



NOTAS SOBRE
MAMÍFEROS
SUDAMERICANOS

●



Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos

NOTAS SOBRE MAMÍFEROS SUDAMERICANOS



Búsqueda de *Leptospira* spp. en visón americano *Neogale vison* (Schreber, 1777) en el sur de la provincia de Neuquén, Patagonia Argentina

A. Cecilia Gozzi (1), Karina Caimi (2), Luciana Piudo (3), Virginia Rago (4), Martín Monteverde (3), Alejandro González (3) y M. Laura Guichón (4)

(1) Grupo de Ecología de Mamíferos Introducidos (EMI), Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable (INEDES, CONICET-UNLu), Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján (UNLu), Buenos Aires, Argentina. (2) Instituto de Agrobiotecnología y Biología Molecular (IABIMO, INTA-CONICET), Buenos Aires, Argentina. (3) Centro de Ecología Aplicada de Neuquén (CEAN), Neuquén, Argentina. (4) Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCo), Subsede Junín de los Andes, Neuquén, Argentina. [correspondencia: aceciliagozzi@yahoo.com.ar]

Citación: GOZZI, A. C., K. CAIMI, L. PIUDO, V. RAGO, M. MONTEVERDE, A. GONZÁLEZ, & M. L. GUICHÓN. 2023. Búsqueda de *Leptospira* spp. en visón americano *Neogale vison* (Schreber, 1777) en el sur de la provincia de Neuquén, Patagonia Argentina. Notas sobre Mamíferos Sudamericanos 5:e23.8.2.

RESUMEN

Los mamíferos domésticos y silvestres cumplen un rol importante en la epidemiología de la leptospirosis. El visón americano *Neogale vison* es un mustélido introducido en Argentina que podría actuar como portador/reservorio de leptospirosis en la región. Nuestro objetivo fue estudiar la presencia de *Leptospira* spp. en muestras de orina y riñón de visones capturados (n= 25) en el sur de la provincia de Neuquén. No detectamos la bacteria en ninguna de las muestras analizadas. Sin embargo, consideramos importante profundizar estos estudios dados los hábitos semiacuáticos del visón americano, su interacción con especies silvestres, domésticas y con humanos, y su continua expansión.

Palabras claves: epidemiología, leptospirosis, mamífero invasor, monitoreo sanitario, zoonosis

ABSTRACT - Search for *Leptospira* spp. in the American mink *Neogale vison* (Schreber, 1777) introduced in the province of Neuquén, Argentinian Patagonia. Both wild and domestic mammal species play an important role in the epidemiology of leptospirosis. The American mink *Neogale vison* has been introduced in Argentina, where it could act as a carrier or reservoir of leptospirosis. Our objective was to study the presence of *Leptospira* spp. in urine and kidney samples of individuals (n= 25) captured in Southern Neuquén province. No *Leptospira* spp. were detected in the analyzed samples. However, we highlight the importance of broadening these studies given the semiaquatic habits of the American mink, its interaction with wild and domestic species and also with people, and its continuous expansion.

Keywords: disease monitoring, epidemiology, invasive mammal, leptospirosis, zoonosis

Recibido el 23 de marzo de 2023. Aceptado el 18 de mayo de 2023. Editora asociada Juliana Sánchez.



Las enfermedades zoonóticas constituyen una importante preocupación a nivel mundial, situación que se vio reflejada en la pandemia ocasionada por el SARS-CoV-2 en el año 2019 (Morens et al. 2020) y más recientemente por el brote de casos de viruela del mono causado por un virus perteneciente al grupo *Orthopoxvirus* (Thornhill et al. 2022; Velavan & Meyer 2022). Las actividades humanas generan diversos cambios en el ambiente que frecuentemente modifican la tasa de encuentro entre las especies silvestres, las domésticas y las personas, lo que altera la transmisión de patógenos entre hospedadores (Daszak et al. 2001; Gottdenker et al. 2014; Lindahl & Grace 2015). En el caso de la introducción de especies exóticas, estas especies pueden traer consigo patógenos nuevos para los cuales las especies nativas no tienen inmunidad, facilitando la ocurrencia de procesos conocidos como “pathogen pollution” y “spillover” (Cunningham et al. 2003; Lymbery et al. 2014; Ellwanger & Chies 2021; Uhart 2023). A su vez, la especie introducida puede convertirse en hospedadora de patógenos existentes en el ambiente invadido y amplificar su efecto sobre las especies de hospedadores nativos, mecanismo denominado “spillback”, o reducir su efecto sobre los hospedadores nativos al aumentar la diversidad de hospedadores, “efecto dilución” (Ostfeld & Keesing 2000; Kelly et al. 2009; Chinchio et al. 2020; Uhart 2023). Hay numerosas especies silvestres que actúan como reservorios de distintos patógenos zoonóticos, por lo que la introducción de nuevos hospedadores podría, en este sentido, modificar el mapa epidemiológico de los patógenos circulantes (Sepúlveda et al. 2014; Han et al. 2016; Zhang et al. 2022). El monitoreo sanitario de mamíferos silvestres en sus ambientes naturales permite conocer, por un lado, la circulación de bacterias, virus y parásitos de importancia zoonótica y, por otro lado, las especies hospedadoras que intervienen en su transmisión y epidemiología (Kelly et al. 2020; Ghai et al. 2022). En el marco del concepto de Una Salud, esta información es importante para tomar decisiones de manejo poblacional y/o sanitario, por ejemplo, en el caso de especies silvestres introducidas o animales domésticos, y así poder prevenir o reducir brotes de enfermedades zoonóticas en un área en particular (Gortazar et al. 2015; Kelly et al. 2020).

La leptospirosis es una zoonosis re-emergente ampliamente distribuida a nivel mundial (Bharti et al. 2003; Schneider et al. 2017). Esta enfermedad es causada por bacterias patógenas del género *Leptospira* con más de 200 serovares que pueden afectar un amplio y variado rango de hospedadores, principalmente mamíferos (Ellis 2015; Levett 2015). Constituye un importante problema de salud pública en Latinoamérica y, además, puede provocar pérdidas a nivel productivo y brotes en especies con diferente estatus de conservación (Cameron et al. 2008; Adler & de la Peña Moctezuma 2010; Draghi et al. 2011). Las especies que actúan como reservorio de esta bacteria intervienen en el mantenimiento del patógeno en el ambiente y actúan como excretoras y diseminadoras de leptospirosis a través de la orina (Seijo et al. 2002; Adler & De La Peña Moctezuma 2010; Brihuega & Tealdo 2011; Medeiros et al. 2020). Las bacterias del género *Leptospira* son susceptibles a la desecación, pero poseen la capacidad de subsistir en el agua y ambientes húmedos (Haake & Levett 2015). Por lo tanto, los humedales y cuerpos de agua de distinto tipo son propicios



para su persistencia en el ambiente (Muñoz-Zanzi et al. 2014; Andre-Fontaine et al. 2015; Thibeaux et al. 2017). Las especies hospedadoras que usan estos ambientes, entonces, tendrían particular relevancia en su diseminación. La infección ocurre con el ingreso de leptospiras a través de las mucosas o heridas, pudiendo ser por vía directa por contacto con orina de un animal infectado o por vía indirecta a través de alimentos o un ambiente contaminado (Sykes et al. 2022a, b). La depredación de presas infectadas puede ser también una ruta de transmisión directa (Shophet & Marshall 1980).

El visón americano *Neogale vison* (Schreber, 1777), perteneciente a la familia Mustelidae, fue introducido con fines peleteros en la Patagonia argentina y chilena en la década de 1930. Debido a sucesivos escapes y liberaciones de individuos por el fracaso económico de los criaderos, los visones comenzaron a establecer poblaciones silvestres y actualmente esta especie se encuentra en franca expansión a lo largo de la Patagonia argentina (Guichón et al. 2016; Valenzuela et al. 2019; Fasola et al. 2021). El visón americano tiene hábitos semiacuáticos y en Argentina se encuentra principalmente en ríos, lagos, humedales de los bosques andino patagónicos y de la estepa patagónica, en la costa marina de Tierra del Fuego, y en la ecorregión del Monte y sistema de marismas del estuario del Río Negro (Fasola et al. 2021). Es frecuente también que esta especie use cuerpos de agua asociados a zonas con diferente grado de urbanización (Valenzuela et al. 2019).

Estudios realizados previamente en esta especie en Argentina y en otros países donde también fue introducida indican que el visón americano es portador renal de *Leptospira* spp. (Moinet et al. 2010; Barros et al. 2014; Martino et al. 2017; Salgado Alfaro et al. 2020). Teniendo en cuenta que el agua es el ambiente primario que facilita la transmisión de *Leptospira* spp., y que el visón americano tiene hábitos de vida semiacuáticos, resulta claro pensar que este hospedador puede tener un rol central en su epidemiología (Haake & Levett 2015). Además, se conoce que los visones americanos coexisten e interactúan en forma directa o indirecta (e.g., uso de sitios de alimentación y refugio) con especies domésticas tanto de compañía (e.g., perros) como de producción, y con otras especies silvestres como roedores, que son considerados los principales reservorios de leptospiras patógenas y una parte importante de su dieta (Vanasco et al. 2003; Fasola et al. 2011; Valenzuela et al. 2013; Boey et al. 2019). Estos antecedentes resaltan la importancia de monitorear a esta especie como potencial hospedador de la bacteria en Patagonia. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la presencia de *Leptospira* spp. por métodos directos en visones silvestres provenientes de poblaciones establecidas en el sur de la provincia de Neuquén, Patagonia argentina.

Entre octubre de 2011 y marzo 2018, dentro del marco de acciones de control del visón americano realizadas por organismos provinciales (Centro de Ecología Aplicada de Neuquén y Cuerpo de Guardafaunas de la provincia de Neuquén), se capturaron 25 visones americanos en los alrededores de las localidades de Junín de los Andes (latitud -39,916358; longitud -71,103401) y Aluminé (latitud -39,329961; longitud -70,920067), provincia de Neuquén. Los individuos capturados fueron donados con



finde de investigación por los organismos provinciales. De los 25 individuos capturados (19 adultos, 2 subadultos y 4 juveniles), a 13 individuos se les practicó la necropsia a continuación de la eutanasia, mientras que los restantes 12 fueron conservados a -20°C por cuestiones operativas, para su posterior inspección y toma de muestras.

Se colectaron en forma aséptica en un laboratorio ambos riñones enteros de todos los ejemplares ($n= 25$) y muestras de orina cuando había cantidad suficiente ($n= 6$). Todas las muestras se conservaron a -20°C y fueron remitidas al Laboratorio de *Leptospira* del Instituto de Agrobiotecnología y Biología Molecular (INTA) para su estudio. Tanto las muestras de riñón como de orina se analizaron mediante: (1) técnica de amplificación directa por reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y (2) técnica de cultivo. Para la amplificación directa por PCR se realizó un homogenato de una pequeña porción de tejido de riñón con Trizol, que fue luego utilizado para la extracción de ADN. Por otro lado, se separó una alícuota de la muestra de orina usando Trizol para la extracción de ADN, se centrifugó y se resuspendió el pellet obtenido en agua, que fue posteriormente hervido. De ese producto se tomó el templado para realizar la amplificación directa por PCR (Goarant et al. 2020). Para el cultivo de riñón se realizó un nuevo homogenato del cual se realizaron diluciones que fueron sembradas por duplicado en medio semisólido EMJH (Difco Laboratorios). Para el cultivo de orina se sembró una alícuota directamente en el medio utilizado para el cultivo de muestra de riñón, pero con el agregado de 5-fluorouracilo. Los cultivos se incubaron 6 meses en estufa a 28°C . En la técnica de amplificación por PCR se utilizó como blanco de amplificación el gen 16S rRNA específico de *Leptospira* (Mérien et al. 1992).

Los resultados de las técnicas de PCR y cultivo tanto de riñón como de orina fueron negativos para la presencia de la bacteria. Teniendo en cuenta que la obtención de muestras biológicas en fauna silvestre reviste una gran complejidad, que las investigaciones en esta línea son escasas en el área de estudio y que existen antecedentes de aislamientos positivos a partir de tejido renal previamente congelado (Sykes et al. 2022b), se realizó la técnica de aislamiento a partir del cultivo de tejido congelado en forma complementaria a detección molecular por PCR directa (Tulsiani et al. 2011). Este es el primer trabajo en analizar por métodos directos muestras de visones americanos en búsqueda de la presencia de *Leptospira* spp. en Argentina y, si bien no se detectó la presencia de leptospiros en las muestras analizadas, es recomendable continuar este tipo de análisis ya que la cantidad de individuos muestreados y su representación geográfica fue limitada. Un estudio serológico previo realizado en la provincia de Neuquén en seres humanos, ganado (vacas, caballos, ovejas, cabras) y mamíferos silvestres (liebre, conejo, ciervo colorado), informó la detección de anticuerpos en el 42% del total de los 920 animales analizados (domésticos y silvestres), y en el 17% de las 151 personas evaluadas (Brihuega et al. 1984). Reportes relativamente recientes (2019–2020) de casos de leptospirosis en dos personas y en un perro en la zona de estudio (A. Zurschmitten y J. F. Fernández Canigia, comunicación personal) demuestran la importancia de continuar con la vigilancia de esta zoonosis en el área estudiada.

En Argentina existe solo un reporte de detección de anticuerpos contra *L. interrogans*



gans en suero de visón americano utilizando la técnica de microaglutinación (MAT) (Martino et al. 2017). Estudios previos realizados en esta especie en la Patagonia chilena y en Francia confirman la presencia de leptospiras en el visón americano. Barros et al. (2014) detectaron una prevalencia del 56% para leptospiras patógenas identificando secuencias relacionadas a *L. interrogans* y a *L. borgpetersenii* mediante PCR en muestras de sangre y de riñón. En otro estudio realizado en la Patagonia chilena se analizaron muestras de suero pertenecientes a áreas con baja y con alta intervención ganadera mediante la técnica MAT, y muestras de riñón mediante cultivo con posterior detección y caracterización molecular de los cultivos positivos, hallando *L. interrogans* serovar Copenhageni y *L. interrogans* serovar Icterohaemorrhagiae en ambas áreas, mientras que *L. interrogans* serovar Hardjo-prajitno fue encontrada solo en el área con alta actividad ganadera (Salgado Alfaro et al. 2020). Por otro lado, los estudios realizados en Francia encontraron una prevalencia de anticuerpos de *L. interrogans* sensu lato mayor en los visones silvestres que en los de cautiverio (Moinet et al. 2010). En la población silvestre se hallaron los serogrupos Autumnalis, Grippotyphosa, Panama, Sejroe, siendo Australis e Icterohaemorrhagiae los de mayor prevalencia (Moinet et al. 2010). El registro de distintas especies de leptospiras patógenas en visón americano, junto con el hallazgo de distintos serogrupos y serovares, sugiere que esta especie puede tener un rol relevante en el mantenimiento y circulación de leptospiras en un ambiente determinado. La presencia de *L. interrogans* serovar Hardjo-prajitno y *L. interrogans* serovar Icterohaemorrhagiae refleja la posibilidad de intercambio de leptospiras entre visones y animales domésticos, como el ganado, y otros animales silvestres, particularmente los roedores. Esto sugiere que existen diferentes fuentes de infección y quizás también diferentes vías de contagio de acuerdo a las interacciones interespecíficas y a las condiciones ambientales de la comunidad invadida.

Los antecedentes descriptos indican la relevancia de realizar vigilancia activa de *Leptospira* spp. en visón americano y la necesidad de continuar el monitoreo aumentando la cantidad de individuos analizados y ampliando los sitios de estudio dentro de la región. A su vez, incorporar el análisis de distintos tipos de muestras junto con la implementación de otras técnicas y ampliar los análisis a otras especies simpátricas de mamíferos silvestres complementará la información existente sobre las especies que actúan como reservorios. En la actualidad hay un incremento de estudios tendientes a estudiar el potencial zoonótico de animales silvestres, por lo que continuar este monitoreo permitirá, además, explorar el tipo de *Leptospira* presente en el ambiente, con potenciales efectos sobre otras especies nativas. Dar a conocer resultados negativos, como los presentados en este estudio, ayuda a reducir el sesgo que genera informar sólo cuando se detecta el patógeno y puede modificar la interpretación de nuevos datos, lo que influye a su vez en el diseño de futuros estudios (Stallknecht 2007; La Sala et al. 2022).

El monitoreo sanitario en especies exóticas invasoras permite evaluar el rol que cumplen en la circulación de patógenos y sus consecuencias en la comunidad invadida. Generar información sobre el rol epidemiológico que poseen distintas especies



silvestres en la transmisión de la *Leptospira* spp. en la Patagonia argentina permite conocer cuáles son las especies que intervienen en su transmisión en esta región y cuáles son los serovares de leptospirosis con mayor circulación. Los hábitos semiacuáticos del visón americano, su amplia distribución y su presencia en áreas peridomésticas y en cuerpos de agua donde se practican actividades recreativas y deportivas conllevan un riesgo para la salud pública (Monahan et al. 2009; Muñoz-Zanzi et al. 2014). A su vez, dado que el visón americano comparte el ambiente con especies domésticas y silvestres, puede actuar como hospedador puente en la transmisión de patógenos a especies nativas en peligro de extinción, como el huillín *Lontra provocax* (Thomas, 1908) (Sepúlveda et al. 2014). A medida que se vaya obteniendo más información, se podrá evaluar de manera más completa e integral el riesgo sanitario que conlleva la expansión y establecimiento de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal del Centro de Ecología Aplicada de Neuquén y del Cuerpo de Guardafaunas de Neuquén y a la Secretaría de Desarrollo Territorial y Ambiente por su apoyo para el desarrollo del estudio.

LITERATURA CITADA

- ADLER, B., & A. DE LA PEÑA MOCTEZUMA. 2010. *Leptospira* and leptospirosis. *Veterinary Microbiology* 140:287–96. <http://doi:10.1016/j.vetmic.2009.03.012>
- ANDRE-FONTAINE, G., F. AVIAT, & C. THORIN. 2015. Waterborne Leptospirosis: Survival and Preservation of the Virulence of Pathogenic *Leptospira* spp. in Fresh Water. *Current Microbiology* 71:136–142. <https://doi:10.1007/s00284-015-0836-4>
- BARROS, M., L. SAENZ, L. LAPIERRE, C. NUÑEZ, & G. MEDINA-VOGEL. 2014. High prevalence of pathogenic *Leptospira* in alien American mink (*Neovison vison*) in Patagonia. *Revista Chilena de Historia Natural* 87:19. <http://doi:10.1186/s40693-014-0019-x>
- BHARTI, A. R., ET AL. 2003. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. *The Lancet Infectious Diseases* 3:757–771. [http://doi:10.1016/s1473-3099\(03\)00830-2](http://doi:10.1016/s1473-3099(03)00830-2)
- BOEY, K., K. SHIOKAWA, & S. RAJEEV. 2019. *Leptospira* infection in rats: A literature review of global prevalence and distribution. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 13:e0007499. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007499>
- BRIHUEGA, B. F., J. M. PUEYO, E. H. SORIA, C. A. ROBLES, R. A. CACCHIONE, & E. S. MARTÍNEZ. 1984. Leptospirosis en la provincia de Neuquén: estudio serológico en animales y humanos. *Veterinaria Argentina* 5:462–466.
- BRIHUEGA, B., & M. TEALDO. 2011. Importancia de los animales silvestres en la leptospirosis. Tema de zoonosis V (J. Basualdo, R. Cacchione, R. Durlach, P. Martino & A. Seijo, eds.). Asociación Argentina de Zoonosis, Buenos Aires.
- CAMERON, C. E., ET AL. 2008. Detection of pathogenic *Leptospira* bacteria in pinniped populations via PCR and identification of a source of transmission for zoonotic leptospirosis in the marine environment. *Journal of Clinical Microbiology* 46:1728–1733. <http://doi:10.1128/JCM.02022-07>
- CHINCHIO, E., M. CROTTA, C. ROMEO, J. A. DREWE, J. GUITIAN, & N. FERRARI. 2020. Invasive alien species and disease risk: An open challenge in public and animal health. *PLoS Pathogens* 16:e1008922. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1008922>



- CUNNINGHAM, A. A., P. DASZAK, & J. P. RODRIGUEZ. 2003. Pathogen pollution: Defining a parasitological threat to biodiversity conservation. *Journal of Parasitology* 89:S78–S83.
- DASZAK, P., A. A. CUNNINGHAM, & A. D. HYATT. 2001. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropica* 78:103–116. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(00\)00179-0](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(00)00179-0)
- DRAGHI, M. G., ET AL. 2011. Brote de leptospirosis en terneros en recría en la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología* 43:42–44.
- ELLIS, W. A. 2015. Animal leptospirosis. *Leptospira and Leptospirosis* (B. Adler, ed.). *Current Topics in Microbiology and Immunology*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_6
- ELLWANGER, J. H., & J. A. B. CHIES. 2021. Zoonotic spillover: Understanding basic aspects for better prevention. *Genetics and Molecular Biology* 44:e20200355. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2020-0355>
- FASOLA, L., J. MUZIO, C. CHEHÉBAR, M. CASSINI, & D. W. MACDONALD. 2011. Range expansion and prey use of American mink in Argentinean Patagonia: Dilemmas for conservation. *European Journal of Wildlife Research* 57:283–294.
- FASOLA, L., P. ZUCOLILLO, I. ROESLER, & J. L. CABELLO. 2021. Foreign Carnivore: The case of American mink (*Neovison vison*) in South America. *Biological invasions in the South American anthropocene global causes and local impacts* (F. M. Jaksic & S. A. Castro, eds.). Springer Nature, Switzerland.
- GHAJ, R. R., ET AL. 2022. A generalizable one health framework for the control of zoonotic diseases. *Scientific Reports* 12:8588. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12619-1>
- GOARANT, C., D. GIRAULT, R. THIBEAUX, & M.-E. SOUPE´-GILBERT. 2020. Isolation and culture of *Leptospira* from clinical and environmental samples. *Leptospira spp.: Methods and Protocols* (N. Koizumi & M. Picardeau, eds.). Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0459-5>
- GORTAZAR, C., I. DIEZ-DELGADO, J. A. BARASONA, J. VICENTE, J. DE LA FUENTE, & M. BOADELLA. 2015. The wild side of disease control at the wildlife-livestock human interface: a review. *Frontiers in Veterinary Science* 1:27. <https://doi.org/10.3389/fvets.2014.00027>
- GOTTENKER, N. L., D. G. STREICKER, C. L. FAUST, & C. R. CARROLL. 2014. Anthropogenic land use change and infectious diseases: A review of the evidence. *EcoHealth* 11:619–632. <https://doi.org/10.1007/s10393-014-0941-z>
- GUICHÓN, M. L., M. J. MONTEVERDE, L. PIUDO, J. SANGUINETTI, & S. DI MARTINO. 2016. Mamíferos introducidos en la provincia de Neuquén: estado actual y prioridades de manejo. *Mastozoología Neotropical* 23:255–265.
- HAAKE, D. E., & P. N. LEVETT. 2015. Leptospirosis in Humans. *Leptospira and Leptospirosis* (B. Adler, ed.). Springer Berlin, Heidelberg. http://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_5
- HAN, B. A., A. M. KRAMER, & J. M. DRAKE. 2016. Global patterns of zoonotic disease in mammals. *Trends in Parasitology* 32:565–577. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.007>
- KELLY, D. W., ET AL. 2020. Implementing One Health approaches to confront emerging and re-emerging zoonotic disease threats: lessons from PREDICT. *One Health Outlook* 2:1. <https://doi.org/10.1186/s42522-019-0007-9>
- KELLY, D. W., R. A. PATERSON, C. R. TOWNSEND, R. POULINN, & D. M. TOMPKINS. 2009. Parasite spillback: A neglected concept in invasion ecology? *Ecology* 90:2047–2056. <https://doi.org/10.1890/08-1085.1>
- LA SALA, L. F., ET AL. 2022. In search of hepatitis E virus infection in wild boar and cattle from Argentina. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos* 4:e22.1.2. <https://doi.org/10.31687/saremNMS22.1.2>
- LEVETT, P. N. 2015. Systematics of Leptospiraceae. *Leptospira and Leptospirosis* (B. Adler ed.). Springer Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_2
- LINDAHL J. F., & D. GRACE. 2015. The consequences of human actions on risks for infectious diseases: a review. *Infection Ecology and Epidemiology* 5:30048. <http://dx.doi.org/10.3402/iee.v5.30048>
- LYMBERY, A. J., M. MIKAYLA, H. G. KANANI, S. J. BEATTY, & D. L. MORGAN. 2014. Co-invaders: The effects of alien parasites on native hosts. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 3:171–177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijppaw.2014.04.002>
- MARTINO P. E., L. E. SAMARTINO, N. O. STANCHI, N. E. RADMAN, & E. J. PARRADO. 2017. Serology and protein electrophoresis for evidence of exposure to 12 mink pathogens in free-ranging American mink (*Neovison vison*) in Argentina. *Veterinary Quarterly* 37:207–211. <https://doi.org/10.1080/01652176.2017.1336810>



- MEDEIROS, LD.S., ET AL. 2020. Small mammals as carriers/hosts of *Leptospiras* spp. in the western Amazon forest. *Frontiers in Veterinary Science* 7:569004. [http://doi: 10.3389/fvets.2020.569004](http://doi:10.3389/fvets.2020.569004)
- MÉRIEN, F., ET AL. 1992. PCR chain reaction for detection of *Leptospira* spp. in clinical samples. *Journal of Clinical Microbiology* 30:2219–2224. [https://doi: 10.1128/jcm.30.9.2219-2224.1992](https://doi:10.1128/jcm.30.9.2219-2224.1992)
- MOINET, M., ET AL. 2010. Leptospirosis in free-ranging endangered European mink (*Mustela lutreola*) and other small carnivores (Mustelidae, Viverridae) from southwestern France. *Journal of Wildlife Disease* 46:1141–1151. <http://dx.doi.org/10.7589/0090-3558-46.4.1141>
- MONAHAN, A. M., I. S. MILLER, & J. E. NALLY. 2009. Leptospirosis: risks during recreational activities. *Journal of Applied Microbiology* 107:707–716. <http://doi:10.1111/j.1365-2672.2009.04220.x>
- MORENS, D., ET AL. 2020. The origin of COVID-19 and why it matters. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 103:955–959. <https://doi:10.4269/ajtmh.20-0849>
- MUÑOZ-ZANZI C., M. R. MASON, C. ENCINA, A. ASTROZA, & A. ROMERO. 2014. *Leptospira* contamination in household and environmental water in rural communities in southern Chile. *International Journal of Environmental Research and Public* 11:6666–6680. <https://doi:10.3390/ijerph110706666>
- OSTFELD, R. S., & F. KEESING. 2000. The function of biodiversity in the ecology of vector-borne zoonotic diseases. *Canadian Journal of Zoology* 78:2061–2078. [http://doi: 10.1139/cjz-78-12-2061](http://doi:10.1139/cjz-78-12-2061)
- SALGADO ALFARO, M. A., E. RAFFO, M. I. BUSTOS, C. TOMCKOWIACK, C. L. TEJEDA, & G. MEDINA-VOGEL. 2020. New insights on the infection of pathogenic *Leptospira* species in American mink (*Neovison vison*) in southern Chile. *Tropical Animal Health and Production* 53:2. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02469-2>
- SCHNEIDER M. C., ET AL. 2017. Leptospirosis in Latin America: exploring the first set of regional data. *Revista Panamericana de la Salud Pública* 41:1–9. <http://doi:10.26633/RPSP.2017.81>
- SEIJO, A., ET AL. 2002. Comisión científica sobre leptospirosis de la República Argentina (CCLA-AAVLD). Informe sobre leptospirosis en la República Argentina. Serie Enfermedades Transmisibles. Monografía N° 3. Fundación Mundo Sano, Buenos Aires.
- SEPÚLVEDA, M. A., R. S. SINGER, E. A. SILVA-RODRÍGUEZ, A. EGUREN, P. STOWHAS, & K. PELICAN. 2014. Invasive American mink: linking pathogen risk between domestic and endangered carnivores. *EcoHealth* 11:409–419. [http://doi: 10.1007/s10393-014-0917-z](http://doi:10.1007/s10393-014-0917-z)
- SHOPHET, R., & R. B. MARSHALL. 1980. An experimental induced predator chain transmission of *Leptospira ballum* from mice to cats. *British Veterinary Journal* 136:265–270. [http://doi: 10.1016/s0007-1935\(17\)32291-1](http://doi:10.1016/s0007-1935(17)32291-1)
- STALLKNECHT, D. E. 2007. Impediments to wildlife disease surveillance, research, and diagnostics. *Current Topics in Microbiology and Immunology* 315:445–461. http://doi:10.1007/978-3-540-70962-6_17
- SYKES, J. E., D. A. HAAKE, C. D. GAMAGE, W. Z. MILLS, & J. E. NALLY. 2022a. A global one health perspective on leptospirosis in humans and animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 260:1589–1596. <https://doi.org/10.2460/javma.22.06.0258>
- SYKES, J. E., K. L. REAGAN, J. E. NALLY, R. L. GALLOWAY, & D. A. HAAKE. 2022b. Role of diagnostics in epidemiology, management, surveillance, and control of leptospirosis. *Pathogens* 11:395. <https://doi.org/10.3390/pathogens11040395>
- THIBEAUX, R., ET AL. 2017. Seeking the environmental source of Leptospirosis reveals durable bacterial viability in river soils. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 11(2):e0005414. <https://doi:10.1371/journal.pntd.0005414>
- THORNHILL, J. P., ET AL. 2022. Monkeypox Virus Infection in Humans across 16 Countries — April–June 2022. *The New England Journal of Medicine* 387:679–691. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2207323>
- TULSIANI, S. M., G. C. GRAHAM, M. F. DOHNT, M. A. BURNS, & S. B. CRAIG. 2011. Maximizing the chances of detecting pathogenic leptospire in mammals: the evaluation of field samples and a multi sample per mammal, multi test approach. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 105:145–162. [http://doi: 10.1179/136485911X12899838683205](http://doi:10.1179/136485911X12899838683205)
- UHART, M. 2023. Disease risks from introduced mammals. *Introduced Invasive Mammals of Argentina* (A. E. J. Valenzuela, C. B. Anderson, S. A. Ballari & R. A. Ojeda, eds.). SAREM, Series A, Mammalogical Research, Buenos Aires.



- VALENZUELA, A. E. J., L. FASOLA, M. L. GUICHÓN, & L. I. RODRÍGUEZ-PLANES. 2019. *Neovison vison*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina (SAyDS-SAREM, eds.). <<http://cma.sarem.org.ar>>.
- VALENZUELA, A. E. J., A. RAYA REY, L. FASOLA, R. A. SAENZ SAMANIEGO, & A. SCHIAVINI. 2013. Trophic ecology of a top predator colonizing the southern extreme of South America: Feeding habits of invasive American mink (*Neovison vison*) in Tierra del Fuego. *Mammalian Biology* 78:104–110. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2012.11.007>
- VANASCO, N. B., M. D. SEQUEIRA, G. SEQUEIRA, & H. D. TARABLA. 2003. Associations between leptospiral infection and seropositivity in rodents and environmental characteristics in Argentina. *Preventive Veterinary Medicine* 60:227–235. [http://doi:10.1016/s0167-5877\(03\)00144-2](http://doi:10.1016/s0167-5877(03)00144-2)
- VELAVAN, T. P., & C. G. MEYER. 2022. Monkeypox 2022 outbreak: An update. *Tropical Medicine & International Health* 27:604–605. <https://doi:10.1111/tmi.13785>
- ZHANG, L., ET AL. 2022. Biological invasions facilitate zoonotic disease Emergences. *Nature Communications* 13:1762. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29378-2>

