboratory, collected tissues and arthropods will be analyzed using parasitological and molecular techniques. PCRs targeting an 18S rRNA gene fragment for *Trypanosoma* sp. are performed, and in parallel, co-infections had molecularly evaluated by targeting other genes. The intensity of *T. evansi* infection and its seasonal and annual variation are analyzed statistically and spatially by using specific software. The results obtained will allow to deepen knowledge about the eco-epidemiology of *T. evansi* in wild environments of Argentina, complementing the comprehensive approach of wildlife mortality episodes in the area.

Keywords: eco-epidemiology, vector-borne diseases, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Blastocercus dichotomus*, *Trypanosoma evansi*.

INTRODUCCIÓN

Problemáticas actuales como la contaminación, la fragmentación y pérdida de hábitats y el cambio climático son consecuencias de la intensa intervención humana sobre los sistemas naturales (Daszak et al., 2001; Hassell et al., 2017). El calentamiento global y las emisiones de gases de efecto invernadero tienen una significativa implicancia en la aparición de patógenos y vectores, dado que los mismos pueden modificar sus límites geográficos y adaptarse a nuevos entornos propiciando la aparición de nuevas enfermedades (Krause, 1992; Savic et al., 2018). La abundancia y distribución geográfica de especies hospedadoras y vectores cambian en respuesta a las alteraciones sobre los ambientes naturales generando desequilibrios en la dinámica hospedador-vector-parásito (Beldomenico & Begon, 2010; Desquesnes et al., 2013; Jones et al., 2008; Randolph, 2004). A su vez, diversos estresores antrópicos y ambientales, como la baja disponibilidad de recursos, la alta densidad poblacional, las condiciones climáticas adversas y la

exposición a múltiples parásitos, pueden empobrecer la condición corporal de ciertos hospedadores haciéndolos más susceptibles a infecciones (Beldomenico & Begon, 2010).

Históricamente se han descrito eventos de mortalidad de ciervos de los pantanos en los Esteros del Iberá, pero en las últimas décadas estos episodios se han incrementado en intensidad y extensión, en coincidencia con condiciones climáticas extremas (Orozco et al., 2013, 2020), e involucrando también a otras especies como los capibaras. En el Delta del Paraná y en Iberá, en 2016 y en 2017 respectivamente se registraron inundaciones extremas, en las cuales el hábitat y los recursos disponibles para la fauna silvestre se redujeron drásticamente dando lugar a los mayores episodios de mortandad de fauna de los últimos veinte años (Argibay et al., 2018; Orozco, Argibay, et al., 2017; Orozco, Berra, et al., 2017). En ambas áreas se desarrolló una red de vigilancia participativa, conformada por miembros de nuestro grupo de trabajo, pobladores y productores locales, guardaparques y tomadores de decisiones, cuyo objetivo es el reporte temprano de los casos de mortalidad, el registro de datos y la recolección de muestras a campo. Los resultados de los estudios realizados hasta la fecha en el marco de esta red revelaron que los individuos con condición corporal pobre presentaban altas cargas de garrapatas y agentes transmitidos por vectores como *Theileria cervi*, *Trypanosoma theileri*, *Trypanosoma evansi*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Anaplasma platys*, *Anaplasma odocoilei*, *Anaplasma marginale*, y *Candidatus Anaplasma boleense* (Corriale et al., 2013; Guillemi et al., 2019; Orozco et al., 2013, 2020). Este hallazgo, en asociación con la baja disponibilidad de recursos durante eventos climáticos extremos, plantea un escenario multifactorial para los eventos de mortalidad (Barbanti Duarte, 1997; Orozco et al., 2013).

Las ecorregiones Esteros del Iberá y Delta del Paraná son parte de la llanura aluvial del río Paraná. Caracterizadas por sus extensos humedales, constituyen importantes reservorios de biodiversidad y soportan una alta productividad biológica (Malvárez, 1991; Neiff, 2004). El ciervo de los pantanos (*B. dichotomus*) y el capibara (*H. hydrochaeris*) son parte de la riqueza faunística de estos ambientes, siendo el Bajo Delta del Paraná el límite austral más importante de distribución de ambas especies (D'Alessio et al., 2012; Gómez-Villafañe et al., 2005). El ciervo de los pantanos es el cérvido nativo más grande de América del Sur (Pinder & Grosse, 1991), clasificado como

Vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)(Duarte et al., 2016) y la Lista Roja de mamíferos de Argentina (Pereira et al., 2019). El capibara es el roedor más grande del mundo, clasificado como de menor preocupación por la UICN (Reid, 2016) y la Lista Roja de mamíferos de Argentina (Bolkovic et al., 2019). La pérdida de hábitats, el reemplazo de humedales por actividades productivas, las inundaciones, la disminución en la disponibilidad de recursos, la caza y las enfermedades se consideran las mayores amenazas para estas especies (Bolkovic et al., 2019; Pereira et al., 2019).

Trypanosoma evansi, un protozoo hemo-flagelado originario de África, provoca una enfermedad llamada “Mal de caderas” y causa la muerte de miles de animales por año en América del Sur (Mekata et al., 2009). Tiene una amplia gama de hospedadores (e. g. caballos, ganado, ciervos, perros y capibaras) en los cuales los signos clínicos pueden incluir anemia, caquexia, inmunosupresión y signos neurológicos graves y en algunos casos puede producir la muerte (Desquesnes et al., 2013; Herrera et al., 2005). *Trypanosoma evansi* es transmitido de manera mecánica a través de insectos hematófagos como *Tabanus* spp. y *Stomoxys* spp. y no desarrolla su ciclo en el vector (Hoare, 1972). En América Latina se ha descrito al murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*) como otro de los vectores involucrados (Desquesnes et al., 2013), el que actúa también como hospedador del agente (Herrera et al., 2005). Se han reportado infecciones por *T. evansi* en capibaras de América del Sur (Arias et al., 1997; Eberhardt et al., 2014; Filgueiras et al., 2018; Morales et al., 1976), indicando que esta especie es un importante hospedador natural del parásito en la región y generalmente no presenta los signos típicos de la enfermedad (Eberhardt et al., 2014). La infección por *T. evansi* en ciervos de los pantanos ha sido recientemente reportada por primera vez en individuos estudiados durante episodios de mortalidad en Argentina (Orozco et al., 2020). El rol de este agente en los episodios de mortalidad de fauna, y su relación con la abundancia de vectores durante condiciones climáticas extremas aún no ha sido estudiado.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es investigar el ciclo de transmisión silvestre de *Trypanosoma evansi* en dos humedales de Argentina: los Esteros del Iberá y el Bajo Delta del Paraná, donde ocurren episodios de mortalidad de fauna.

Los objetivos particulares son: i) Determinar la frecuencia e intensidad de infección por *T. evansi* en ciervos de los pantanos (*B. dichotomus*) y capibaras (*H. hydrochaeris*) que cohabitan en los dos humedales en estudio; ii) determinar la ocurrencia de *T. evansi* en especies de vertebrados e invertebrados conocidos y potenciales vectores del agente; iii) analizar estadística y espacialmente la intensidad de infección por *T. evansi* en los humedales en estudio y su variación estacional y anual; iv) determinar la ocurrencia de coinfecciones entre *T. evansi*, *Babesia* sp., *Theileria* sp., *Anaplasma* sp. y *Ehrlichia* sp. en *B. dichotomus* y en *H. hydrochaeris*; v) evaluar el rol de la intensidad de infección por *T. evansi* y las condiciones climáticas (temperatura, humedad, precipitaciones) durante los eventos de mortalidad de fauna.

METODOLOGÍA

Este trabajo es realizado en los Esteros del Iberá y en el Bajo Delta del Paraná. La ecorregión Esteros del Iberá conforma un macrosistema único en América, es parte del macrohumedal del Iberá/Ñeembucú y contiene el humedal más extenso y una de las principales reservas de agua dulce de Argentina (Neiff & Poi de Neiff, 2006). Se encuentra localizado entre los 27°40' S, 56°38' O y 29°20' S, 59°25' O en la provincia de Corrientes y está constituido por ambientes palustres interconectados con lagos poco profundos, vegetación principalmente hidrófila, pajonales en cañadas y bañados anegadizos e islas de vegetación selvática (Neiff, 2004). La ecorregión Delta del Paraná es un gran conjunto de áreas inundables localizada entre 60° 39' O, 32°60' S y 58°30' O, 34°30' S en la porción terminal de la Cuenca del Plata (Fracassi et al., 2017). El área ha sido intensamente modificada por las actividades humanas, lo que se refleja en la heterogeneidad del paisaje (Fracassi, 2012).

Muestreo de ciervos de los pantanos y capibaras: Durante dos años consecutivos se evaluarán los ciervos de los pantanos y capibaras rescatados y/o hallados muertos en ambas áreas. Se trabajará conjuntamente con la red de vigilancia participativa. Los

animales serán examinados para determinar su condición corporal y se colectarán muestras de sangre, ectoparásitos, pelo y heces. Se procederá a realizar la necropsia completa de los animales muertos. Las muestras serán congeladas y enviadas al laboratorio del IEGEBA-CONICET en Buenos Aires para su procesamiento.

Muestreo de vectores: Se llevarán a cabo dos campañas en invierno y verano durante dos años. La ubicación de los sitios de muestreo de artrópodos y murciélagos será determinada mediante un muestreo estratificado en múltiples niveles. En cada sitio de muestreo, colocaremos grillas de 40 x 40 metros y en cada una se realizará en simultáneo el muestreo de artrópodos y murciélagos. Para las capturas de artrópodos hematófagos se utilizarán de manera combinada trampas de luz UV y del tipo Malaise. Los ejemplares capturados serán conservados en alcohol 70% e identificados taxonómicamente. Se realizarán capturas nocturnas de murciélagos utilizando redes de niebla de malla negra. Los individuos capturados serán transportados al laboratorio de campo, donde serán anestesiados, pesados, anillados y se colectarán muestras biológicas. Una vez recuperados de la anestesia todos los individuos serán liberados (Argibay et al., 2016). Los procedimientos para el manejo de animales se llevarán a cabo de acuerdo a los protocolos aprobados por el CICUAL (Protocolo N°2014-40 y 2018-47) de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UBA). El personal involucrado estará debidamente entrenado y trabajará bajo estrictas normas de bioseguridad establecidas en el Plan de Protección del Servicio de Higiene y Seguridad de la FCEyN (UBA).

Diagnóstico de laboratorio: A partir de frotis de sangre de mamíferos y de la hemolinfa de artrópodos se realizará un primer diagnóstico de *T. evansi* mediante observación al microscopio. Para confirmar presencia de *T. evansi* y coinfecciones se extraerá ADN de sangre/tejidos y hemolinfa y se amplificará por PCR dirigidas a un fragmento del gen *18SrRNA* para *Trypanosoma* sp. y para *Babesia/Theileria* (Paoletta et al., 2018) y al gen *16SrRNA* para la familia Anaplasmataceae (Bekker et al., 2002; Tomassone et al., 2008).

La intensidad de infección por *T. evansi* y su variación estacional y anual se analizará estadística y espacialmente mediante el uso de un software específico

RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados obtenidos en este proyecto contribuirán a identificar:

- El ciclo de transmisión e infección por *T. evansi* en los dos humedales en estudio en Argentina.
- La ubicación geográfica de los sitios de mayor frecuencia de infección por *T. evansi* en ambas áreas de estudio.
- Coinfecciones por patógenos transmitidos por vectores incluyendo *T. evansi*, y su relación con las condiciones ambientales y la condición corporal.
- El rol de *T. evansi* en la mortalidad de ciervos y capibaras.
- Herramientas para el desarrollo de planes de manejo para las especies afectadas por estos episodios y para la prevención de estos agentes infecciosos.

CONCLUSIONES

Estudiar el rol de *T. evansi* en los episodios de mortalidad de fauna y su relación con la abundancia de vectores durante condiciones climáticas extremas permitirá profundizar los conocimientos sobre la eco-epidemiología de este agente en ambientes silvestres de Argentina, complementando el abordaje integral de los episodios de mortalidad de fauna en el área.

REFERENCIAS

- Argibay, H., Orozco, M. M., Cardinal, M. V., Rinas, M. A., Arnaiz, M., Mena Segura, C., & Gürtler, R. E. (2016). First finding of *Trypanosoma cruzi* II in vampire bats from a district free of domestic vector-borne transmission in Northeastern Argentina. *Parasitology*, *143*(11). <https://doi.org/10.1017/S0031182016000925>
- Argibay, H., Rodríguez Planes, L., Rodríguez, P., & Orozco, M. (2018). Inundaciones como factor determinante en eventos de mortalidad de *Blastocercus dichotomus* en dos poblaciones de Argentina. *XIII Congreso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre En La Amazonía y Latinoamérica, Ciudad Del Este, Paraguay*.
- Arias, F. J., García, F., Rivera, M., & López, R. (1997). *Trypanosoma evansi* in capybara from Venezuela. *Journal of Wildlife Diseases*, *33*, 359–361.

<https://doi.org/10.7589/0090-3558-33.2.359>

Barbanti Duarte, J. M. B. (1997). *Biología e conservação de cervídeos Sul-Americanos: blastocerus, ozotoceros e mazama*. FUNEP.

Bekker, C., de Vos, S., Taoufik, A., Sparagano, O., & Jongejan, F. (2002).

Simultaneous detection of Anaplasma and Ehrlichia species in ruminants and detection of Ehrlichia ruminantium in Amblyomma variegatum ticks by reverse line blot hybridization. *Veterinary Microbiology*, 89, 223–238.

Beldomenico, P. M., & Begon, M. (2010). Disease spread, susceptibility and infection intensity: vicious circles? *Trends in Ecology and Evolution*, 25(1), 21–27.

<https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.015>

Bolkovic, M. L., Quintana, R., Cirignoli, S., Perovic, P. G., Eberhardt, A., Byrne, S., Bareiro, R., & Porini, G. (2019). *Hydrochoerus hydrochaeris*. SAYDS–SAREM (Eds.) Categorización 2019 de Los Mamíferos de Argentina Según Su Riesgo de Extinción. Lista Roja de Los Mamíferos de Argentina. <http://cma.sarem.org.ar>

Corriale, M. J., Orozco, M. M., & Jiménez Perez, I. (2013). Parámetros poblacionales y estado sanitario de carpinchos (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en lagunas artificiales de los Esteros del Iberá. *Mastozoología Neotropical*, 20(1), 31–45.

D'Alessio, S., Aprile, G., Lartigau, B., Giacomo, A. Di, Illiger, B. D., & Coles, N. C. (2012). Ciervo de los pantanos. *Manejo de Fauna Silvestre En La Argentina / Programas de Conservación de Especies Amenazadas*, 249–280.

Daszak, P., Cunningham, A. A., & Hyatt, A. D. (2001). Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropica*, 78(2), 103–116.

Desquesnes, M., Dargantes, A., Lai, D.-H., Lun, Z.-R., Holzmuller, P., & Jittapalapong, S. (2013). Trypanosoma evansi and Surra: A Review and Perspectives on Transmission, Epidemiology and Control, Impact, and Zoonotic Aspects. *BioMed Research International*, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2013/321237>

Duarte, J. M. B., Varela, D., Piovezan, U., Beccaceci, M. D., & Garcia, J. E. (2016). *Blastocerus dichotomus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T2828A22160916*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T2828A22160916>

- Eberhardt, A. T. T., Monje, L. D. D., Zurvera, D. A. A., & Beldomenico, P. M. M. (2014). Detection of *Trypanosoma evansi* infection in wild capybaras from Argentina using smear microscopy and real-time PCR assays. *Veterinary Parasitology*, 202(3–4), 226–233. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.02.043>
- Filgueiras, A., Barros, J. H. da S., Xavier, S. C. C., de Souza, S. F., Medeiros, L. dos S., Ribeiro, V. M. F., Jansen, A. M., & Roque, A. L. R. (2018). Natural *Trypanosoma* (Trypanozoon) *evansi* (Steel, 1885) infection among mammals from Brazilian Amazon. *Acta Tropica*, 190, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.11.011>
- Fracassi, N. (2012). *Diversidad de mamíferos y aves en forestaciones y pajonales de salicáceas del Bajo Delta del río Paraná. Tesis de Magister en Recursos Naturales*. Universidad de Buenos Aires.
- Fracassi, N., Pereira, J. A., Mujica, G., Hauri, B., & Quintana, R. D. (2017). Estrategias de conservación de la Biodiversidad en Paisajes Forestales del Bajo Delta del Paraná-Uniendo a los actores clave de la región. *Mastozoología Neotropical*, 24(1), 59–68.
- Gómez-Villafañe, I., Miño, M., Cavia, R., Hodara, K., Courtalón, P., Suárez, O., & Busch, M. (2005). *Roedores de la Provincia de Buenos Aires (L.O.L.A)*.
- Guillemi, E. C., Orozco, M. M., Argibay, H. D., & Farber, M. D. (2019). Evidence of *Ehrlichia chaffeensis* in Argentina through molecular detection in marsh deer (*Blastocercus dichotomus*). *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 8, 45–49. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2018.12.004>
- Hassell, J. M., Begon, M., Ward, M. J., & Fèvre, E. M. (2017). Urbanization and Disease Emergence: Dynamics at the Wildlife–Livestock–Human Interface. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(1), 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.09.012>
- Herrera, H. M., Norek, A., Freitas, T. P. T., Rademaker, V., Fernandes, O., & Jansen, A. M. (2005). Domestic and wild mammals infection by *Trypanosoma evansi* in a pristine area of the Brazilian Pantanal region. *Parasitology Research*, 96(2), 121–126. <https://doi.org/10.1007/s00436-005-1334-6>
- Hoare, C. A. (1972). *The trypanosomes of mammals. A zoological monograph*. Blackwell Scientific Publications, 5 Alfred Street, Oxford.

- 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(7181), 990–993. <https://doi.org/10.1038/nature06536>
- Krause, R. M. (1992). The origins of plagues: old and new. *Science*, 257, 1073–1078.
- Malvárez, A. (1991). El Delta del río Paraná como mosaico de humedales. In A. Malvárez (Ed.), *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica* (pp. 35–54). MAB-UNESCO.
- Mekata, H., Konnai, S., Witola, W. H., Inoue, N., Onuma, M., & Ohashi, K. (2009). Molecular detection of trypanosomes in cattle in South America and genetic diversity of *Trypanosoma evansi* based on expression-site-associated gene 6. *Infection, Genetics and Evolution*, 9(6), 1301–1305. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2009.07.009>
- Morales, G. A., Wells, E. A., & Angel, D. (1976). The Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) as a reservoir host for *Trypanosoma evansi*. *Journal of Wildlife Diseases*, 12, 572–574.
- Neiff, J. (2004). *El Iberá... ¿En peligro?* (1er ed.). Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Neiff, J., & Poi de Neiff, A. S. G. (2006). Situación ambiental en la ecorregión Iberá. In A. Brown, U. Martínez Ortiz, M. Acerbi, & J. Corcuera (Eds.), *La situación ambiental Argentina* (pp. 177–184). Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Orozco, M., Argibay, H. D., Minatel, L., Guillemi, E. C., Berra, Y., Schapira, A., Di Nucci, D., Marcos, A., Lois, F., Falzone, M., & Farber, M. D. (2020). A participatory surveillance of marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) morbidity and mortality in Argentina: first results. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 321. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02533-x>
- Orozco, M., Argibay, H., Rodríguez, P., & Rodríguez Planes, L. (2017). El evento de inundación extraordinaria en Corrientes, Argentina durante 2017: impacto en las poblaciones de ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*). *XXX Jornadas Argentinas de Mastozoología, Bahía Blanca, Argentina*.
- Orozco, M., Berra, Y., Argibay, H., Guillemi, E., Farber, M., Minatel, L., Marcos, A., Perez Carrera, A., Pereira, J., & Degregorio, O. (2017). El Proceso de inundación de la Cuenca del Río Paraná: Implicancias en la salud de las poblaciones de ciervo

- de los pantanos. *10° Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica. Colegio de Veterinarios de La Provincia de Buenos Aires. Mar Del Plata.*
- Orozco, M., Marull, C., Jiménez, I., & Gürtler, R. E. (2013). Mortalidad invernal de ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) en humedales del noreste de Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 20(1), 163–170.
- Paoletta, M. S., López Arias, L., de la Fournière, S., Guillemi, E. C., Luciani, C., Sarmiento, N. F., Mosqueda, J., Farber, M. D., & Wilkowsky, S. E. (2018). Epidemiology of Babesia, Anaplasma and Trypanosoma species using a new expanded reverse line blot hybridization assay. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 9(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.08.011>
- Pereira, J., Varela, D., Aprile, G., Cirignoli, S., Orozco, M., Lartigau, B., De Angelo, C., & Giraud, A. (2019). *Blastocerus dichotomus*. Categorization of Mammals in Argentina According to Their Risk of Extinction. Red List of Mammals from Argentina. SAYDS & SAREM. <http://cma.sarem.org.ar>
- Pinder, L., & Grosse, A. (1991). Mammalian Species: *Blastoceros dichotomus*. *American Society of Mammalogists*, 380, 1–4.
- Randolph, S. E. (2004). Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by ixodid ticks as vectors. *Parasitology*, 37-65.
- Reid, F. (2016). *Hydrochoerus hydrochaeris*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T10300A22190005*. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T10300A22190005.en>.
- Savic, S., Potkonjak, A., Zekic-Stosic, M., & Petrovic, T. (2018). The emergence of vector-borne diseases in new locations. In *Management of Emerging Public Health Issues and Risks: Multidisciplinary Approaches to the Changing Environment*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813290-6.00004-4>
- Tomassone, L., Nuñez, P., Gürtler, R. E. E., Ceballos, L. A. A., Orozco, M. M. M., Kitron, U. D. D., & Farber, M. (2008). Molecular detection of Ehrlichia chaffeensis in Amblyomma parvum ticks, Argentina. *Emerging Infectious Diseases*, 14(12), 1953. <https://doi.org/10.3201/eid1412.080781>