

**ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR PLAGUICIDAS Y
SU IMPACTO EN FAUNA SILVESTRE EN HUMEDALES DEL
NORESTE DE ARGENTINA ¹**

Paula Blanco²

Iara Figini³

Damián José Marino⁴

María Marcela Orozco⁵

Recibido 31/11/20

Aprobado 25/1/21

Resumen

La contaminación ambiental y la creciente presión antrópica sobre los ecosistemas naturales han producido una disminución significativa de numerosas poblaciones de fauna silvestre a nivel mundial. En los países del Cono Sur, especialmente Paraguay, Brasil y Argentina, se practica una intensa actividad agrícola asociada a la aplicación de plaguicidas. Estas sustancias pueden movilizarse a través de compartimentos ambientales, generando contaminación e impactando negativamente a la fauna local. Este proyecto se enmarca en un estudio más amplio que evalúa, desde 2015, eventos de mortalidad de fauna en dos humedales de Argentina: los Esteros del Iberá y el Delta del Paraná. Durante estos eventos, ciervos de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) han sido las especies más frecuentemente afectadas. Estudios previos de los eventos de mortalidad revelaron

¹ Este texto es un proyecto de investigación en proceso de desarrollo.

² Licenciada en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires. Becaria doctoral en el Instituto de Ecología, Genética y Evolución - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IEGEBACONICET). Mail: paupaurule@gmail.com

³ Licenciada en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Cuyo. Becaria doctoral del IEGEBACONICET. Mail: iarafgn@gmail.com

⁴ Dr. en Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de La Plata. Investigador independiente del Centro de Investigaciones del Medioambiente (CIM- CONICET). Mail: damian.marino@gmail.com

⁵ Dra en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires. Investigadora adjunta del IEGEBACONICET. Mail: marcelaorozco.vet@gmail.com

su condición multifactorial y una asociación con condiciones ambientales desfavorables, altas cargas parasitarias y mala condición corporal en los animales afectados. Dado que el efecto de los contaminantes ambientales aún no ha sido evaluado, el objetivo principal de este estudio es estudiar la contaminación por plaguicidas en dos humedales de Argentina, analizando el efecto de bioconcentración que estas sustancias producen en poblaciones animales que sufren episodios de mortalidad. Se utilizará una estrategia de vigilancia de sitios centinela basada en eventos de mortalidad previos y actuales, para determinar la variabilidad temporal y espacial de la contaminación ambiental por plaguicidas. A campo, se tomarán muestras de agua, sedimentos, suelo y vegetación con dragas Eckman, muestreadores Corer y equipos multiparamétricos sobre las que se cuantificarán concentraciones de plaguicidas. Adicionalmente, se realizarán muestreos de animales rescatados y necropsias de animales encontrados muertos en cuyos tejidos se cuantificará la presencia de estos contaminantes junto con otros parámetros sanitarios. En el laboratorio, los extractos serán analizados por cromatografía gaseosa o líquida, utilizando como detectores espectrómetros de masas de

cuadrupolo o de tiempo de vuelo. Los resultados obtenidos a futuro permitirán evaluar correlaciones entre la contaminación ambiental, el estado sanitario de ciervos y capibaras y los eventos de mortalidad que afectan a sus poblaciones. Se espera encontrar concentraciones detectables de plaguicidas tanto en matrices ambientales como en tejidos de ciervos y capibaras, en correlación negativa con parámetros sanitarios como el score corporal de estos animales. Este trabajo tiene el potencial de iniciar esfuerzos pioneros para comprender y monitorear el rol de los plaguicidas en la salud de los ecosistemas y la fauna asociada, fortaleciendo la red de vigilancia establecida y generando indicadores que contribuyan al abordaje integral de los eventos de mortalidad, promoviendo acciones para la conservación de la biodiversidad y la salud ecosistémica en los humedales de Argentina.

PALABRAS CLAVE: Contaminación ambiental – Humedales – Plaguicidas – Red de vigilancia de mortalidad de fauna - *Blastocerus dichotomus*.

Introducción

La fragmentación y pérdida del hábitat, junto con la contaminación ambiental, son dos de los principales procesos que afectan a las poblaciones de animales silvestres que habitan el planeta, enmarcados en un escenario de cambio climático global y de emergencia y reemergencia de enfermedades infecciosas. Según un estudio de Fey Samuel y colaboradores (Fey et al., 2014), sobre un gran número de taxones animales, los eventos de mortalidad que afectan a poblaciones silvestres se asocian en primer lugar a enfermedades infecciosas y en segunda instancia a perturbaciones humanas. Particularmente la contaminación ambiental se considera causante de los mayores eventos de mortalidad masiva.

Una nueva era en cuanto a la producción y uso masivo de productos sintéticos químicos nace a partir del siglo XX, trayendo consigo la contaminación en ambientes naturales y antrópicos. Entre estos productos pueden destacarse los plaguicidas y sus metabolitos de degradación por estar asociados a las producciones agrícola, ganadera y forestal, que hoy ocupan vastas regiones del mundo (FAO & Earthscan, 2011). Incluso en escenarios de aplicación de buenas prácticas, los residuos plaguicidas pueden trasladarse por mecanismos de deriva, escorrentía y volatilización, hacia compartimentos ambientales no deliberados, generando contaminación sobre el suelo, agua, sedimentos y vegetación y provocando un impacto negativo sobre la fauna silvestre. Para la fauna se han descrito alteraciones del comportamiento, supresión del sistema inmune, malformaciones fetales, disrupción endócrina, alteraciones reproductivas, carcinogénesis, e incluso mortalidad como consecuencia de intoxicaciones agudas y crónicas con residuos plaguicidas (Berny, 2007; R. C. Lajmanovich et al., 2014; Tanabe, 2002).

Argentina es un productor líder de alimentos con industrias ganaderas y agricultura a gran escala. La transformación tecnológica que ha modificado la matriz productiva del país depende de la aplicación de una gran variedad de plaguicidas, que aumenta en volumen año a año. Muchas áreas protegidas de usos múltiples en Argentina se encuentran rodeadas por campos productivos que utilizan plaguicidas para su normal funcionamiento, como sucede en el caso de los humedales de Iberá y Delta del Paraná. En las últimas décadas el cultivo de arroz, la producción forestal de especies exóticas como pino y eucalipto y la destilación de resina de pino para exportación (Misirlian, 2019) se han convertido en las actividades productivas principales de la región de Iberá. Se han encontrado, en la periferia de áreas cultivadas, elevados valores de plaguicidas como endosulfán, carbofuran, aldrin y 2.4-D, superando en muchos casos las

recomendaciones de la EPA y la Unión Europea para la vida acuática y el agua para consumo humano (Rujana, Andisco, & Vazquez, 2014; Silva, Boia, Valente, & Borrego, 2005). En el Delta del Paraná la forestación con salicáceas es la principal actividad económica, aunque la región circundante está dedicada a la producción de soja para exportación. En zonas aledañas al humedal se han encontrado altas concentraciones de glifosato y atrazina tanto en muestras de agua de lluvia como en muestras de suelo (Alonso, Demetrio, Etchegoyen, & Marino, 2018). Muchos de los plaguicidas actualmente aplicados en Argentina poseen la capacidad de bioacumularse en tejido vegetal y animal, habiendo registros de bioconcentración de piretroides, organofosforados y carbamatos en fauna acuática y terrestre. En las provincias de Santa Fe y Entre Ríos, Lajmanovich y colaboradores han detectado residuos organoclorados en tejido graso de aves, anfibios, reptiles y mamíferos nativos (R. Lajmanovich et al., 2005). Una de las especies emblemáticas que habita los humedales del noreste de Argentina es el ciervo de los pantanos, *Blastocerus dichotomus*. Es el cérvido autóctono más grande de América del Sur (A. Cabrera & Yepes, 1940), se distribuye desde el centro-oeste y sur de Brasil, Paraguay, este de Bolivia y una pequeña porción del sudeste de Perú, hasta el noreste de Argentina (Piovezan et al., 2010). En las últimas décadas su distribución se redujo (Duarte, Varela, Piovezan, Beccaceci, & Garcia, 2016) y en la actualidad en Argentina existen unos pocos núcleos poblacionales fragmentados en la llanura aluvial del corredor fluvial ParanáParaguay y áreas de influencia (Cano et al., 2012) entre los que se destacan las poblaciones de los Esteros del Iberá y del Bajo Delta del Paraná (D'Alessio et al., 2012; Lartigau et al., 2012). La especie está categorizada como "Vulnerable" a nivel global y local (Lartigau et al., 2012; Márquez et al., 2006). Entre las principales amenazas descritas para el ciervo de los pantanos se destacan la pérdida y contaminación del hábitat, la caza furtiva y el drenaje de humedales (D'Alessio et al., 2012; Varela, 2003). El capibara es el roedor semiacuático vivo más grande del mundo. Se ha clasificado como especie de menor preocupación por la UICN (Reid, 2016) y la Lista Roja de mamíferos de Argentina (Bolkovic et al., 2019). La pérdida de hábitat, los atropellamientos, las inundaciones extremas y las sequías asociadas a los incendios son las principales amenazas descritas para sus poblaciones ((Bolkovic et al., 2019; Corriale, Orozco, & Jiménez Perez, 2013b)

En los últimos años en Argentina se han observado y registrado episodios de mortalidad de ciervos y capibaras que han ido en aumento de frecuencia e intensidad desde 1990, siendo el 2016 y 2017 los años de mayores mortandades, documentándose cerca de 200 y 400 ciervos

mueritos en los Esteros del Iberá y en el Delta del Paraná, respectivamente (Orozco, Argibay, Rodríguez, & Rodríguez Planes, 2017; Orozco, Berra, et al., 2017). Estos eventos son considerados multifactoriales y están asociados a la presencia de patógenos y a parásitos intestinales en escenarios climáticos adversos, según estudios realizado (Corriale, Orozco, & Jiménez Perez, 2013a; Orozco, Argibay, et al., 2017). Sin embargo, hasta la fecha, la presencia de los residuos plaguicidas en poblaciones de ciervos de los pantanos y capibaras no ha sido analizado.

Considerando que los humedales en los que habitan el ciervo de los pantanos y los capibaras en Argentina se hallan bajo el impacto de explotaciones agrícolas y forestales circundantes, recibiendo una constante carga de residuos plaguicidas utilizados en los campos (MAGyP, 2011; Vallejos et al., 2016; Zilio, Zamponi, & Roggiero, 2017); el objetivo principal de este estudio es estudiar la contaminación por plaguicidas en dos humedales de Argentina, analizando el efecto de bioconcentración que estas sustancias producen en poblaciones animales que sufren episodios de mortalidad.

METODOLOGÍA

Este estudio se lleva adelante en los Esteros del Iberá (Corrientes) y en el Delta del Río Paraná (Buenos Aires y Entre Ríos). La eco-región Esteros del Iberá forma parte del macrohumedal del Iberá-Ñeembucú (Neiff & Poi de Neiff, 2006) formado por un complejo de ecosistemas con predominio de los ambientes palustres (esteros y bañados) que interconectan grandes lagunas, cañadas y malezales (A. L. Cabrera, 1976; Kandus, Quintana, & Bó, 2006). Si bien en la actualidad un alto porcentaje de su superficie se encuentra protegido a nivel nacional y provincial, las actividades productivas como la ganadería extensiva, la agricultura y las forestaciones son muy frecuentes (Neiff & Poi de Neiff, 2006). El Bajo Delta del Paraná conforma la porción terminal de la eco-región “Delta e Islas del Paraná”, que se extiende a lo largo de la Cuenca del Río Paraná. En el área se identifican bosques, pastizales, pajonales, juncales, lagunas y forestaciones (Kandus et al., 2006). Actualmente, la actividad forestal con salicáceas es el motor de la economía de la región, la que ha sufrido el fuerte impacto de las obras de sistematización del terreno (Kandus et al., 2006).

Muestreo Ambiental

Se realizarán dos muestreos ambientales por año, por un período de tres años. Serán muestreos estratificados según el tipo de ambiente utilizado por el ciervo y capibara en base a previa clasificación (Argibay, Rodríguez Planes, Rodríguez, & Orozco, 2018).

Toxicología. Se obtendrán muestras de distintos compartimentos ambientales: agua, suelo, sedimentos y vegetación; para el análisis de residuos plaguicidas. Las muestras de aguas se obtendrán conforme a la Norma ISO 5667-6, los sedimentos con draga tipo Eckman o testigos con muestreadores “corer” y los suelos con barrenos manuales. Las muestras serán recolectadas y, conforme a los lineamientos del Método 1699 de la USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). Para el caso de vegetación se realizará recolección manual seleccionando las especies usualmente utilizadas como fuente alimentaria de los ciervos (D’Alessio et al., 2001). Conjuntamente se medirán *in situ* parámetros generales como pH, conductividad, nitratos, oxígeno disuelto y temperatura con un equipo multi-paramétrico de campo.

Configuración del paisaje. En cada sitio de estudio, se caracterizará la configuración del paisaje al momento de cada episodio de mortalidad, mediante una clasificación supervisada utilizando imágenes Landsat 8, utilizando como base la clasificación previamente realizada por el equipo de trabajo (Argibay et al., 2018) sobre la cuenca de Iberá y Delta del Paraná utilizando el software Fragstat versión 4115. Esto permitirá realizar comparaciones temporales entre las distintas áreas.

Condiciones climáticas. La información sobre temperatura, humedad y precipitaciones en el área de estudio será obtenida a partir de las estaciones meteorológicas disponibles en el área. Estos datos se complementarán con información disponible “on line” en la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Las alturas de las cuencas hidrográficas se obtendrán a partir de información provista por el Instituto Correntino del Agua y del Ambiente y Prefectura Naval Argentina.

Muestreo Oportunista

Frente a avisos de episodios de mortalidad de fauna dados por la red de alerta de Iberá y por el comité científico técnico del ciervo de los pantanos en el Delta, se realizarán nuestros oportunistas para coleccionar material de necropsias y muestras ambientales. Se registrarán los datos referentes a la fecha, lugar, coordenadas geográficas y condiciones climáticas referentes a cada caso. Sobre cada individuo se registrará sexo, categoría de edad, peso estimado,

condición corporal (Audige, Wilson, & Morris, 1998) y fecha probable de muerte. Se realizarán las necropsias completas y la colecta de muestras biológicas de rutina (Orozco et al., 2020). Específicamente para este estudio se colectarán muestras sangre y de hígado, lengua, bazo, músculo, pelo y tejido adiposo de los animales muertos, las que serán conservadas en nitrógeno líquido a campo y luego a -80°C en laboratorio. Se tomarán muestras ambientales de las zonas en donde haya habido eventos de mortalidad, de acuerdo a lo descripto para muestreo ambiental.

Laboratorio

Se analizará la presencia de residuos plaguicidas en tejidos animales y muestras ambientales en los laboratorios del Centro de Investigación de Medioambiente, dependiente de la UNLP. Se detectarán y cuantificarán glifosato, DDT, endosulfán, imazetapir, haloxifop, clorpirifós, cipermetrina, sulfluramida, amitraz; y sus correspondientes metabolitos de degradación. Para las muestras acuosas, la fracción soluble será extraída con métodos aplicados para multiresiduos de plaguicidas por extracción en fase sólida SPE con C1837. Las muestras de suelos, sedimentos y tejidos animal serán procesadas por método QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe); para biota vegetal se aplicará la normativa AOAC Official Method 2007.01. Se utilizarán estándares de plaguicidas enriquecidos isotópicamente como trazadores de la calidad analítica como D5-Atrazina, D10-DDT, D10-Cipermetrina (D=deuterado). Las muestras de sangre y suero serán tratadas de manera equivalente a las muestras de agua según los lineamientos propuestos por Lam y colaboradores (Lam et al., 2013). En todos los casos, los extractos serán analizados por cromatografía gaseosa o líquida.

RESULTADOS ESPERADOS

Se buscarán correlaciones entre los patrones de contaminación encontrados y los eventos de mortalidad, contemplando la variabilidad temporal, las condiciones climáticas y el tipo de ambiente. La categoría de score o condición corporal se correlacionará con los resultados del análisis cualitativo-cuantitativo de plaguicidas en tejidos animales, considerando tanto la carga toxicológica total como individual por familia química y tipo de plaguicida. Los resultados se analizarán entre temporadas y entre áreas. Se utilizarán modelos multivariados, modelos lineales mixtos generalizados y modelos aditivos generalizados para evaluar la importancia relativa de los factores ambientales y ecológicos en los eventos de mortalidad (pasados y presentes) y sus interacciones.

CONCLUSIONES

En este proyecto se busca responder preguntas sobre la dinámica de contaminantes ambientales como son los residuos plaguicidas y sus metabolitos de degradación. Los resultados obtenidos permitirán evaluar correlaciones entre la contaminación ambiental, el estado sanitario de ciervos y capibaras y los eventos de mortalidad que afectan a sus poblaciones. Se espera encontrar concentraciones detectables de plaguicidas tanto en matrices ambientales como en tejidos de ciervos y capibaras, en correlación negativa con parámetros sanitarios como el score corporal de estos animales. Este trabajo tiene el potencial de iniciar esfuerzos pioneros para comprender y monitorear el rol de los plaguicidas en la salud de los ecosistemas y la fauna asociada, fortaleciendo la red de vigilancia establecida y generando indicadores que contribuyan al abordaje integral de los eventos de mortalidad, promoviendo acciones para la conservación de la biodiversidad y la salud ecosistémica en los humedales de Argentina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, L. L., Demetrio, P. M., Etchegoyen, M. A., & Marino, D. J. (2018). Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science of the Total Environment*, 645. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.134>
- Argibay, H., Rodríguez Planes, L., Rodríguez, P., & Orozco, M. (2018). Inundaciones como factor determinante en eventos de mortalidad de *Blastocerus dichotomus* en dos poblaciones de Argentina. *XIII Congreso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre En La Amazonía y Latinoamérica, Ciudad Del Este, Paraguay*.
- Audige, L., Wilson, P. R., & Morris, R. S. (1998). A body condition score system and its use for farmed red deer hinds. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41(4), 545–553.
<https://doi.org/10.1080/00288233.1998.9513337>
- Bach, N. C., Marino, D. J. G., Natale, G. S., & Somoza, G. M. (2018). Effects of glyphosate and its commercial formulation, Roundup® Ultramax, on liver histology of tadpoles of the neotropical frog, *Leptodactylus latrans* (amphibia: Anura). *Chemosphere*, 202, 289–297.
<https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2018.03.110>

- Berny, P. (2007). Pesticides and the intoxication of wild animals. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 30(2), 93–100. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.2007.00836.x>
- Bolkovic, M. L., Quintana, R., Cirignoli, S., Perovic, P. G., Eberhardt, A., Byrne, S., ... Porini, G. (2019). Hydrochoerus hydrochaeris. Retrieved from SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. website: <http://cma.sarem.org.ar>
- Cabrera, A. L. (1976). Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 14, 1–2.
- Cabrera, A., & Yeppes, J. (1940). *Historia natural: mamíferos sud-americanos (vida, costumbres y descripción)*. Buenos Aires: Historia Natural Ediar. Compañía Argentina de editores.
- Cano, P. D., Cardozo, H. G., Ball, H. A., D'alessio, S., Herrera, P., & Lartigau, B. (2012). Aportes al conocimiento de la distribución del ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) en la provincia de Corrientes, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 19(1), 35–45.
- Corriale, M. J., Orozco, M. M., & Jiménez Perez, I. (2013a). Parámetros poblacionales y estado sanitario de carpinchos (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en lagunas artificiales de los Esteros del Iberá. *Mastozoología Neotropical*, 20(1), 31–45.
- Corriale, M. J., Orozco, M. M., & Jiménez Perez, I. (2013b). Population parameters and sanitary status of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in cutwaters of Ibera Wetlands. *Mastozoología Neotropical*, 20(1).
- Coullery, R., Pacchioni, A., & Rosso, S. (2020). Exposure to glyphosate during pregnancy induces neurobehavioral alterations and downregulation of Wnt5a-CaMKII pathway. *Reproductive Toxicology*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2020.08.006>
- 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.
- D'Alessio, S., Varela, D., Gagliardi, F., Lartigau, B., Aprile, G., Mónaco, C., & Heinonen, S. (2001).

Ciervo de los Pantanos (*Blastocerus dichotomus*). In C. Dellafiore & N. Maceira (Eds.),

Los

Ciervos Autóctonos de la Argentina y la acción del hombre. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Buenos Aires (pp. 13–26).

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>

FAO, & Earthscan. (2011). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture. Managing systems at risk.*

Fey, S. B., Siepielski, A. M., Nusslé, S., Cervantes-yoshida, K., Hwan, J. L., Huber, E. R., ...

Carlson, S. M. (2014). Recent shifts in the occurrence, cause, and magnitude of animal mass mortality events. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*,

112(4), 1083–1088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1414894112>

Ibáñez, M., Pozo, Ó. J., Sancho, J. V., López, F. J., & Hernández, F. (2006). Re-evaluation of

glyphosate determination in water by liquid chromatography coupled to electrospray tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, *1134*(1–2), 51–55.

<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.07.093>

Kandus, P., Quintana, R., & Bó, R. (2006). *Patrones de paisaje y biodiversidad del Bajo*

Delta del Río Paraná. Editorial Casamajor, Argentina.

Lajmanovich, R. C., Cabagna-Zenkhusen, M. C., Attademo, A. M., Junges, C. M., Peltzer, P.

M., Bassó, A., & Lorenzatti, E. (2014). Induction of micronuclei and nuclear abnormalities in tadpoles of the common toad (*Rhinella arenarum*) treated with the herbicides Liberty® and glufosinate-ammonium. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental*

Mutagenesis, *769*, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2014.04.009>

Lajmanovich, R., De, P., Sierra, L. A., Marino, F., Peltzer, P., Lenardón, A., & Lorenzatti, E.

(2005).

- Determinación de residuos de organoclorados en verte-brados silvestres del Litoral Fluvial de Argentina. *Temas de La Biodiversidad Del Litoral Fluvial Argentino, II*, 14. Retrieved from <http://www.insugeo.org.ar/publicaciones/docs/misc-14-28.pdf>
- Lam, T., Williams, P. L., Burns, J. S., Sergeyeve, O., Korrick, S. A., Lee, M. M., ... Hauser, R. (2013). Predictors of serum chlorinated pesticide concentrations among prepubertal Russian boys. *Environmental Health Perspectives*, 121(11–12), 1372–1377. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306480>
- Lartigau, B., Angelo, C. De, D'Alessio, S., Jiménez Pérez, I., Aprile, G., Aued, M. B., ... Varela, D. (2012). *Blastocerus dichotomus*. In R. A. Ojeda, V. Chillo, & G. B. Diaz Isenrath (Eds.), *Libro Rojo de mamíferos de la Argentina. Sociedad Argentina para el estudio de los mamíferos (SAREM)* (pp. 121–124). Mendoza, Argentina: Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM).
- MAGyP. (2011). Proyecto desarrollo sustentable del Delta Bonaerense. *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (República Argentina). Programa de Servicios Agrícolas Provinciales*.
- Márquez, A., Maldonado, J. E., González, S., Beccaceci, M. D., Garcia, J. E., & Duarte, J. M. B. (2006). Phylogeography and Pleistocene demographic history of the endangered marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) from the Río de la Plata Basin. *Conservation Genetics*, 7(4), 563–575. <https://doi.org/10.1007/s10592-005-9067-8>
- Meyer, M., Loftin, K., Lee, E., Hinshaw, G., Dietze, J., & Scribner, E. (2009). *Geological Survey Techniques and Methods*.
- Misirlian, E. (2019). *Análisis del complejo foresto industrial maderero en Argentina*. 1–40.
- Neiff, J., & Poi de Neiff, A. S. G. (2006). Situación ambiental en la ecorregión Iberá. In A. Brown, U. Martinez Ortiz, M. Acerbi, & J. Corcuera (Eds.), *La situación ambiental Argentina* (pp. 177– 184). Buenos Aires. Argentina: Fundación Vida Silvestre Argentina.

Orozco, M., Argibay, H. D., Minatel, L., Guillemi, E. C., Berra, Y., Schapira, A., ... 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., ... Degregorio, O. (2017). El Proceso de inundación de la Cuenca del Rio Paraná: Implicancias en la salud de las poblaciones de ciervo de los pantanos. *10º Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica. Colegio de Veterinarios de La Provincia de Buenos Aires. Mar Del Plata*.

Piovezan, U., Tiepolo, L., Tomas, W., Barbanti Duarte, J., Varela, D., & Marinho Filho, J. (2010).

Chapter 8: Marsh deer *Blastocerus dichotomus* (Illiger 1815). In J. Barbanti Duarte & S. González (Eds.), *Neotropical Cervidology. Biology and Medicine of Latin American Deer* (Jaboticaba, pp. 66–76).

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>.

Ronco, A. E., Marino, D. J. G., Abelando, M., Almada, P., & Apartin, C. D. (2016). Water quality of the main tributaries of the Paraná Basin: glyphosate and AMPA in surface water and bottom sediments. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(8), 458. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5467-0>

Rosso, S. B., Cáceres, A. O., De Duffard, A. M. E., Duffard, R. O., & Quiroga, S. (2000). 2,4Dichlorophenoxyacetic acid disrupts the cytoskeleton and disorganizes the Golgi apparatus of cultured neurons. *Toxicological Sciences*, 56(1), 133–140. <https://doi.org/10.1093/toxsci/56.1.133>

Rujana, M. R., Andisco, C. B., & Vazquez, F. A. (2014). Indicadores De Calidad De Aguas

- Vinculados Con La Actividad Arrocerá En Cuencas Hídricas De La Provincia De Corrientes. *ICAA*, (3400). Retrieved from <http://icaa.gov.ar/>
- Silva, C., Boia, C., Valente, J., & Borrego, C. (2005). Pesticides in Esteros del Iberá (AR): Evaluation of impacts and proposal of guidelines for water quality protection. *Ecological Modelling*, 186(1 SPEC. ISS), 85–97. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.01.018>
- Sparling, D. W., Fellers, G. M., & McConnell, L. L. (2001). Pesticides and amphibian population declines in California, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20(7), 1591–1595. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11434303>
- Tanabe, S. (2002). Contamination and toxic effects of persistent endocrine disrupters in marine mammals and birds. *Marine Pollution Bulletin*, 45(1–12), 69–77. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12398369>
- Vallejos, V. H., Acosta Felquer, A., Botana, M. I., Coppiarolo, L., Díaz, M., Pereira Sandoval, M., & Pohl Schnake, V. (2016). Una mirada al corazón de Corrientes: tensiones territoriales en torno a los bienes comunes en el Iberá. In *Libro de la Junta de Geografía de la Provincia de Corrientes* (pp. 59–82).
- Varela, D. (2003). *Distribución, abundancia y conservación del Ciervo de los Pantanos (Blastocerus dichotomus) en el Bajo Delta del Río Paraná, Provincia de Buenos Aires, Argentina*.
 Universidad de Buenos Aires.
- Wikteliuss, S., & Edwards, C. A. (1997). *Organochlorine Insecticide Residues in African Fauna: 1971–1995*. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1958-3_1
- Zilio, M. C., Zamponi, A., & Roggiero, M. F. (2017). Peligrosidad y vulnerabilidad en los Esteros del Iberá, Argentina: análisis geográfico desde la teoría social del riesgo. *Revista Geográfica*, 158, 43–67.