



## PRIMERA COLONIA REPRODUCTIVA DE FLAMENCO AUSTRAL *PHOENICOPTERUS CHILENSIS* EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MENDOZA, ARGENTINA

Agustín Zarco<sup>1,2,3</sup> · Carlos Cabrera<sup>3</sup> · Ramiro Ramírez<sup>4</sup> · Silvio Montani<sup>3</sup> · Heber Sosa<sup>5</sup> · Ever Tallei<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), Centro Científico Tecnológico CONICET Mendoza, Av. Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín, 5500 Mendoza, Argentina

<sup>2</sup>Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Centro de Ciencias Naturales Ambientales y Antropológicas, Universidad Maimónides. Hidalgo 775, 7mo piso, 1405. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup>Grupo Ornitólogos de Mendoza, Derqui 424, Godoy Cruz, Mendoza, Argentina

<sup>4</sup>Club de Observadores de Aves de Río Cuarto, Córdoba, Argentina

<sup>5</sup>Fundación EISA, Juan B. Justo 381, Godoy Cruz, Mendoza, Argentina

E-mail: Ever Tallei · evertallei@gmail.com

**Resumen** · Las plantas de tratamiento de aguas residuales conforman los humedales artificiales de mayor extensión en muchas áreas metropolitanas. Las colonias de nidificación de Flamenco austral *Phoenicopterus chilensis* han sido identificadas en humedales naturales, y no había registros en plantas de tratamiento. En este estudio documentamos una colonia reproductiva de flamenco austral localizada en una planta de tratamiento en Mendoza, Argentina. Registramos 114 nidos, incluyendo 17 con huevos y al menos tres pichones. Observamos la construcción de nidos en noviembre–diciembre 2023, nidos con huevos en enero 2024 y pichones en febrero 2024. Este hallazgo constituye el primer registro documentado de nidificación del flamenco austral en una planta de tratamiento de aguas residuales en el Neotrópico. Esta información es importante para incentivar la gestión y el manejo de las plantas de tratamiento de aguas residuales para la conservación de las aves acuáticas y como compensación parcial por la pérdida de humedales naturales.

**Abstract** · First breeding colony of the Chilean Flamingo *Phoenicopterus chilensis* in a wastewater treatment plant in Mendoza, Argentina

Wastewater treatment plants comprise the largest artificial wetlands in many metropolitan areas. Nesting colonies of the Chilean Flamingo *Phoenicopterus chilensis* have been identified in natural wetlands but not in water treatment plants. In this study, we documented a breeding colony of Chilean flamingos located at a wastewater treatment plant in Mendoza, Argentina. We registered 114 nests, including 17 nests with eggs and a minimum of three chicks. We observed nest construction in November and December 2023, nests with eggs in January 2024, and chicks in February 2024. This finding represents the first documented record of Chilean Flamingo nesting in a wastewater treatment plant for the Neotropics. This information is important to encourage the management and operation of wastewater treatment plants for the conservation of waterbirds, and as partial compensation for the loss of natural wetlands.

**Key words:** Anthropogenic environments · Artificial wetlands · Flamingos · Reproductive success · Phoenicopteridae

### INTRODUCCIÓN

Los humedales enfrentan actualmente altas tasas de degradación y una drástica disminución en su extensión a nivel global (Fluet-Chouinard et al. 2023). En el desierto del Monte central de Argentina, estos ecosistemas representan un recurso escaso y limitante para la biodiversidad que depende de ellos (Bastidas Mejía 2022). El establecimiento de humedales artificiales puede proporcionar una compensación parcial a la pérdida de los humedales naturales (Ma et al. 2004). En muchas áreas metropolitanas, las plantas de tratamiento de aguas residuales conforman los humedales artificiales de mayor extensión (Harebottle et al. 2008). Estos humedales presentan características particulares, las aguas residuales son poco profundas, están enriquecidas con nutrientes y se mantienen como humedales permanentes con niveles de agua estables en comparación a los humedales naturales del desierto del Monte central (Murray & Hamilton 2010, Minckley et al. 2013). Estas características hacen que las plantas de tratamiento sean atractivas para las aves acuáticas (Harebottle et al. 2008, Pagnoni 2010), ya que generan ambientes que ofrecen oportunidades para explotar nuevos nichos ecológicos (Murray & Hamilton 2010). Además, en algunas ocasiones estos espacios son utilizados como sitios de cría. Por ejemplo, en Sudáfrica se encontró que el 46% de las especies presentes en una planta de tratamiento de aguas residuales nidifican en el área (Harebottle et al. 2008), principalmente aves de las familias Anatidae, Ardeidae y Rallidae.

El flamenco austral *Phoenicopterus chilensis*, es el flamenco más abundante y de distribución más amplia en el Neotrópico (del Hoyo et al. 2020). La especie se encuentra categorizada como Cercana a la Amenaza por la UICN (Birdlife International 2018) y Vulne-

orable a nivel nacional en Argentina (MAYDS & AA 2017). Aunque la distribución de la especie en Argentina es amplia, abarcando todas las provincias excepto Misiones (eBird 2023a), los sitios conocidos de nidificación son escasos. Las colonias de nidificación en Argentina se encuentran en grandes lagos y salares de las provincias de Santa Cruz (Chiale et al. 2021, Sosa et al. 2022), Chubut (Childress et al. 2009), La Pampa (Sosa et al. 2018), Buenos Aires (Zapata 1998, Petracci et al. 2020), Córdoba (Bucher et al. 2000, Barisón et al. 2018), Santa Fe (Maugeri et al. 2009), Jujuy (Mascitti & Nicolossi 1992) y Mendoza (Sosa 1999). En esta última provincia se encuentra la segunda mayor colonia de la especie, localizada en la Laguna de Llanquanelo (Sosa & Martín 2011). Hasta donde sabemos, no existen registros de nidificación de la especie en lagos artificiales, y menos aún en aguas de tratamiento cloacal. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es describir una colonia reproductiva de flamenco austral localizada en una planta de tratamiento en la provincia de Mendoza, Argentina. De esta manera, se contribuye al conocimiento de la ecología de los flamencos, ya que una planta de tratamiento representa un ambiente atípico para la especie en el Neotrópico.

## MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en la planta de tratamiento Paramillos, a 628 msnm en el Departamento de Lavalle, Mendoza, Argentina ( $32^{\circ}50'05,28''S$ ,  $68^{\circ}32'55,91''O$ ; Figura 1A). Esta planta sana los residuos líquidos cloacales de aproximadamente medio millón de habitantes (Observatorio del Agua Mendoza 2023). Es un sistema conformado por 38 lagunas artificiales que ocupan una superficie de 560 ha (Figura 1B), y donde se han registrado al menos 180 especies de aves (eBird 2023b). Luego de la desecación de casi la totalidad de los dos grandes sistemas de humedales del norte de la provincia de Mendoza (el Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, y los Humedales del Sistema Leyes-Tulumaya) durante las últimas décadas (Cazenave 2015, Bastidas Mejía 2022), la planta de tratamiento Paramillos se convirtió en la mayor superficie de agua estable de la región, atrayendo a distintas especies de aves. Por esto, es valorado como un sitio de interés entre la comunidad de observadores de aves. En esta planta de tratamiento, los autores han observado previamente eventos reproductivos de varias especies de aves acuáticas, como Anatidae (e.g., *Spatula platalea*,

*S. versicolor*, *Anas bahamensis*, *A. georgica*, *Oxyura vittata*, *Mareca sibilatrix*), Podicipedidae (*Rollandia rolland*), Rallidae (*Paridallus sanguinolentus*, *Fulica leucoptera*, *F. rufifrons*, *F. armillata*, *Gallinula galeata*), y Laridae (*Chroicocephalus maculipennis*, *C. cirrocephalus*), además de muchas especies de Passeriformes asociadas a ambientes acuáticos (*Phleocryptes melanops*, *Tachuris rubrigastra*, *Agelaioides thilius*).

Realizamos entre dos a tres visitas mensuales al sitio de estudio entre noviembre de 2023 y junio de 2024. Utilizamos binoculares (10 x 50) para realizar el monitoreo de los individuos a una distancia mínima  $>70$  m para no molestar a las aves. Utilizamos un vehículo aéreo no tripulado DJI Mini 2 para cuantificar los individuos de la colonia y el número de nidos, a una distancia mínima desde el suelo  $>40$  m para evitar estresar a los animales y el posible abandono de los nidos (Borrelle & Fletcher 2017, Vas et al. 2015). Seleccionamos las imágenes más adecuadas para el recuento de nidos y/o parejas reproductivas y se editaron con el software Adobe Photoshop CC 2018 (Sosa et al. 2018). La superficie de los islotes de nidificación fue estimada utilizando imágenes de Google Earth a partir de las herramientas del software Quantum GIS versión 3.28.11 (QGIS Development Team 2023).

## RESULTADOS

Durante diversas visitas realizadas en noviembre y diciembre del 2023, observamos que los flamencos australes construyeron y luego abandonaron alrededor de 20 nidos en una de las lagunas artificiales centrales. La mayoría de estos nidos no fueron completados. El 21 de enero de 2024, identificamos nuevos sitios de nidificación en otros islotes de la misma laguna artificial, aproximadamente a 50 m del anterior (Figura 1C). En esta nueva área, encontramos nuevos nidos, de los cuales 17 contenían huevos, aunque es probable que este número subestime la cantidad real de nidos con huevos (Sosa & Martín 2011). El 7 de febrero de 2024, detectamos dos pichones de entre una y dos semanas de edad siendo alimentados por los parentales, además de al menos diez nidos con huevos. Posteriormente, el 18 de febrero contabilizamos un total de 10 huevos (Figura 2A) y un polluelo de aproximadamente un mes de edad junto a los parentales (Figura 2B). También identificamos 11 juveniles, aun-



**Figura 1.** Ubicación y distribución espacial de la planta de tratamiento de aguas residuales Paramillos (A y B) e islotes de nidificación (amarillo) de la colonia reproductiva del flamenco austral, *Phoenicopterus chilensis* (C).





**Figura 2.** Colonia reproductiva de flamenco austral *P. chilensis* ubicada en la planta de tratamiento de aguas residuales Paramillos, Mendoza, Argentina. A) Parentales sobre los nidos incubando huevos; B) Polluelo (plumaje gris) de aproximadamente 30 días junto a adultos; C-D-E) Vista aérea del islote mayor de nidificación y flamencos en sus nidos, F) Vista aérea lateral del islote menor de nidificación.

que estos podrían provenir de otras colonias en vuelo (Sosa 1999). En esa ocasión (18 de febrero de 2024), registramos 196 flamencos australes en el área de los islotes de nidificación (Figura 2C). Adicionalmente, observamos individuos en las lagunas artificiales contiguas, formando grupos más pequeños, con un total estimado de más de 500 individuos.

En total, identificamos 114 nidos de flamenco austral distribuidos en dos islotes. El islote mayor, de 680,2 m<sup>2</sup> y ubicado a 115 m del borde de la laguna, presentó 107 nidos (Figura 2C-E). En el islote menor, de 66,9 m<sup>2</sup> y situado a 29 m del borde de la laguna, se contabilizaron 7 nidos (Figura 2F).

El 24 de febrero de 2024, observamos a los flamencos distanciados de los nidos, abandonando la colonia y sin ningún huevo en los nidos. Sin embargo, el polluelo de mayor tamaño seguía alimentándose junto a los adultos. Durante los meses siguientes, hasta junio, se observó su desarrollo con normalidad.

## DISCUSIÓN

El alto número de 114 nidos de flamenco austral registrados en nuestro estudio indican que la planta de tratamiento Paramillos podría funcionar como un sitio importante de reclutamiento para las aves acuáticas que nidifican en la zona (Harebottle et al. 2008). La construcción incompleta de nidos en las lagunas artificiales centrales podría haber sido porque no cuentan con condiciones adecuadas. En ese sector, el nivel del agua presenta baja profundidad (menos de 20 cm), y posee unos pequeños islotes de barro donde las aves iniciaron dicha colonia. Este evento fallido, podría deberse a que el hábitat de nidificación de los flamencos puede resultar inestable, ya que los humedales se encuentran sujetos a fluctuaciones de los niveles de agua y/o desecación (Álvarez et al. 2018).

El flamenco austral nidifica de manera oportunista en respuesta a condiciones ecológicas favorables locales, por lo que puede no nidificar todos los años o hacerlo en diferentes sitios (Sosa & Martín 2011, Barisón et al. 2018). Durante la temporada reproductiva 2023-2024, se observaron 35.000 individuos en La-

guna de Llancanelo, donde se encuentra la colonia reproductiva más cercana, a más de 300 km del sitio. Sin embargo, no se registraron nidos (Sosa obs. pers.) probablemente debido al aumento en el nivel del agua en la laguna (Álvarez et al. 2018). En estas situaciones, es posible que algunos individuos se desplacen hacia otros cuerpos de agua más adecuados para nidificar, formando nuevas colonias (Sosa & Martín 2011). Aunque se han registrado individuos de flamenco austral en plantas de tratamiento de aguas residuales en otros lugares (Pagnoni 2010), no existían registros de nidificación en estos ambientes.

Nuestro descubrimiento de la colonia de nidificación en la planta de tratamiento Paramillos, amplía el conocimiento sobre la plasticidad ecológica que tiene el flamenco austral en ambientes antropizados. Sin embargo, se desconoce cómo estos ambientes antropizados podrían impactar en las poblaciones de esta especie de flamenco. Las aguas de las plantas de tratamiento pueden ser una fuente potencial de organismos patógenos (Okafor 2011) y contaminantes (Pereda-Solis et al. 2012, Pereira de Freitas et al. 2024), los cuales pueden afectar negativamente a múltiples especies de aves acuáticas (Friend & Franson 1999). En España, se detectaron microcontaminantes orgánicos provenientes de una planta de tratamiento en polluelos de *Phoenicopterus roseus* (Dulsat-Masvidal et al. 2023). Los ambientes antropizados también pueden generar discrepancias entre las señales ambientales que los seres vivos utilizan para seleccionar un ambiente donde establecerse y la calidad real de estos (Schlaepfer et al. 2002). Esto puede conducir a la selección de hábitats subóptimos, impactando negativamente el éxito reproductivo y el fitness de los individuos, un fenómeno conocido como trampa ecológica (Kokko & Sutherland 2001, Robertson et al. 2013, Hale & Swearer 2016). Dichos comportamientos no adaptativos podrían conducir a disminuciones o extinciones locales de las poblaciones (Schlaepfer et al. 2002, Hale & Swearer 2016). El abandono de los nidos con huevos y pichones podría deberse a la presencia de depredadores, como perros asilvestrados, que consumen huevos y pichones de aves (Menezes & Marini 2017). Estos cánidos forman jaurías y han sido observados previamente en el sitio depredando sobre la fauna.

A pesar de los posibles impactos negativos sobre las aves, estos ambientes nuevos pueden representar refugios importantes para la vida silvestre (Harebottle et al. 2008). En especial, pueden ser refugios importantes en aquellas regiones en donde los humedales naturales están desapareciendo (Bastidas Mejía 2022), y donde se espera que las precipitaciones disminuyan debido al cambio climático, como sucede en el centro-oeste argentino (Pabón-Caicedo et al. 2020). Esto resalta la importancia de proteger los humedales artificiales para la conservación de las aves acuáticas, especialmente aquellas como el flamenco austral, que presentan requerimientos de hábitat específicos. Pagnoni (2010) propone potenciar el valor ecológico de las plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando a las aves acuáticas como indicadoras de calidad ambiental, planteando como alternativa un cambio en el paradigma de uso: de un sumidero a una posible área protegida. De esta manera, es importante promover medidas que incentiven la gestión y manejo de las plantas de tratamiento en conjunto a la conservación de las aves acuáticas. Estas medidas podrían incluir la restricción de actividades humanas en las zonas de nidadas (Cheng & Ma 2023), la creación y mantenimiento de islotes de anidamiento (Burgess & Hirons 1992), el desarrollo de programas de monitoreo de la biodiversidad y el control sobre depredadores exóticos (Nummi et al. 2019). Finalmente, estas medidas podrían resultar beneficiosas para proporcionar un hábitat reproductivo adecuado para las aves como compensación parcial por las pérdidas de humedales naturales del desierto del Monte central de Argentina e incrementar el éxito reproductivo del flamenco austral.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las autoridades y al personal de la PTAR Paramillos por los permisos otorgados para poder realizar el monitoreo de las aves, especialmente a Walter Álvarez y Sebastián Bricco. Las sugerencias de los revisores mejoraron el manuscrito original.

## REFERENCIAS

- Álvarez, LM, PA Meglioli, JA Rivera, LO Bianchi, S Martín & H Sosa (2018) Efectos de la variación hidrológica sobre la dinámica poblacional del flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*) en el sitio Ramsar laguna de Llanqueto, Mendoza, Argentina. *Ornitología Neotropical* 29: 275–280. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v29i1.328>
- Barisón, C, M Romano, J Asmus, I Barberis & F Arengo (2018) New record of Chilean flamingos nesting at Laguna Las Tunas in south-eastern Córdoba province, Argentina. *Flamingos* 1: 61–66.
- Bastidas Mejía, LB (2022) Caudal ambiental en el sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, Argentina. Tesis Doctoral, Univ. Nacional del Sur, Buenos Aires, Argentina.
- BirdLife International (2018) *Phoenicopterus chilensis*. In: *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2024.1. Available at <http://www.iucnredlist.org> [Accessed 1 July 2024]
- Borrelle, SB & AT Fletcher (2017) Will drones reduce investigator disturbance to surface-nesting seabirds? *Marine Ornithology* 45: 89–94.
- Bucher, EH, AL Echevarría, ML Juri, M Chani & VM Chani (2000) Long-term survey of Chilean Flamingo breeding colonies on Mar Chiquita Lake, Córdoba, Argentina. *Waterbirds* 23: 114–118. <https://doi.org/10.2307/1522155>
- Burgess, ND & GJ Hirons (1992) Creation and management of artificial nesting sites for wetland birds. *Journal of Environmental Management* 34: 285–295. [https://doi.org/10.1016/S0301-4797\(11\)80004-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4797(11)80004-6)
- Cazenave, HW (2015) La cuenca del río Desaguadero: un caso de desertificación por acción antrópica. *Interespacio revista de geografía e interdisciplinariedad* 1: 225–236. <https://doi.org/10.18766/2446-6549/interespacio.v1n2p225-236>
- Cheng, C & Z Ma (2023) Conservation interventions are required to improve bird breeding performance in artificial wetlands. *Biological Conservation* 278: 109872. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109872>
- Chiale, MC, L Pagano & S Imberti (2021) Situación reproductiva del Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) en el sur de su distribución: implicancias para su conservación. *El Hornero* 36: 140–149. <https://doi.org/10.56178/eh.v36i2.377>
- Childress, B, F Arengo & A Bechet (2009) Flamingo. Bulletin of the IUCN-SSC/Wetlands International Flamingo Specialist Group, No. 17, December 2009. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge.
- del Hoyo, J, PFD Boesman & EFJ Garcia (2020) Chilean Flamingo (*Phoenicopterus chilensis*), version 1.0. in del Hoyo, J, A Elliott, J Sargatal, DA Christie & E. de Juana, (eds). *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.chifla1.01>
- Dulsat-Masvidal, M, A Bertolero, R Mateo & S Lacorte (2023) Legacy and emerging contaminants in flamingos' chicks' blood from the Ebro Delta Natural Park. *Chemosphere* 312: 137205. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137205>
- eBird (2023a) Flamingo Chileno *Phoenicopterus chilensis*. eBird: An online database of bird distribution and abundance. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Available at <http://www.ebird.org/species/chifla1> [Accessed 23 February 2024]
- eBird (2023b) Piletons de El Paramillo. eBird: An online database of bird distribution and abundance. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Available at <http://www.ebird.org/hotspot/L18481624> [Accessed 23 February 2024]
- Fluet-Chouinard, E, BD Stocker, Z Zhang, A Malhotra, JR Melton ... PB McIntyre (2023) Extensive global wetland loss over the past three centuries. *Nature* 614: 281–286. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05572-6>
- Friend, M & JC Franson (1999) Field manual in wildlife diseases: general field procedures and diseases of birds. US Department of Interior and US Geological Survey, Washington, DC.
- Hale, R & SE Swearer (2016) Ecological traps: current evidence and future directions. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283: 20152647. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.2647>
- Harebottle, DM, AJ Williams, Y Weiss & GB Tong (2008) Waterbirds at Paarl waste water treatment works, South Africa, 1994–2004: seasonality, trends and conservation importance. *Ostrich-Journal of African Ornithology* 79: 147–163. <https://doi.org/10.2989/OSTRICH.2008.79.2.4.578>
- Kokko, H & WJ Sutherland (2001) Ecological traps in changing environments: ecological and evolutionary consequences of a behaviourally mediated Allee effect. *Evolutionary Ecology Research* 3: 537–551.
- Ma, Z, B Li, B Zhao, K Jing, S Tang & J Chen (2004) Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds? - A case study on Chongming Island, China. *Biodiversity & Conservation* 13: 333–350. <https://doi.org/10.2989/OSTRICH.2008.79.2.4.578>
- Mascitti, V & G Nicolossi (1992) Nidificación del Flamenco Austral, (*Phoenicopterus chilensis*), en la laguna de Pozuelos, Puna de Jujuy. *El Hornero* 13: 240–242. <https://doi.org/10.56178/eh.v13i3.1079>
- Maugeri, FG, L Rey & A Raparo (2009) Laguna La Picasa, Santa Fe como sitio de importancia para la nidificación de *Phoenicopterus chilensis*. XIII RAO: 123. Tafí del Valle, Tucumán, Argentina.
- MAyDS & AA (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Aves Argentina) (2017) *Categorización de las Aves de la Argentina (2015). Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y de Aves Argentinas, edición electrónica*. C.A. Buenos Aires, Argentina.
- Menezes, JCT & MA Marini (2017) Predators of bird nests in the Neotropics: a review. *Journal Field Ornithology* 88: 99–114. <https://doi.org/10.1111/jof.12203>
- Minckley, TA, DS Turner & SR Weinstein (2013) The relevance of wetland conservation in arid regions: a re-examination of vanishing communities in the American southwest. *Journal of Arid Environments* 88: 213–221. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.09.001>
- Murray, CG & AJ Hamilton (2010) Perspectives on wastewater treatment wetlands and waterbird conservation. *Journal of Applied Ecology* 47: 976–985. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01853.x>
- Nummi, P, VM Vaananen, AJ Pekkarinen, V Eronen, M Mikkola-Roos, et al.

- (2019) Alien predation in wetlands—the Raccoon Dog and water birds breeding success. *Baltic Forestry* 25: 228–237. <https://doi.org/10.46490/vol25iss2pp228>
- Observatorio del Agua Mendoza (2023) PTEC El Paramillo - Acre Lavalle. Available at <http://www.observatorioaguamza.com/es/plantas/ptec-el-paramillo-acre-lavalle> [Accessed 23 February 2024]
- Okafor, N (2011) Pollution of aquatic systems: pollution through eutrophication, fecal materials, and oil spills. Pp 151–183 In Okafor, N (ed). *Environmental Microbiology of Aquatic and Waste Systems*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1460-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1460-1_7)
- Pabón-Caicedo, JD, PA Arias, AF Carril, JC Espinoza, LF Borrel, K Goubanova, W Lavado-Casimiro, M Masiokas & R Villalba (2020) Observed and projected hydroclimate changes in the Andes. *Frontiers in Earth Science* 8: 61. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00061>
- Pagnoni, G (2010) Las aves como bioindicadoras en el sistema de lagunas de estabilización de la ciudad de Trelew ¿Estrategias de gestión de evolución tendencial o planificada?. *Párrafos Geográficos* 9: 38–65.
- Pereda-Solis, ME, JH Martínez-Guerrero & JA Toca-Ramírez (2012) Estimation of hepatic levels of heavy metals and metalloids in aquatic birds from a wetland irrigated with residual water in the city of Durango, Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 11: 826–830. <https://doi.org/10.3923/javaa.2012.826.830>
- Pereira de Freitas, RMP, M Benvindo-Souza, DF Sotero, AT de Carvalho Lopes, MA Santos, JM de Oliveira, DC da Costa, NRA Filho, TB Vieira & DDM Silva (2024) Ecotoxicological consequences of urbanization: a multi-biomarker approach to assessing sewage treatment plant effects on free-living birds. *Environmental Research* 258: 119424. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119424>
- Petracci, P, F Belenguer, M Sotelo, LM Marbán, JKV Delhey & CHF Perez (2020) Nidificación del Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis* Molina, 1782) en un ambiente marino-costero de la Bahía Anegada, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Historia Natural* 10: 107–121.
- REPRODUCCIÓN DE FLAMENCO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
- QGIS Development Team (2023) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Available at <http://qgis.osgeo.org>. [Accessed 2 February 2024]
- Robertson, BA, JS Rehage & A Sih (2013) Ecological novelty and the emergence of evolutionary traps. *Trends in Ecology & Evolution* 28: 552–560. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.04.004>
- Schlaepfer, MA, MC Runge & PW Sherman (2002) Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology & Evolution* 17: 474–480. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02580-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02580-6)
- Sosa, H (1999) Descripción del evento reproductivo del Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) en Laguna Llanquanelo, Malargüe, Mendoza. *Muldequina* 8: 87–99.
- Sosa, H & S Martín (2011) Descripción de la colonia de nidificación del Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) en la reserva provincial Laguna Llanquanelo, Mendoza, Argentina. *Nótulas Faunísticas* 78: 1–10.
- Sosa, RA, F Bruno & M Dolsan (2018) Colonia de flamencos australes en la provincia de La Pampa. Informe de Facultad de Cs. Exactas y Naturales de La Pampa. La Pampa, Argentina.
- Sosa, LM, FE Robles, JI Krapovickas & K Espinoza (2022) Nidificación del Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) en el Parque Nacional Patagonia, Meseta del Lago Buenos Aires, Santa Cruz, Argentina. *Nuestras Aves* 67:128–129. <https://doi.org/10.56178/na.vi67.29>
- Vas, E, A Lescroël, O Duriez, G Boguszewski & D Grémillet (2015) Approaching birds with drones: first experiments and ethical guidelines. *Biology Letters* 11: 20140754. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0754>
- Zapata, ARP (1998) Contribución al estudio de la avifauna de la región de la Laguna Chasicó, partido de Villarino, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Univ. Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.