

## VARIACIONES ANUALES EN LA ABUNDANCIA Y EN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL FLAMENCO AUSTRAL (*PHOENICOPTERUS CHILENSIS*) Y LA PARINA GRANDE (*PHOENICOPARRUS ANDINUS*) EN EL SITIO RAMSAR LAGUNA MELINCÚE, ARGENTINA

MARCELO ROMANO<sup>1,2</sup>, IGNACIO BARBERIS<sup>1,3</sup>, FERNANDO PAGANO<sup>4</sup>,  
PRISCILLA MINOTTI<sup>1,5</sup> Y FELICITY ARENGO<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup> Grupo Conservación de Flamencos Altoandinos.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Biodiversidad y Ambiente (ECOSUR).

Pje. Sunchales 329, 2000 Rosario, Santa Fe, Argentina.

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR), UNR-CONICET, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Campo Experimental Villarino, CC 14, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina. ignaciobarberis@yahoo.com

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario.

Bv. Ovidio Lagos 1000, 2170 Casilda, Santa Fe, Argentina.

<sup>5</sup> Laboratorio de Ecología, Teledetección y Eco-informática (LETyE) e Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA), Campus Miguelete, Universidad Nacional de San Martín.

25 de Mayo y Francia, 1650 San Martín, Buenos Aires, Argentina.

<sup>6</sup> American Museum of Natural History. 200 Central Park West, 10024 Nueva York, EEUU.

**RESUMEN.**— Durante 1999–2016 se realizaron conteos invernales de Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) y Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) en distintos sectores de la laguna Melincué y se registraron las variaciones en el nivel del agua y su salinidad. Además, se registraron las posiciones de individuos de Parina Grande equipados con transmisores. La cota fluctuó entre 86.1–82.3 msnm. En 2005 se empezó a bombear agua y la conductividad disminuyó marcadamente. La conductividad estuvo asociada positivamente con la abundancia de la Parina Grande y negativamente con la del Flamenco Austral. Los individuos con transmisores estuvieron presentes en julio–septiembre, permaneciendo largos periodos en los mismos sectores. La Parina Grande se concentró en ciertos sectores, mientras que el Flamenco Austral se distribuyó más uniformemente y su abundancia aumentó en los años de cota alta en los sectores este y oeste. La proporción de individuos de ambas especies en el sector sur aumentó al disminuir el nivel de la laguna. Los resultados confirman la importancia de la laguna para la conservación de estas especies.

**PALABRAS CLAVE:** *distribución espacial, Flamenco Austral, humedales, Pampa, Parina Grande, Phoenicoparrus andinus, Phoenicopterus chilensis.*

**ABSTRACT.** ANNUAL VARIATIONS IN THE ABUNDANCE AND THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE CHILEAN FLAMINGO (*PHOENICOPTERUS CHILENSIS*) AND THE ANDEAN FLAMINGO (*PHOENICOPARRUS ANDINUS*) AT THE LAGUNA MELINCÚE RAMSAR SITE, ARGENTINA.— From 1999–2016 we carried out winter censuses of Chilean Flamingo (*Phoenicopterus chilensis*) and Andean Flamingo (*Phoenicoparrus andinus*) in different sectors of the Melincué lagoon, and recorded water levels and salinity. In addition, the location of individuals of Andean Flamingo equipped with transmitters was recorded. Water levels fluctuated between 86.1–82.3 masl. In 2005, water began to be pumped, and conductivity decreased markedly. Conductivity was positively associated with Andean Flamingo abundance and negatively with Chilean Flamingo abundance. Individuals with transmitters were present from July–September, remaining long periods in the same sectors. The Andean Flamingo was concentrated in certain sectors, whereas Chilean Flamingo was spread more evenly and its abundance increased in the years of higher water levels in the east and west sectors. For both species, the proportion of individuals in the south sector increased when water levels decreased. These results confirm the importance of the Melincué lagoon for the conservation of these species.

**KEY WORDS:** *Andean Flamingo, Chilean Flamingo, Pampa, Phoenicoparrus andinus, Phoenicopterus chilensis, spatial distribution, wetlands.*

Los flamencos habitan en humedales salinos desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 4500 msnm, preferentemente en lagunas con aguas someras (Canevari 1983, Ogilvie y Ogilvie 1986, Caziani et al. 2007). Son aves gregarias que nidifican en colonias y pueden viajar grandes distancias entre los sitios de alimentación y cría (Caziani et al. 2007). En Argentina habitan tres especies: el Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*), la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la Parina Chica (*Phoenicoparrus jamesi*). El Flamenco Austral presenta la mayor distribución, habitando en lagunas saladas y dulceacuícolas, y humedales costeros desde el oeste de Perú hasta el sur de Chile y desde el sur de Brasil hasta la Patagonia (Canevari 1983, Bucher 2006, Sosa y Martín 2012). Las otras dos especies, consideradas flamencos altoandinos por ser emblemáticas de las lagunas de altura, utilizan lagos y salares altoandinos en verano (octubre–marzo) para la nidificación y alimentación (Caziani et al. 2007, Marconi et al. 2007). En invierno (mayo–setiembre) muchos de estos lagos se congelan, por lo que parte de la población de flamencos altoandinos desciende a algunos humedales de las planicies centrales de Argentina (Bucher 1992, Michelutti 1994, Romano et al. 2002, Caziani et al. 2007, Cruz et al. 2013, Chiale et al. 2015).

La laguna Melincué, uno de los humedales salinos más grandes del sur de Santa Fe, posee una gran diversidad de aves acuáticas, con un gran número de migrantes neárticos y neotropicales (Romano et al. 2002, 2005, 2014, 2015). El sitio está categorizado como Reserva Provincial de Usos Múltiples (Biasatti et al. 2016), como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA; Di Giacomo 2005) y ha sido declarado Sitio Ramsar (Humedal Laguna Melincué) en 2008 (Romano et al. 2014). En 2016 se conformó el Comité Intersectorial de Manejo del Área Natural Protegida (Sitio Ramsar y Reserva Provincial) del Humedal Laguna Melincué. Es un sitio clave para la conservación de los flamencos altoandinos (Caziani et al. 2007, Marconi y Sureda 2008, Marconi et al. 2011), por lo cual integra la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de los Flamencos Altoandinos, una estrategia que define sitios prioritarios para su conservación (Marconi et al. 2007). En algunos años este humedal ha concentrado hasta el 30% de la población global de la Parina Grande durante la estación no reproductiva (julio–octubre; Romano et al. 2002, 2008, 2009) y en años recientes se ha registrado por primera vez la presencia de la Parina Chica (Cruz et al. 2013). El Flamenco Austral está presente durante todo el año (Romano et al. 2005, 2014).

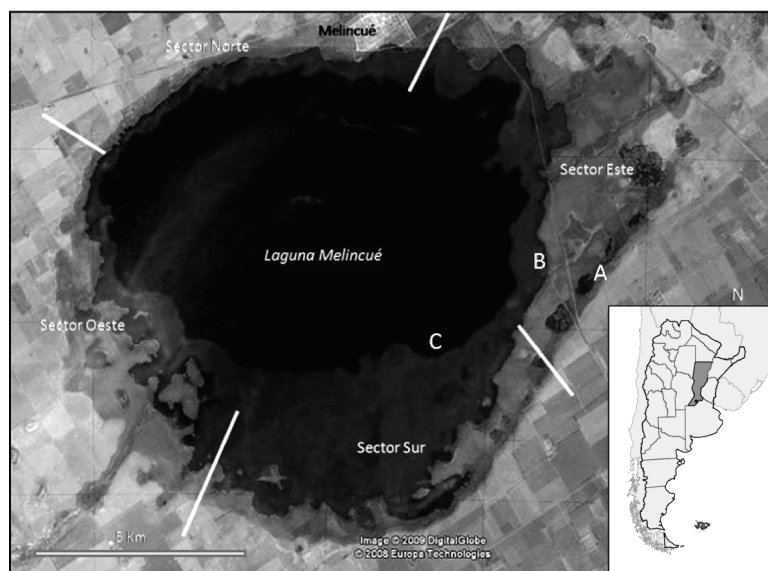


Figura 1. Laguna Melincué (Santa Fe, Argentina), mostrando los cuatro sectores (este, oeste, norte y sur) utilizados para los conteos de flamencos. La variación de la superficie de la laguna durante el período de estudio se muestra en distintos tonos de gris (A: cota máxima, B: intermedia, C: mínima). Abajo a la derecha se indica la ubicación de la laguna en el sur de la provincia de Santa Fe (en gris oscuro).

El sitio debe su gran heterogeneidad espacial a las diferencias topográficas, ambientales y el grado de influencia humana (Romano et al. 2014). El nivel de la laguna sufre variaciones estacionales debidas al balance entre precipitaciones, evaporación y escurrimiento del agua, y variaciones cíclicas interanuales producidas por ciclos macro-climáticos húmedos o secos (El Niño Oscilación Sur-Niña) (Romano et al. 2014, Guerra et al. 2015, 2017). La topografía hace que pequeños cambios en el nivel de la laguna provoquen amplias variaciones en su extensión, siendo éstas mayores en la costa sur debido a sus menores pendientes (Romano et al. 2014). En años secos, la laguna sufre importantes retracciones en su espejo de agua, dejando al descubierto grandes extensiones barrosas salinas. En ciclos de cota alta, el crecimiento de la laguna provoca inundaciones en los campos periféricos y en ciertos años ha afectado la infraestructura próxima (e.g., área urbana de Melincué, rutas). Para reducir estos inconvenientes, en 2005 se puso en funcionamiento una estación de bombeo que ha transformado artificialmente la cuenca en exorreica y ha provocado fuertes cambios en las condiciones ecológicas de la laguna (e.g., cambios en los parámetros físico-químicos, en la composición y diversidad de aves acuáticas y en la comunidad de peces; Romano et al. 2014).

Este trabajo tiene por objetivos determinar las variaciones anuales en la abundancia y en la distribución espacial del Flamenco Austral y la Parina Grande durante la estación invernal (julio-agosto) en la laguna Melincué, y su relación con los niveles de la laguna (cota) y con su salinidad (conductividad). Se analizaron datos de conteos poblacionales invernales de ambas especies entre 1999–2016, así como registros de posicionamiento de individuos de Parina Grande por medio de transmisores satelitales (2003–2006). Esta información será de utilidad para la implementación de planes de acción para el manejo del Sitio Ramsar Laguna Melincué.

## MÉTODOS

### *Área de estudio*

La laguna Melincué (33°43'S, 61°28'O; 84 msnm; Fig. 1) es un humedal localizado al sur de la provincia de Santa Fe, en la región conocida como Pampa de las Lagunas, cuya

principal característica geomorfológica es la abundancia de cuencas endorreicas con lagunas de escasa profundidad (Romano et al. 2005, 2008, 2009, 2011, 2014). Su cuenca tiene una extensión de 678 km<sup>2</sup> y recoge el agua de numerosas cañadas y bañados. La laguna tiene una profundidad máxima de 6–7 m y su área puede variar entre 48–145 km<sup>2</sup> (Romano et al. 2014, Guerra et al. 2015). El clima es templado, subhúmedo–húmedo, con una temperatura promedio anual de 16 °C y 917 mm de precipitaciones anuales promedio (Biasatti et al. 1999). Sus aguas son moderadamente salinas (3–6 g/l), bicarbonatadas sódicas, con pH alto (9–11) y baja transparencia (disco Secchi: 0.15 m) (Romano et al. 2005, 2008, 2014). Los suelos que rodean a la laguna son pobremente drenados, predominantemente alcalinos y salinos. La vegetación está compuesta por praderas halófilas dominadas por *Distichlis spicata* y *Paspalum vaginatum* (Romano et al. 2005).

La costa norte es la más influenciada por la acción humana. Sobre ella corre la ruta provincial 90, se ubica la localidad de Melincué (2200 habitantes) y la infraestructura para recreación y turismo. La costa oeste tiene extensas playas y pastizales y en ella desagua el arroyo Pedernal; por allí corre un camino vecinal que desde 1993 se encuentra interrumpido debido a los cambios cíclicos del nivel de la laguna. La costa este presenta numerosas cañadas y bañados, y está recorrida por un antiguo tramo de la ruta provincial 93 que, si bien clausurado al tránsito vehicular desde hace varias décadas, permite el ingreso de personas. Finalmente, la costa sur presenta las playas y pastizales más extensos, con un acceso por tierra limitado ya que se encuentra dentro de grandes establecimientos agrícola-ganaderos con acceso restringido y, además, porque el camino vecinal se encuentra muy alejado (Romano et al. 2014). En años de cota baja se observan grandes extensiones de playas barrosas en las costas sur y oeste, que rápidamente son colonizadas por especies de plantas de la pradera salina.

El sitio está ubicado dentro de una de las principales áreas agrícolas de Argentina. Las actividades productivas más importantes son el cultivo de soja, trigo y maíz, además de la ganadería extensiva. El sitio se encuentra también fuertemente afectado por el turismo, las urbanizaciones no reguladas, los drenajes con fines urbanísticos y agropecuarios, y la conta-

minación ambiental (Romano et al. 2014). Todos estos procesos reducen la extensión y la calidad del hábitat para la fauna silvestre (Biasatti et al. 1999).

#### *Estatus de las especies*

El Flamenco Austral está clasificado como Casi Amenazado (IUCN), se encuentra en el Apéndice II de la Convención sobre el Tráfico de Especies Silvestres (CITES) y en el Apéndice II de la Convención sobre las Especies Migratorias (CMS). Para Argentina se considera que no está amenazado (López-Lanús et al. 2008). Por su parte, la Parina Grande está clasificada como Vulnerable (IUCN), se encuentra en el Apéndice II de CITES y en el Apéndice I de CMS, y ha sido incluida en el Acta de Especies en Peligro de los EEUU. En Argentina se la considera En Peligro (López-Lanús et al. 2008).

#### *Obtención de los datos*

Los conteos de flamencos se realizaron en invierno durante julio y agosto entre 1999–2016. El humedal fue dividido arbitrariamente en cuatro sectores (este, oeste, norte y sur). En estas áreas, siguiendo la línea de costa, se contaron e identificaron los flamencos a nivel de especie mediante binoculares, telescopios y contadores manuales. Los sectores fueron recorridos en vehículo, bote o caminando, lo cual permitió cubrir todo el humedal. Durante los dos o tres días consecutivos que duró cada conteo, la gran mayoría de los flamencos permaneció en los sitios iniciales y prácticamente no se registraron desplazamientos entre sectores, por lo cual se considera que los conteos no están sesgados por la movilidad. En 2000, 2001 y 2002 los conteos no fueron realizados, y para 2011 no se dispone de la información por sector. Cada conteo invernal fue asociado a registros sistemáticos de la cota de la laguna (Peralta y Luppi, datos no publicados). A partir de 2008 se registró la conductividad del agua mediante una sonda multi-paramétrica.

Entre 2003–2007 se colocaron transmisores satelitales (PT-100, Microwave Telemetry; 45 g) a 16 individuos de Parina Grande: 5 en Bolivia (1 en Laguna Saquewa y 4 en Lago UruUru), 1 en Argentina (Laguna Pozuelos) y 10 en Chile (4 en Laguna Puillar, 5 en Laguna Negro Francisco y 1 en Salar de Surire). Los transmisores se programaron en un ciclo de transmi-

sión de 8 h cada 108 h (i.e., cada 4.5 días), lo que produjo un promedio de 638 días de duración.

#### *Análisis de datos*

Para evaluar la asociación entre las abundancias anuales de ambas especies, así como entre la abundancia anual de cada especie y la cota de la laguna, se utilizó la prueba de correlación no paramétrica de Spearman. Debido a que en 2005 se empezó a bombear para sacar el agua de la laguna y sus efectos comenzaron a visualizarse luego de los primeros años (Romano y Barberis, obs. pers.), este análisis se realizó por separado para los períodos 1999–2007 y 2008–2016. Para el segundo período también se evaluó la asociación entre la conductividad del agua y la cota de la laguna, y con las abundancias de ambas especies. Las pruebas estadísticas fueron realizadas con el paquete R (Crawley 2007).

Para cada especie se construyó una matriz de año  $\times$  sector que contenía la abundancia relativa de individuos entre sectores para cada año de conteo. Para evaluar las diferencias en la abundancia relativa de flamencos en las distintas combinaciones de especies y años se utilizó el programa Multiv (Pillar 2006) que permite realizar análisis de la varianza multivariado mediante aleatorización. Como medida de disimilitud se utilizó la distancia euclidiana y como criterio de evaluación se utilizó el valor de una *pseudo-F*, calculada como  $Qb/Qw$  (donde  $Qb$  es la suma de cuadrados entre grupos y  $Qw$  la suma de cuadrados dentro de  $k$  grupos). Se computaron los residuales en los datos antes de obtener la matriz de disimilitud para superar la imposibilidad de realizar pruebas exactas para las interacciones (Pillar 2006).

Para evaluar la asociación entre la cota de la laguna y la abundancia relativa de individuos presentes en los distintos sectores de la laguna se utilizó la prueba de correlación no paramétrica de Spearman. Estos análisis se realizaron separadamente para cada especie en cada sector usando el programa R (Crawley 2007). A su vez, se evaluó la asociación en la distribución espacial de los individuos de ambas especies en los distintos años mediante la prueba de Mantel, usando la distancia euclidiana como medida de disimilitud. Este análisis se realizó por separado para los períodos 1999–

2007 y 2008–2016. Los análisis se realizaron con el programa PC-ORD v.6.0 (McCune y Mefford 2011).

## RESULTADOS

La cota de la laguna tuvo un valor máximo de 86.1 msnm en 2003, luego se redujo marcadamente hasta los 82.3 msnm en el período 2011–2013 y subió a 84.6 msnm en los tres últimos años de muestreo (Fig. 2A). La conductividad del agua de la laguna disminuyó marcadamente desde 2008 hasta 2016, registrándose una primera reducción desde 2008 hasta 2010 y luego otra más pronunciada en los últimos tres años (Fig. 2A). Para todo el período analizado no se observó correlación entre la cota de la laguna y la conductividad del agua ( $\rho = -0.483, P = 0.194$ ). Sin embargo, se pueden distinguir dos etapas: en la primera (2008–2013) descendieron marcadamente tanto la cota como la conductividad, mientras que en la segunda (2014–2016) aumentó la cota pero la conductividad continuó descendiendo y permaneció baja.

La cota de la laguna no estuvo asociada con la abundancia de individuos de ninguna de

las dos especies (Parina Grande:  $\rho = -0.236, P = 0.238$ ; Flamenco Austral:  $\rho = 0.206, P = 0.443$ ; Fig. 2). A lo largo de todo el período, la abundancia de ambas especies fue muy variable, con un máximo de 9904 individuos y un mínimo de 0 (CV = 105.2) para la Parina Grande y un mínimo de 307 (CV = 63.0) para el Flamenco Austral (Fig. 2B). No se observó una correlación entre ellas ( $\rho = -0.091, P = 0.736$ ). Sin embargo, hasta 2007 sus abundancias estuvieron asociadas positivamente ( $\rho = 0.714, P = 0.088$ ) y a partir de esa fecha negativamente ( $\rho = -0.728, P = 0.026$ ). Para este último período, la abundancia de la Parina Grande estuvo asociada positivamente con la conductividad ( $\rho = 0.946, P < 0.001$ ), mientras que la abundancia del Flamenco Austral estuvo asociada negativamente ( $\rho = -0.600, P = 0.097$ ) (Fig. 3).

La distribución relativa de la abundancia de individuos entre los cuatro sectores difirió marcadamente entre años, siendo similar para ambas especies en algunos años pero diferente en otros (especie  $\times$  año:  $P < 0.001$ ). En la mayor parte de los años la Parina Grande tuvo una distribución concentrada en ciertos sec-

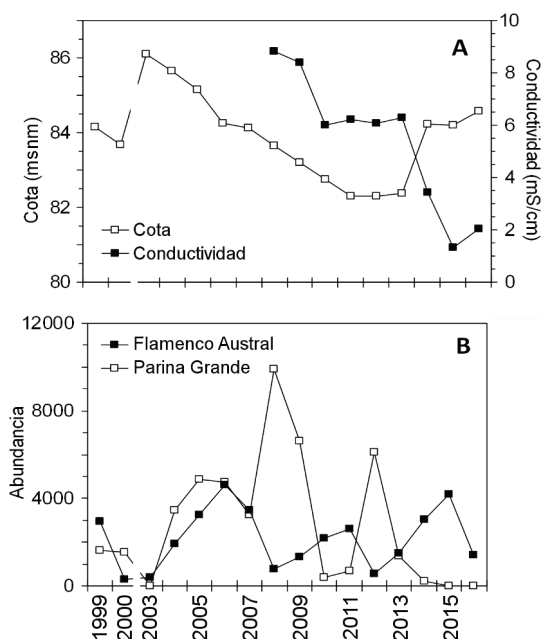


Figura 2. Variación anual (1999–2016) de (A) la cota de la laguna y la conductividad del agua, y (B) la abundancia del Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) y la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) en la laguna Melincué (Santa Fe, Argentina).

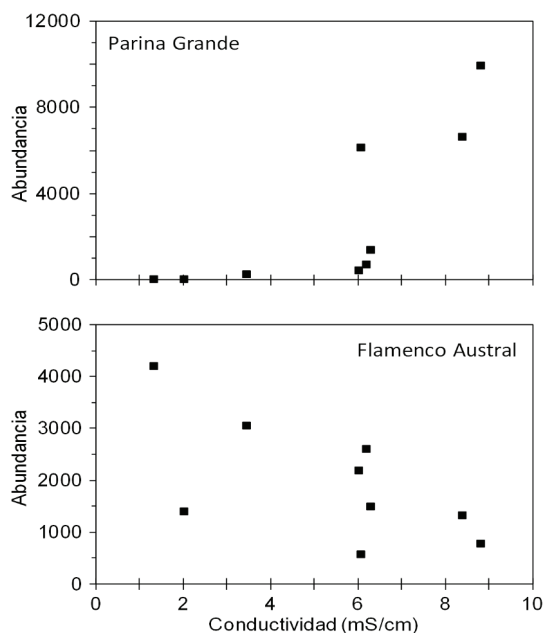


Figura 3. Variación de la abundancia de la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) y el Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) en relación a la conductividad del agua en el período 2008–2015 en la laguna Melincué (Santa Fe, Argentina).

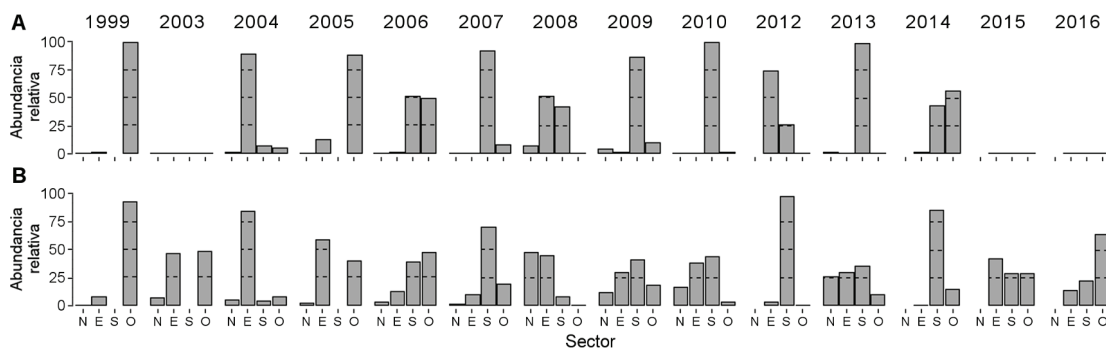


Figura 4. Distribución relativa de la abundancia de individuos de la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) (A) y del Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) (B) entre los cuatro sectores (norte, este, sur y oeste) en la laguna Melincué (Santa Fe, Argentina) para los distintos años de muestreo.

tores de la laguna, mientras que el Flamenco Austral se distribuyó más uniformemente (Fig. 4). El patrón de distribución de ambas especies fue similar en los primeros años ( $r = 0.478$ ,  $P = 0.050$ ), siendo muy importante el sector oeste en 1999, el este en 2004, el sur en 2007 y los sectores sur y oeste en 2006. En los siguientes años los patrones de distribución fueron más disímiles entre especies ( $r = 0.240$ ,  $P = 0.090$ ). En 2009, 2010 y 2013 la Parina Grande se concentró principalmente en el sector sur, mientras que el Flamenco Austral estuvo más distribuido entre los sectores. Por el contrario, en 2012 y 2014 la Parina Grande tuvo un patrón más distribuido mientras que el Flamenco Austral se concentró principalmente en el sector sur (Fig. 4).

La distribución relativa de los individuos entre sectores fue afectada por el nivel de la laguna en ambas especies (Fig. 5). En los sectores este y oeste se observó un aumento de la abundancia relativa del Flamenco Austral en los años de cota alta, mientras que la Parina Grande no mostró allí ningún patrón. Por el contrario, en ambas especies se observó un aumento en la proporción de individuos presentes en el sector sur cuando disminuyó el nivel de la laguna (Fig. 5).

Durante los tres años de relevamiento satelital, tres individuos de Parina Grande fueron registrados en la laguna Melincué: "Carmen" en 2004 y 2006, "Pancho" en 2004 y "Tupac" en 2005 (Fig. 6). Los dispositivos de "Carmen" y "Pancho" fueron colocados en la laguna Negro Francisco, Chile ( $27^{\circ}27'S$ ,  $69^{\circ}11'O$ ), a 1002 km de Melincué, y el de "Tupac" en Laguna Puilar, Chile ( $23^{\circ}22'S$ ,  $68^{\circ}10'O$ ), a 1326 km. De "Carmen" se obtuvieron más de

dos años de datos y se registró el recorrido entre Negro Francisco y Melincué durante dos temporadas de invierno, en 2004 y 2006. En 2005 este individuo fue registrado en invierno en Mar Chiquita, Córdoba. Los flamencos con transmisor estuvieron presentes en la laguna Melincué desde mediados de julio hasta mediados de septiembre y permanecieron

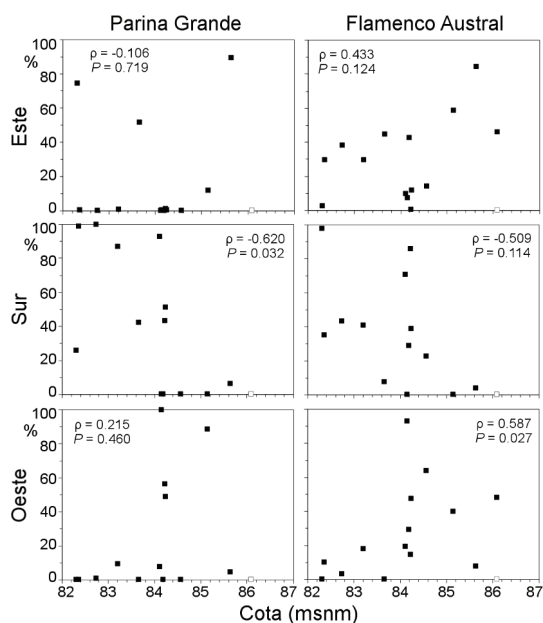


Figura 5. Porcentaje de individuos de Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) (izquierda) y de Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) (derecha) en los sectores este, sur y oeste de la laguna Melincué (Santa Fe, Argentina) en relación a la cota de la laguna. En cada caso se muestra el resultado de la prueba de correlación de Spearman.

durante largos períodos en los mismos sectores (Fig. 7). Los sectores más utilizados fueron el este, el oeste y el sur. En 2004, “Carmen” y “Pancho” estuvieron la mayor parte del tiempo en el sector este. En 2005 “Tupac” estuvo en el sector oeste y en 2006 “Carmen” estuvo en los sectores sur y oeste. La posición de estos individuos coincidió con la ubicación en esos sectores de la mayoría de los individuos al momento de los conteos (Figs. 4, 6 y 7).

DISCUSIÓN

Durante el período de estudio se observaron marcadas variaciones en la cota de la laguna, registrándose tanto el nivel histórico más alto (2003) como niveles intermedios a bajos (Romano et al. 2014). Estas variaciones se debieron principalmente a la influencia de los ciclos macro-climáticos (El Niño-La Niña), pero también a factores humanos como las acciones de bombeo. En una cuenca endorreica salina, el descenso en el nivel del agua por evaporación conlleva a un aumento en la concentración de sales y de la conductividad del agua (Rodríguez et al. 2006). El descenso simultáneo de la cota y de la conductividad de la laguna registrados durante 2008–2013 pone en evidencia el impacto de un factor no natural (el bombeo) que condiciona el comportamiento hídrico del sistema. Esto puede explicarse por el efecto sinérgico de la extracción por bombeo de agua con alto contenido de sales y el ingreso de agua dulce por precipitaciones. Finalmente, el aumento de las precipitaciones en los últimos años (2014–2016) produjo un marcado incremento de la cota y la consecuente dilución del agua de la laguna, lo que sumado al bombeo desencadenó un marcado descenso de la conductividad.

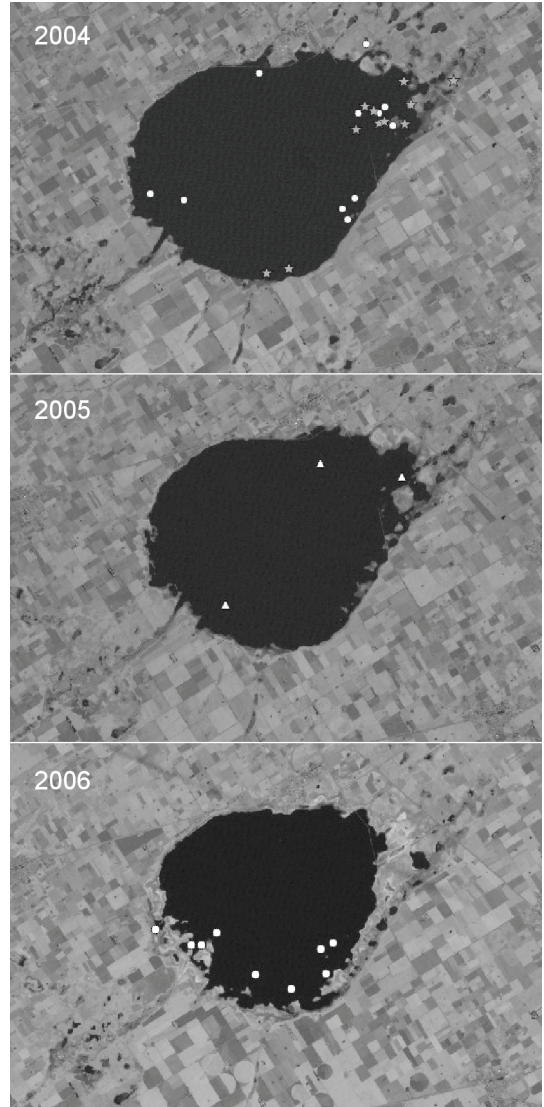


Figura 6. Ubicación de los tres individuos de Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) monitoreados por telemetría satelital (círculo: “Carmen”, estrella: “Pancho”, triángulo: “Tupac”) durante 2004, 2005 y 2006 en la laguna Melincué (Santa Fe, Argentina).

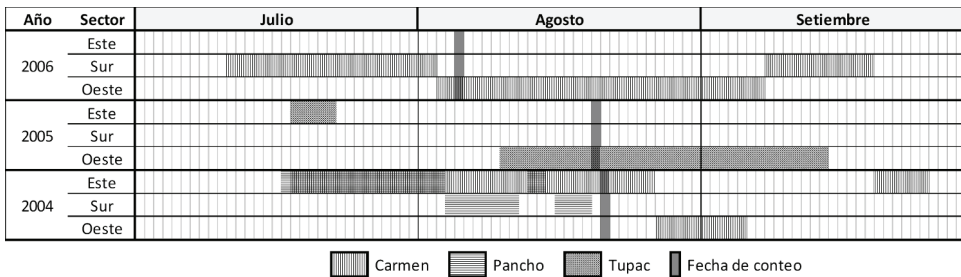


Figura 7. Presencia de los tres individuos de Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) monitoreados por telemetría satelital en los sectores este, sur y oeste de la laguna Melincué (Santa Fe, Argentina) a lo largo de la temporada invernal de 2004, 2005 y 2006.

El Flamenco Austral tiene una presencia constante en la región, no habiendo sido nunca registrado en Melincué en números inferiores a algunos cientos de individuos (Romano et al. 2005). Su abundancia es mayor en invierno que en verano (Romano et al. 2005), ya que durante la época estival muchos individuos se trasladan hacia los sitios de reproducción (e.g., Laguna Mar Chiquita). A lo largo de más de 25 años de relevamiento, solo en dos veranos se registraron eventos de nidificación en Melincué (1999 y 2010; Romano y Pagano, obs. pers.). La Parina Grande es visitante invernal (Romano et al. 2002, 2005, 2011) y los registros de transmisores satelitales confirmaron su presencia en Melincué desde mediados de julio hasta mediados de septiembre. Esta especie presentó una gran variación interanual en su abundancia invernal. En 2008, 2009 y 2012 la abundancia fue muy elevada, registrándose en el primer año más de 9900 individuos (i.e., un 30% del total de la población mundial estimada), mientras que en 2003, 2015 y 2016 no se registraron individuos. Dado que es una especie migratoria altitudinal y latitudinal (Caziani et al. 2007), estas variaciones en su abundancia podrían atribuirse, por un lado, a que en ciertos inviernos, dependiendo de las condiciones macro-climáticas, los individuos pueden optar por bajar a altitudes intermedias en el Altiplano (e.g., Pozuelos, Jujuy) o descender a tierras bajas (e.g., Laguna Mar Chiquita), pero sin llegar hasta el extremo sur de su distribución (e.g., Pampa de las Lagunas, Santa Fe) (Arengo, datos no publicados). Por otro lado, se ha registrado en otros inviernos que esta especie baja hasta algunos humedales de Pampa de las Lagunas (e.g., las lagunas Martín García, Bella Vista, Carmen, Morgan) pero no utiliza Melincué o lo hace en muy bajo número (Romano y Barberis, datos no publicados). De esta manera, los flamencos hacen un uso alternativo y complementario de humedales a escala subcontinental, que incluye humedales altoandinos y puneños a distintas alturas, y varios humedales de tierras bajas, incluida la laguna Melincué.

En los primeros años de este estudio (1999–2007), en los que la cota de la laguna fluctuó entre niveles intermedios a altos, las menores abundancias de ambas especies se registraron durante los años de cotas más altas. Esto podría estar asociado tanto a una menor

conductividad por dilución como a una menor disponibilidad de playas y áreas barrosas donde estas especies habitualmente se alimentan (Romano et al. 2005). Por ejemplo, en 2003, cuando se registró el nivel más alto, el agua cubrió gran parte de la pradera salina, desapareciendo los sitios de alimentación. Sin embargo, la dinámica natural del sistema transformó rápidamente estas áreas en nuevos ambientes aptos para los flamencos, lo que se observó en las abundancias registradas en los años subsiguientes (2004 y 2005).

En los últimos años (2008–2016) se registró una asociación negativa entre la abundancia de individuos de ambas especies, lo cual podría asociarse a exclusión interespecífica (Barisón et al. 2014), pero más probablemente a la diferente respuesta a las variaciones en la conductividad del agua. La abundancia de la Parina Grande se redujo notablemente luego del marcado descenso de la conductividad registrado en los últimos tres años, mientras que la abundancia del Flamenco Austral se mantuvo elevada. Si bien ambas especies son capaces de habitar en lagunas con un amplio rango de salinidad (Caziani y Derlindati 2000, Boyle et al. 2004, Romano et al. 2008), en el área invernal de Pampa de las Lagunas la Parina Grande ha sido registrada solo en un reducido número de humedales de salinidad intermedia, siendo rara en lagunas de baja o muy alta salinidad. Por el contrario, el Flamenco Austral habita en la mayoría de los humedales en todo el rango de salinidad (Romano et al. 2009). Estos patrones de uso de las lagunas podrían atribuirse a una diferenciación en la dieta de ambas especies (Di Pasquale et al. 2015). El Flamenco Austral tiene una dieta amplia, que incluye zooplancton, invertebrados bentónicos e, inclusive, semillas, mientras que la Parina Grande se alimenta fundamentalmente de fitoplancton (Hurlbert y Chang 1983, Mascitti y Kravetz 2002, Tobar et al. 2012, 2014). Por eso, la oferta de alimento en las lagunas que utiliza la Parina Grande podría estar condicionada tanto por una baja como por una muy alta conductividad del agua. No se dispone de datos para evaluar esto, aunque sería importante realizar estudios que permitieran analizarlo.

Ambas especies de flamencos usaron diferencialmente las distintas áreas de la laguna, utilizando en mayor proporción los sectores sur, este y oeste. El menor uso del sector norte



estaría asociado al mayor impacto humano (Romano et al. 2014). También se observaron marcadas diferencias entre años en el uso de los sectores. Esto podría atribuirse a diferencias entre años en la disponibilidad y calidad de las áreas de alimentación de las distintas costas en función de las condiciones climáticas y la cota. El sector sur fue utilizado preferentemente en años de cota intermedia a baja por ambas especies, ya que presenta la pendiente menos pronunciada y las áreas de alimentación más extensas. Por el contrario, en años de cota alta cuando el agua cubre gran parte de la pradera salina que predomina en esta área de la laguna, los flamencos se trasladaron a los sectores este y oeste. Este patrón se corresponde con la ubicación registrada en los estudios de comportamiento realizados durante años de cota intermedia a baja (2007, 2010 y 2011; Barisón et al. 2014, Derlindati et al. 2014). Si bien para 2011 no hay registros de abundancia por sector, la mayoría de los individuos se ubicó en esa área de la laguna (Romano, obs. pers.). Los registros de los transmisores satelitales muestran que los flamencos permanecieron durante varias semanas en los mismos sectores. La posición de los individuos con transmisores satelitales en 2004, 2005 y 2006 coincidió con la ubicación en esos sectores de la mayoría de los flamencos al momento de realizar los conteos invernales de esos años. En consecuencia, desde el punto de vista de la conservación habría que tratar de proteger tanto los sectores este y oeste como el sur, ya que su importancia relativa varía entre años, de acuerdo a la cota de la laguna.

La población de la Parina Grande ha presentado marcadas variaciones durante los últimos años en Melincué. Estas fluctuaciones podrían deberse a variaciones en las condiciones ambientales del sistema, dadas por la combinación de los ciclos El Niño-La Niña con el bombeo del agua de la laguna que redujeron notablemente su conductividad. Sin embargo, la abundancia de esta especie no debe analizarse solo a nivel de sitio, sino a nivel regional (Pampa de las Lagunas, Mar Chiquita) y continental (Red de Sitios Prioritarios), dado el uso alternativo y complementario que estas especies hacen de numerosos humedales y, en especial, de los 20 sitios prioritarios de la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de los Flamencos Altoandinos

(Marconi y Sureda 2008), cotejando sincrónicamente el estado y oferta de recursos de dichos humedales en su conjunto.

Este estudio de más de 15 años de duración confirma la importancia de la laguna Melincué como sitio invernal para ambas especies de flamencos. Esto podría atribuirse al tamaño, la profundidad y la heterogeneidad de hábitats que presenta respecto a otros humedales de la región (Romano et al. 2005, 2014), ya que a pesar de las marcadas variaciones en la cota de la laguna, todos los años presenta una variedad de hábitats que son usados por flamencos. Por ello es sumamente importante conservar y fomentar la diversidad de hábitats disponibles en este humedal. Este trabajo, así como otros que abordan diversos aspectos de la dinámica de este sistema a largo plazo, deberían constituirse en insumos para el recientemente conformado Comité Intersectorial de Manejo del Área Natural Protegida (Sitio Ramsar y Reserva Provincial) del Humedal Laguna Melincué, que es quien debe generar planes y acciones de gestión y manejo del sitio. En ese sentido, tener en cuenta la particular dinámica del sistema y sus componentes permitirá evitar acciones basadas en generalizaciones erróneas con el correspondiente impacto en su manejo y conservación.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración en los conteos invernales de Caterina Barisón, Marta Borro, Candelaria Cordini, Nancy Cruz, Enrique Derlindati, Rodrigo Freire, Ernesto Micol, Federico Mohr, Eugenia Montani, Ayelén Muchiutti, Germán Saigo, Daniela Tamburini, Diego Toneati, Toradji Uraoka y Julián Zuliani. Quisiéramos agradecer a los propietarios de los establecimientos La Tehuelche, El Pedernal y Laguna San Carlos, y a la familia Amestoy por permitirnos el acceso a sus propiedades. A Marcelo Luppi y Eduardo Peralta por facilitarnos los registros de cota de la laguna. Finalmente, agradecemos a Woodland Park Zoo, Wildlife Conservation Society y Convención RAMSAR por el apoyo financiero para la realización de las campañas.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

BARISÓN C, CRUZ N, ROMANO M Y BARBERIS IM (2014) Patrones de comportamiento de dos especies de flamenco (*Phoenicoparrus andinus* y *Phoenicopterus chilensis*) y su relación con las condiciones meteorológicas de la laguna Melincué, Argentina, durante la temporada invernal. *Hornero* 29:61-71

- BIASATTI R, DELANNOY L, PERALTA E, PIRE EF, ROMANO MC Y TORRES G (1999) *Cuenca hidrográfica del humedal de la Laguna Melincué, provincia de Santa Fe*. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires
- BIASATTI NR, ROZZATTI JC, FANDIÑO B, PAUTASSO A, MOSSO ED, MARTELEUR GA, ALGARANAZ N, GIRAUDO AR, CHIARULLI C, ROMANO M, RAMÍREZ LLORENS P Y VALLEJOS L (2016) *Las ecoregiones. Su conservación y las áreas naturales protegidas de la provincia de Santa Fe*. Ministerio de Medio Ambiente, Santa Fe
- BOYLE TP, CAZIANI SM Y WALTERMIRE RG (2004) Landsat TM inventory and assessment of waterbird habitat in the southern altiplano of South America. *Wetlands Ecology and Management* 12:563–573
- BUCHER EH (1992) Population and conservation status of flamingos in Mar Chiquita, Cordoba, Argentina. *Colonial Waterbirds* 15:179–184
- BUCHER EH (2006) Flamencos. Pp. 151–261 en: BUCHER EH (ed) *Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba
- CANEVARI P (1983) *El Flamenco Común*. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires
- CAZIANI SM Y DERLINDATI E (2000) Abundance and habitat of High Andes flamingos in northwestern Argentina. *Waterbirds* 23 (Suppl.):121–133
- CAZIANI SM, ROCHA OLIVIO O, RODRÍGUEZ RAMÍREZ E, ROMANO MC, DERLINDATI EJ, TÁLAMO A, RICALDE D, QUIROGA C, CONTRERAS JP, VALQUI M Y SOSA H (2007) Seasonal distribution, abundance, and nesting of Puna, Andean, and Chilean flamingos. *Condor* 109:276–287
- CHIALE MC, PAGANO LG Y ROESLER I (2015) Nuevas localidades para la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*). *Nuestras Aves* 60:46–47
- CRAWLEY MJ (2007) *The R book*. John Wiley & Sons, Chichester
- CRUZ NN, BARISÓN C, ROMANO M, ARENGO F, DERLINDATI EJ Y BARBERIS IM (2013) A new record of James's Flamingo (*Phoenicoparrus jamesi*) from Laguna Melincué, a lowland wetland in East-Central Argentina. *Wilson Journal of Ornithology* 125:217–221
- DERLINDATI EJ, ROMANO MC, CRUZ NN, BARISÓN C, ARENGO F Y BARBERIS IM (2014) Activity patterns, courtship displays and abundances of Andean Flamingo (*Phoenicoparrus andinus*) at two contrasting wetland sites in Argentina used in different seasons of its annual cycle. *Ornitología Neotropical* 25:317–331
- DI GIACOMO AG (2005) Conservación de aves en Santa Fe. Pp. 429–431 en: DI GIACOMO AS (ed) *Áreas importantes para la conservación de las aves en la Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires
- DI PASQUALE VA, POLLA WM, PAGGI JC, MANZO R, ROMANO M, BARBERIS I Y DEVERCELLI M (2015) Alimentación y selectividad trófica de los flamencos *Phoenicoparrus andinus* y *Phoenicopterus chilensis*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 50 (Supl.):163–164
- GUERRA L, PIOVANO EL, CÓRDOBA FE, SYLVESTRE F Y DAMATTO S (2015) The hydrological and environmental evolution of shallow lake Melincué, central Argentinean pampas, during the last millennium. *Journal of Hydrology* 529:570–583
- GUERRA L, PIOVANO EL, CÓRDOBA FE, TACHIKAWA K, ROSTEK F, GARCÍA M, BARD E Y SYLVESTRE F (2017) Climate change evidences from the end of the Little Ice Age to the Current Warm Period registered by Melincué Lake (Northern Pampas, Argentina). *Quaternary International* 438(A):160–174
- HURLBERT SH Y CHANG CCY (1983) Ornitholimnology: effects of grazing by the Andean Flamingo (*Phoenicoparrus andinus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 80:4766–4769
- LÓPEZ-LANÚS B, GRILLI P, DI GIACOMO AS, COCONIER EE Y BANCHS R (2008) *Categorización de las aves de la Argentina según su estado de conservación*. Aves Argentinas/AOP y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires
- MARCONI PM Y SUREDA AL (2008) High Andean Flamingo Wetland Network: evaluation of degree of implementation of priority sites — preliminary results. *Flamingo* 16:36–40
- MARCONI P, SUREDA AL, ARENGO F, AGUILAR MS, AMADO N, ALZA L, ROCHA O, TORRES R, MOSCHIONE F, ROMANO M, SOSA H Y DERLINDATI E (2011) Fourth simultaneous flamingo census in South America: preliminary results. *Flamingo* 18:48–53
- MARCONI PM, SUREDA AL, ROCHA OLIVIO O, RODRÍGUEZ RAMÍREZ E, DERLINDATI E, ROMANO MC, SOSA H, AMADO N Y ARENGO F (2007) Network of important wetlands for flamingo conservation: preliminary results from 2007 monitoring at priority sites. *Flamingo* 15:17–20
- MASCITTI V Y KRAVETZ FO (2002) Bill morphology of South American flamingos. *Condor* 104:73–83
- MCCUNE B Y MEFFORD MJ (2011) *Multivariate analysis of ecological data*. MjM Software, Gleneden Beach
- MICHELUTTI P (1994) Presencia de la Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) en la Reserva de Mar Chiquita, Córdoba. *Nuestras Aves* 30:26
- Ogilvie MA Y Ogilvie C (1986) *Flamingos*. Alan Sutton Publishing, Gloucester
- PILLAR VD (2006) *MULTIV. Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling user's guide*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Puerto Alegre
- RODRÍGUEZ A, PAGOT M, HILLMAN GD, POZZI CE, PLENCOVICH GE, CAAMAÑO NELLI G, ORONÁ CE, CURTO E Y BUCHER EH (2006) Modelo de simulación hidrológica. Pp. 57–77 en: BUCHER EH (ed) *Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba
- ROMANO MC, BARBERIS IM, ARENGO F, CASELLI A, MINOTTI P, MORANDEIRA N, CONTRERAS M, URAOKA T, POLLA W, CRUZ N Y MILANO C (2011) Seasonal variation of Andean and Chilean Flamingos in lowland wetlands of central Argentina. *Flamingo* 18:12–13

- ROMANO MC, BARBERIS IM, DERLINDATI E, PAGANO F, MARCONI PM Y ARENGO F (2009) Variation in abundance of Andean and Chilean Flamingos wintering in lowland wetlands of central Argentina in two contrasting years. *Flamingo* 17:11–16
- ROMANO M, BARBERIS IM, GUERRA L, PIOVANO E Y MINOTTI P (2014) *Sitio Ramsar Humedal Laguna Melincué: estado de situación*. Secretaría de Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe, Santa Fe
- ROMANO M, BARBERIS IM, LUPPI M Y PAGANO F (2015) Non-passerine birds from Laguna Melincué Ramsar Site, Santa Fe province, Argentina. *CheckList* 11:1–7
- ROMANO MC, BARBERIS IM, PAGANO F Y MAIDAGAN JI (2005) Seasonal and interannual variation in waterbird abundance and species composition in the Melincué saline lake, Argentina. *European Journal of Wildlife Research* 51:1–13
- ROMANO MC, BARBERIS IM, PAGANO F, MARCONI PM Y ARENGO F (2008) Winter monitoring of Andean and Chilean Flamingos in lowland wetlands of central Argentina. *Flamingo* 16:45–47
- ROMANO M, PAGANO F Y LUPPI M (2002) Registros de Parina Grande (*Phoenicopterus andinus*) en la laguna Melincué, Santa Fe, Argentina. *Nuestras Aves* 43:15–17
- SOSA H Y MARTÍN S (2012) Evaluación de la población del flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*) en la Reserva Provincial Laguna Llanquanelo, Mendoza, Argentina. *Nótulas Faunísticas* 104:1–8
- TOBAR C, RAU J, FUENTES N, GANTZ A, SUAZO CG, CURSACH JA, SANTIBAÑEZ A Y PÉREZ-SCHULTHEISS J (2014) Diet of the Chilean flamingo *Phoenicopterus chilensis* (Phoenicopteriformes: Phoenicopteridae) in a coastal wetland in Chiloé, southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 87:art15
- TOBAR C, RAU JR, IRIARTE A, VILLALOBOS R, LAGOS N, CURSACH J, DÍAZ C, FUENTES N Y GANTZ A (2012) Composition, diversity and size of diatoms consumed by the Andean Flamingo (*Phoenicoparrus andinus*) in salar de Punta Negra, Antofagasta Region, northern Chile. *Ornitología Neotropical* 23:243–250