

Primer registro de influenza aviar de alta patogenicidad en *Leopardus geoffroyi* (Felidae)

First record of highly pathogenic avian influenza in *Leopardus geoffroyi* (Felidae)

NICOLÁS SOTO¹, JOSÉ MALDONADO², DAPHNE ZAMBRANO³, RODRIGO MOLINA⁴,
CÉSAR MÜLLER⁵, DANAE RODRÍGUEZ⁶, VÍCTOR MONFIL⁷, BÁRBARA SOTO⁸

1 <https://orcid.org/0000-0002-8771-1432>

2 <https://orcid.org/0009-0005-9249-5825>

3 <https://orcid.org/0009-0003-0678-8396>

4 <https://orcid.org/0009-0004-0296-7642>

5 <https://orcid.org/0009-0004-6972-3933>

6 <https://orcid.org/0009-0009-1893-0963>

7 <https://orcid.org/0009-0006-2709-1178>

8 <https://orcid.org/0009-0000-0832-8156>

OPEN ACCESS

Recibido:

21/06/2023

Revisado:

05/12/2023

Aceptado:

19/12/2023

Publicado en línea:

31/12/2023

Editor en Jefe:

Dr. Américo Montiel San Martín

ISSN 0718-686X



La salud de las personas, los animales y el medio ambiente están estrechamente relacionados (OHHLEP, 2021), y su enfoque integrado permite anticipar, prevenir, detectar y controlar enfermedades transmisibles entre animales y seres humanos (FAO, 2023; OMSA 2021). A su vez, las enfermedades infecciosas pueden afectar negativamente la conservación de una especie, siendo un ejemplo el virus Ébola, que diezmó aproximadamente 5000 gorilas de llanura (*Gorilla gorilla*), matando el 25% de la población total (Berrios & Pincheira, 2014).

El virus causante de influenza aviar (IA) pertenece a la familia Orthomyxoviridae, pudiendo tener bajo (IABP) o alto (IAAP) grado de patogenicidad (Abbasi, 2023; OPS, 2022). Las aves acuáticas silvestres son reservorios naturales de la mayoría de los subtipos del virus IABP, siendo las especies más vulnerables aquellas del orden Anseriformes (patos, gansos, cisnes) y Charadriiformes (gaviotas, playeros, chorlos), sin embargo, también puede afectar a mamíferos marinos y terrestres, existiendo un riesgo potencial para la salud pública (Bordes *et al.*, 2023; Feare, 2007; Gamarra *et al.*, 2023; Newman *et al.*, 2012; Olsen *et al.*, 2006; Peña *et al.*, 2023; Webster *et al.*, 1992). Cuando se trata del virus IAAP, se observan cuadros clínicos evidentes con alta mortalidad. Las condiciones ambientales cumplen un papel clave en el mantenimiento de la infección dentro de la población (Cumming *et al.*, 2015; Klaassen *et al.*, 2011), agregando que las migraciones de las aves tienen estrecha vinculación en la ecología y dinámica del virus (Munster & Fouchier, 2009), estando documentada su propagación a una distancia de hasta 2900 km durante el período en que la infección es asintomática (Gaidet *et al.*, 2010), aumentando así el riesgo de brotes en aves domésticas (Lee *et al.*, 2015). Las

Contribución de los autores:

NS: Investigación; Escritura, revisión, edición.

JM: Investigación.

CM: Supervisión

RM: Escritura, revisión, edición

DZ: Escritura borrador original

DR: Recursos

VM: Recursos

BS: Escritura, revisión, edición

Declaración de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Financiamiento:

El monitoreo y análisis de laboratorio se realizaron como parte del Programa de Vigilancia de Influenza Aviar de Alta Patogenicidad del Servicio Agrícola y Ganadero.

Financiamiento es propio.

mayores prevalencias del virus IA en aves silvestres se observan a finales del verano e inicios de otoño, disminuyendo en invierno (Dijk *et al.*, 2014; Munster & Fouchier, 2009; Olsen *et al.*, 2006; Ruiz *et al.*, 2021).

Los virus de Influenza Aviar están clasificados por subtipos, según las propiedades de las proteínas de superficie hemaglutinina (H) y neuraminidasa (N). El subtipo H5 se diversificó en diferentes clados genéticos y ha mostrado un reordenamiento en el tiempo, surgiendo en China entre 2010-2011, movilizándose por aves migratorias hacia Norteamérica en 2014, a Eurasia y África en 2020 para luego, en 2022 y procedente de Europa, propagarse por todo el continente americano (CDC, 2023; Krammer & Schultz-Cherry, 2023). El linaje euroasiático del subtipo H5, se ha diseminado a nivel mundial desde finales del año 2021, a través de aves migratorias provenientes del hemisferio norte (Canadá y Estados Unidos), evidenciándose en brotes de IAAP en al menos 10 países del centro y sur América (OMSA, 2023).

En Chile los primeros ejemplares con signos compatibles y diagnosticados positivos a IAAP ocurrieron el 05-12-2022 y correspondieron a ejemplares de pelicanos (*Pelecanus thagus*) en Arica y Parinacota, seguidos por Antofagasta y Tarapacá (SAG, 2022). Luego se constató el avance progresivo en sentido norte sur, transcurriendo aproximadamente 120 días en cubrir las 16 regiones del país, con 57 especies afectadas al 09-07-2023 (49 aves, 7 mamíferos marinos y 1 terrestre). En Magallanes han resultado positivas 17 especies (2 domésticas y 15 silvestres), concentrando la mayor mortalidad cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) (1094). Seguido de otras especies silvestres como: cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) (7), gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) (5), pato quetru no volador (*Tachyeres pteneres*) (4), caiquén común (*Chloephaga picta*) (4), salteador chileno (*Stercorarius chilensis*) (2), águila mora (*Geranoaetus melanoleucus*) (2), tiuque (*Daptrius chimango*) (1), huillín (*Lontra provocax*) (1), tagua común (*Fulica armillata*) (1), gaviota austral (*Leucophaeus scoresbii*) (1), tucúquere (*Bubo magellanicus*) (1), lobo marino común (*Otaria flavescens*) (1), lobo fino austral (*Arctocephalus australis*) y gato de Geoffroy (*Leopardus geoffroyi*) (1) (Fig. 1) (SAG, 2023; SERNAPESCA, 2023; Soto *et al.*, 2023).

Gato de Geoffroy (*Leopardus geoffroyi*) o gato montés sudamericano, es un pequeño y ágil felino cuyo peso máximo alcanza 7,8 kg. De coloración general gris

Fig.1.
*Leopardus
geoffroyi*,
ejemplar muerto
por virus de IAAP



amarillenta mezclada con pequeñas manchas negras en el cuerpo que se unen formando líneas en el cuello, extremidades y cola (Iriarte *et al.*, 2013). Con hábitos principalmente nocturnos se alimenta de pequeños mamíferos, aves y en menor parte peces, anfibios y reptiles (Muñoz & Yáñez, 2009). Especie propia de Sudamérica, se encuentra en Argentina, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Brasil y sur de Chile (principalmente Aysén y Magallanes) (Quintana & Muñoz-Pedrerros, 1990). En Magallanes se encuentra en la parte continental, asociado a ambientes de estepa, matorral y bosques de ñirre y lenga (Iriarte & Jaksic, 2017). Su estructura, tamaño poblacional y relaciones ecológicas en Chile se encuentran poco estudiadas (Iriarte & Jaksic, 2017). Fue clasificada inicialmente "En Peligro" (Glade, 1988; SAG, 2015) y actualmente se considera "Casi Amenazado" (MMA, 2011). Las principales amenazas a su conservación están dadas por la fragmentación y pérdida de hábitat (Pereira *et al.*, 2010), pudiendo agregarse enfermedades emergentes como IAAP.

El primer registro de muerte en la familia de los félidos por virus de IAAP se registró en dos tigres (*Panthera tigris*) y dos leopardos (*Panthera pardus*), en el zoológico de Suphanburi (Tailandia), durante un brote del virus en 2003, mostrando fiebre alta, dificultad respiratoria y muerte súbita (Rimmelzwaan *et al.*, 2006). Durante 2004 se aisló el virus en un gato doméstico (*Felis catus*) el que se habría contagiado ingiriendo el cadáver de una paloma (*Columba livia*). Hasta entonces solo se tenían antecedentes de contagio en animales de compañía de manera experimental (Briand *et al.*, 2023; Songserm *et al.*, 2006).

El 28-05-2023, una brigada SAG detectó un ejemplar muerto de gato de Geoffroy en el sector Punta Cóndor (Coordenadas UTM, datum WGS84, HUSO 18 Sur, E:662344 – N:4275271), costa oriental del Fiordo Eberhard, a 20 km de Puerto Natales, en una planicie ubicada a 500 m de la orilla y 13 m.s.n.m.

La inspección externa del cadáver no mostró evidencias de fluidos y/o traumatismos que indiquen participación de terceros en la causa de muerte, apreciándose un animal en buena condición corporal. La inspección del tejido subcutáneo, cavidad torácica, abdominal y órganos asociados, no evidenció hallazgos anatomopatológicos con excepción de congestión hipostática en los lóbulos derecho del hígado, parte del riñón izquierdo, riñón derecho e imbibición biliar de hígado y asa duodenal. A la incisión del tracto gastrointestinal se detectó presencia de nematodos tipo áscaris en yeyuno y contenido fecal de color verde oscuro en colon descendente y recto. Se tomaron muestras mediante torulado traqueal y rectal, más tejidos de pulmón, tráquea y bazo con el objeto de corroborar el aislamiento viral y pcr del torulado, en el evento que éstos resultaran negativos. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio SAG Lo Aguirre, bajo Protocolo N° 259579. El torulado traqueal (id 14470474) fue analizado con Técnica RT - PCR Tiempo Real IA Matrix Tipo A y resultó positivo a virus Influenza Aviar, Valor CT 21.79 (fecha resultado 02-06-2023). Posteriormente, para conocer la variante del virus IA se aplicó Técnica RT - PCR Tiempo Real Influenza H5, resultando positivo a virus de alta patogenicidad H5N1, específicamente H5 clado 2.3.4.4 CT 21,1 H5 patogenicidad clado 2.3.4.4 CT 16 N1 clado 2.3.4.4 CT 32 (fecha resultado 06-06-2023).

Finalmente, el ensamble trófico local (Venegas & Sielfeld, 1998) y contexto epidemiológico de IA permiten interpretar consistentemente el primer registro del virus H5N1 en gato de Geoffroy, destacando la composición y abundancia de aves muertas en playa y el activo consumo por aves carroñeras como *Milvago chimango* y *Caracara plancus* más otros carnívoros como *Canis lupus* y *Lycalopex culpaeus*.

LITERATURA CITADA

- Abbasi, J. (2023) La gripe aviar ha comenzado a propagarse entre los mamíferos: esto es lo que es importante saber. *JAMA*, 329(8):619–621.
- Berrios, E., & Pincheira, L.B. (2014). Enfermedad por el virus del ébola, *Ebola Virus Disease Científica* 11(2): 134-144.
- Bordes, L., Vreman S, Heutink, R., Roose, M., Venema, S., Pritz-Verschuren, SBE., Rijks, JM., Gonzales, JL., Germeraad, EA., Engelsma, M. & Beerens, N. (2023). Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 Virus Infections in Wild Red Foxes (*Vulpes vulpes*) Show Neurotropism and Adaptive Virus Mutations. *Microbial Spectr*; 11(1):e0286722. <https://doi.org/10.1128/spectrum02867-22>
- Briand FX, Souchaud F, Pierre I, Beven V, Hirchaud E, Hérault F (2023). Virus de la influenza aviar altamente patógena A(H5N1) clado 2.3.4.4b en gato doméstico, Francia. *Emerg Infect Dis*. <https://doi.org/10.3201/eid2908.230188>
- CDC (2023). Centros para el Control de Enfermedades de los Estados Unidos. Aparición y evolución de la influenza aviar H5N1. Disponible en: <https://espanolcdc.gov/flu/avianflu/communication-resources/bird-fluorigin-infograph.html>
- Cumming, G.S., Abolnik, C., Caron, A., Gaidet, N., Grewar, J., Hellard, E. & Reynolds, C. (2015). A social–ecological approach to landscape epidemiology: geographic variation and avian influenza. *Landscape Ecology*, 30(6): 963–985. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0182-8>
- Dijk, J.G.B. van, Hoyer, B.J., Verhagen, J.H., Nolet, B.A., Fouchier, R.A.M., & Klaassen, M. (2014). Juveniles and migrants as drivers for seasonal epizootics of avian influenza virus. *Journal of Animal Ecology*, 83(1): 266–275. [https://doi.org/10.1111/1365-2656.12131@10.1111/\(ISSN\)1365-2656.MOLECOL_JANE](https://doi.org/10.1111/1365-2656.12131@10.1111/(ISSN)1365-2656.MOLECOL_JANE)
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2023). Una Salud. [Internet] <https://www.fao.org/one-health/es>
- Feare, C.J. (2007). El papel de las aves silvestres en la propagación de HPAI H5N1 *Enfermedades aviares*. 51 (s1): 440-447. <https://doi.org/0101637/7575040106R11>

- Gaidet, N., Cappelle, J., Takekawa, J.Y., Prosser, D.J., Iverson, S.A. & Douglas, D.C. (2010). Propagación potencial de la influenza aviar altamente patógena H5N1 por aves silvestres: rangos y tasas de dispersión determinados a partir de telemetría satelital a gran escala. *Revista de Ecología Aplicada* 47: 1147-1157.
- Gamarra, V., Toledo, P., Inga, G., Gutiérrez, R., García-Tello, O., ValdiviaRamírez, L., Huamán-Mendoza, D., Nieto-Navarrete, J., Ventura, S. & Lambertucci, S. (2023). *Primera Mortalidad Masiva de Mamíferos Marinos Causada por el Virus de la Influenza Altamente Patógena (H5N1) en Sudamérica*. Preimpresión. <https://doi.org/101101/20230208527769>
- Glade, A. (1988). (ed) *Libro rojo de los Vertebrados Terrestres Chilenos*. Corporación Nacional Forestal, Impresiones Comerciales S.A., Santiago, Chile.
- Iriarte, A., & Jaksic, F. (2017). *Los carnívoros de Chile*, (2a ed. Revisada). Ediciones Flora & Fauna Chile y CENTRO UC CAPES, P.U. Católica de Chile.
- Iriarte J. Agustín (2013). Revisión actualizada sobre la biodiversidad y conservación de los felinos silvestres de Chile. *Boletín de Biodiversidad de Chile*, 5-24
- Klaassen, M., Hoyer, B.J., & Roshier, D.A. (2011). Identifying crucial gaps in our knowledge of the life-history of avian influenza viruses—an Australian perspective. *Emu - Austral Ornithology*, 111(2), 103–112. <https://doi.org/10.1071/MU10042>
- Krammer, F., & Schultz-Cherry, S. (2023). We need to keep an eye on avian influenza. *Nat. Rev. Immunol* 23: 267–268. <https://doi.org/10.1038/s41577-023-00868-8>
- Lee, D.-H., Torchetti, M.K., Winker, K., Ip, H.S., Song, C.-S., & Swayne, D.E. (2015). Intercontinental Spread of Asian-Origin H5N8 to North America through Beringia by Migratory Birds. *Journal of Virology*, 89(12): 6521–6524. <https://doi.org/10.1128/jvi.00728-15>
- Ministerio del Medio Ambiente, (2012). Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. Decreto Supremo N° 42 /2011
- Munster, V.J., & Fouchier, R.A.M. (2009). Avian influenza virus: Of virus and bird ecology. *Vaccine*, 27(45), 6340–6344. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2009.02.082>
- Muñoz, A., & Yáñez, J. (2009). *Mamíferos de Chile*. Valdivia: CEA ediciones.
- Newman, S.H., Hill, N.J., Spragens, K.A., Janies, D., Voronkin, I.O. & Prosser, D.J. (2012). Eco-Virological Approach for Assessing the Role of Wild Birds in the Spread of Avian Influenza H5N1 along the Central Asian Flyway *PLoS ONE*. 7(2): e30636. <https://doi.org/101371/journal.pone0030636>
- OHHLEP. (2021). One Health High-Level Expert Panel. Definición de "Una Salud". Extraído de FAO, 2023. [Internet] <https://www.fao.org/one-health/es>
- Olsen, B., Munster, V.J., Wallensten, A., Waldenström, J., Osterhaus, A.D.M.E., & Fouchier, R.A.M. (2006, April 21). Global patterns of influenza A virus in wild birds.
- OMSA. Organización Mundial de Sanidad Animal. (2021). Marco de la OIE para la sanidad de la fauna silvestre. 'Proteger la sanidad de la fauna silvestre para lograr Una Sola Salud'. [Internet] <https://www.woah.org/app/uploads/2021/05/e-wildlifehealth-conceptnote.pdf>
- OMSA. Organización Mundial de Sanidad Animal (2023). David E Swayne¹, Leslie Sims¹, Ian Brown¹, Timm Harder¹, Arjan Stegeman, Celia Abolnik, Mariana Delgado, Lina Awada, Gounalan Pavade y Gregorio Torres. Desafíos estratégicos para el control mundial de la influenza aviar de alta patogenicidad (90 SG/8)
- OPS/OMS. Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud (2012). [Internet] <https://www.paho.org/es/temas/influenza-aviar>
- OPS/OMS. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (2022). Actualización Epidemiológica: Brotes de Influenza Aviar y las implicaciones para la salud pública en la Región de las Américas, 14 de diciembre de 2022, Washington, D.C. OPS/OMS
- Peña, M.A.V., Flórez, A.J.M., & Jaramillo-Hernández, D.A. (2023). Influenza aviar de alta patogenicidad y sus saltos interfaces entre aves y mamíferos: situación actual. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 14(1). 65-84.
- Pereira, J., Fracassi, N.G., Rago, V., Ferreyra, H., Marull, C.A., McAloose, D. & Uhart, M.A. (2010b). Causes of mortality in a Geoffroy's cat population—a long-term survey using diverse recording. *European Journal of Wildlife Research*, 56: 939-942.

- Quintana, V., & Muñoz-Pedrerros, A. (1990). Primer registro de *Felis geoffroyi geoffroyi* (D'ORBIGNY y GERVAIS, 1844), en la Cordillera Andina de Chile Central (Carnivora; Felidae). *Comunicaciones del Museo Regional de Concepción* 3:27-31.
- Rimmelzwaan, G.F., van Riel, D., Baars, M., Bestebroer, T.M., van Amerongen, G., Fouchier, R.A., Osterhaus, A.D. & Kuiken, T. Influenza A virus (H5N1) infection in cats causes systemic disease with potential novel routes of virus spread within and between hosts. *Am J Pathol.* (2006) Jan;168(1):176-183; quiz 364. <https://doi.org/10.2353/ajpath.2006.050466>. PMID: 16400021; PMCID: PMC1592682
- Ruiz, S., Jimenez-Bluhm, P., Di Pillo, F., Baumberger, C., Galdames, P., Marambio, V., & Hamilton-West, C. (2021). Temporal dynamics and the influence of environmental variables on the prevalence of avian influenza virus in main wetlands in central Chile. *Transboundary and emerging diseases*, 68(3): 1601-1614.
- SAG. Servicio Agrícola y Ganadero (2015). La ley de caza y su reglamento. Ed. 2015. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago (Chile). Disponible en: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/ley_de_caza_2018.pdf
- SAG. Servicio Agrícola y Ganadero (2022). Resolución exenta N° 7.192/2022 "Declara emergencia zoonosaria y activa sistema nacional de emergencia", Servicio Agrícola y Ganadero (Chile)
- SAG. Servicio agrícola y ganadero (2023). Panel de Información de datos de la emergencia de Influenza Aviar. <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/influenza-aviar-ia>
- SERNAPESCA. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (2023). Influenza aviar. <http://www.sernapesca.cl/influenza-aviar.s.f>
- Songserm, T., Amonsin, A., Jam-on, R., Sae-Heng, N., Meemak, N., Pariyothorn, N., Payungporn, S., Theamboonlers, A. & Poovorawan, Y. Avian influenza H5N1 in naturally infected domestic cat. *Emerg Infect Dis.* (2006) Apr;12(4):681-3. doi: 10.3201/eid1204.051396. PMID: 16704821; PMCID: PMC3294706
- Soto, N., Molina, R., Müller, C. & Maldonado, J. (2023). *Reporte sobre mortalidad masiva de cisnes de cuello negro producto de IAAP y evaluación preliminar de su impacto poblacional en Última Esperanza, SAG.*
- Venegas, C., & Sielfeld, W. (1998) Catálogo de los vertebrados de la región de Magallanes y Antártica chilena. Ediciones de la Universidad de Magallanes.
- Webster, R.G., Bean, W.J., Gorman, O.T., Chambers, T.M., & Kawaoka, Y. (1992), March 1). Evolution and ecology of influenza A viruses. *Microbiological Reviews*, Vol. 56, pp.

Apéndice: Afiliación declara por cada uno de los autores

Número afiliación	Nombre de la institución y/u organización Afiliación
1, 4	Servicio Agrícola y Ganadero, Magallanes y Antártica Chilena. División Protección Recursos Naturales Renovables, ✉ nicolas.soto@sag.gob.cl
2, 5	Servicio Agrícola y Ganadero, Magallanes y Antártica Chilena. División Protección Pecuaria
3, 6, 7, 8	Servicio Agrícola y Ganadero, Programa Emergencia Influenza Aviar

Autor	Afiliación
Nicolás Soto	1
José Maldonado	2
Daphne Zambrano	3
Rodrigo Molina	4
César Müller	5
Danae Rodríguez	6
Victor Monfil	7
Bárbara Soto	8