



## SITUACIÓN POBLACIONAL DEL PELÍCANO PERUANO (*PELECANUS THAGUS*) EN CHILE: PROSPECCIÓN INICIAL

Jaime A. Cursach<sup>1,2</sup> · Jaime R. Rau<sup>2</sup> · Stefan Gelcich<sup>3</sup> · Juan Rodríguez-Maulén<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias mención Conservación y Manejo de Recursos Naturales, Universidad de Los Lagos, Casilla 557, Puerto Montt, Chile.

<sup>2</sup>Laboratorio de Ecología, Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, Casilla 933, CP 5290000, Osorno, Chile.

<sup>3</sup>Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES) & Centro de Conservación Marina, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

<sup>4</sup>Centro i-mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile.

E-mail: Jaime A. Cursach · jcurval@gmail.com

**Resumen** · El Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) es un ave marina endémica del Sistema de la Corriente de Humboldt, en América del Sur, habitando la costa Pacífica desde el sur de Ecuador, Perú y hasta el sur de Chile. En Perú está clasificado como una especie En Peligro de Extinción, mientras que globalmente es considerado Casi Amenazado. Si bien más del 50% del hábitat utilizado por el Pelicano Peruano se encuentra en la costa de Chile, en este país se desconoce su estado poblacional y de conservación. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue diagnosticar la situación poblacional del Pelicano Peruano en Chile, mediante análisis de bases de datos y percepciones de ornitólogos locales. Entre los años 2010 al 2015 la abundancia del Pelicano Peruano en Chile disminuyó significativamente en la zona central de país. Existe una estacionalidad en su presencia con mayores abundancias durante la temporada invernal. La percepción de los ornitólogos locales indicó un aumento poblacional hacia el sur del país. A lo largo del litoral chileno se han descrito 24 sitios de nidificación del Pelicano Peruano, de los cuales el 29,1% se ubican dentro de un área protegida. Finalmente, identificamos futuras preguntas de investigación y sugerimos la necesidad de aplicar un enfoque meta-poblacional y establecer marcos de colaboración internacional para el estudio y conservación del Pelicano Peruano.

### **Abstract · Population status of the Peruvian Pelican (*Pelecanus thagus*) in Chile: initial survey**

The Peruvian Pelican (*Pelecanus thagus*) is an endemic seabird of the Humboldt Current System in South America, inhabiting the Pacific coast from the south of Ecuador, Peru to the south of Chile. In Peru it is classified as an Endangered species, while globally it is considered Near Threatened. Although more than 50% of the habitat used by the Peruvian Pelican occurs on the coast of Chile, its population trends and conservation status remain unknown in this country. For this reason, the objective of the present work was to diagnose the population situation of the Peruvian Pelican in Chile, through the analysis of databases and perceptions of local ornithologists. Between the years 2010 and 2015 the abundance of Peruvian Pelican in Chile decreased significantly in the central zone of the country. There is seasonality in its presence, with greater abundances during the winter season. The perception of local ornithologists indicated a population increase towards the south of the country. Along the Chilean coast, 24 nesting sites of the Peruvian Pelican have been described, of which 29.1% are located inside of protected areas. Finally, we identify future research questions, suggest the need to apply a meta-population approach, and establish international collaboration frameworks for the study and conservation of the Peruvian Pelican.

**Key words:** Chile · Conservation · Dispersion · Migration · Nesting · Perceptions · Peruvian Pelican · Trends

### INTRODUCCIÓN

Históricamente, el Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) ha sido considerado una subespecie del Pelicano Pardo (*Pelecanus occidentalis*), pero hoy se reconoce como una especie distinta por su mayor tamaño corporal, diferencias en el color del plumaje y pico, y una falta de hibridación pese a la considerable área de solapamiento entre la distribución espacial de ambas especies (Jaramillo 2007). Estos pelícanos especieron recientemente

Receipt 20 March 2017 · First decision 20 May 2017 · Acceptance 10 April 2018 · Online publication 18 April 2018

Communicated by Alejandro Kusch © The Neotropical Ornithological Society

(hace 0,64–1,54 millones de años) debido a la existencia de barreras oceanográficas parciales (Corriente de Humboldt y Corriente Ecuatorial) combinadas con diferentes regímenes selectivos en los distintos ambientes (Kennedy et al. 2013). El Pelicano Peruano (en adelante sólo pelicano) es un ave marina endémica del Sistema de la Corriente de Humboldt, en América del Sur, habitando la costa Pacífica desde el sur de Ecuador, Perú y hasta el sur de Chile (BirdLife International 2016). Su distribución reproductiva es más acotada, abarcando desde isla Santa Clara (3°S) en el sur de Ecuador, hasta isla Mocha (38°S) en el centro de Chile (Housse 1945, Vinuesa-Hidalgo et al. 2015).

Luego de realizar una búsqueda de los estudios publicados sobre el pelicano (en las bases de datos electrónicas del Clarivinder Analytics ISI Web of Knowledge, Blackwell Synergy, ScienceDirect, SpringerLink, Scielo, y el buscador de Google Académico, mediante las palabras clave: *Pelecanus thagus*), se encontró (n = 59 artículos) que la mayoría de los trabajos fueron generados en Perú (56%), seguido por Chile (41%) y Ecuador (3%). Esto coincide con que la mayor concentración poblacional del pelicano ocurre en la costa de Perú y con que dicho país posea la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, donde se monitorean de forma continua las poblaciones de aves guaneras (*Guanay Phalacrocorax bougainvillii*, Piquero *Sula variegata* y pelicano) que nidifican en todo su litoral (Figueroa & Stuchi 2012, Zavalaga 2015). Este sistema de monitoreo en Perú, único en América del Sur, permitió determinar que el pelicano se encuentra en un pronunciado declive poblacional y estos antecedentes motivaron que en 2014 fuese clasificado legalmente como una especie En Peligro de Extinción (MINAGRI 2014). Las principales amenazas para la conservación del pelicano son las históricas perturbaciones antrópicas de sus sitios de nidificación (extracción de guano), la menor disponibilidad de su alimento en el mar (debido a la actividad industrial de pesquerías de anchovetas y sardinas), muerte incidental y caza furtiva (Thiel et al. 2011, Suazo et al. 2014, Zavalaga 2015). Junto con esto, el dramático declive poblacional que sufrió el pelicano durante el fenómeno de “El Niño” del año 1998 y su vulnerabilidad ante futuros eventos similares, son la principal razón por la cual es considerado globalmente como una especie Casi Amenazada de Extinción (BirdLife International 2016). Por lo tanto, existe un conjunto de amenazas que constituyen un complejo escenario para la conservación del pelicano.

La población mundial del pelicano se sitúa entre los 100.000 y 1.000.000 individuos (del Hoyo et al. 1992 en BirdLife International 2016). A escala regional y con mayor detalle, en las costas de Ecuador la abundancia del pelicano es baja, existiendo un reciente registro de su nidificación (con 24 nidos activos) en isla Santa Clara (3°S) (Agreda et al. 2010, Vinuesa-Hidalgo et al. 2015). El sistema de monitoreo de aves guaneras en Perú permitió determinar que el número

de pelicanos no reproductivos osciló entre 50.000 y 200.000 individuos entre 2003 y 2010 (Zavalaga 2015). Un alza importante se observó a fines del 2012 con casi 600.000 pelicanos no reproductivos y una reducción considerable a menos de 100.000 individuos a fines del 2014 (Zavalaga 2015). La presencia de individuos reproductores ha sido intermitente, nunca superando los 200.000 individuos, y con algunos años sin reproducción, estimándose para octubre 2014 un total de 61.858 pelicanos (reproductivos y no reproductivos) en todo Perú (Zavalaga 2015). Por otra parte, para la costa de Chile se ha estimado un total de 1.400 parejas reproductivas del pelicano nidificando entre los 27° y 33°S (Thiel et al. 2007).

En Chile y Ecuador no existe una clasificación legal sobre el estado de conservación del pelicano, pese a que el litoral chileno comprende más del 50% del rango de hábitat de esta especie. El conocimiento sobre la situación poblacional del pelicano en el litoral chileno es parcializado, carente de continuidad y actualización. Para el norte de Chile, en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, el pelicano es una reconocida ave guanera que utiliza islotes costeros de estas zonas principalmente para posarse y descansar (Gigoux 1930, Mann 1955, Guerra et al. 1986). Durante los veranos de las temporadas 1982–83 y 1985–86, en la porción norte de la región de Antofagasta, se registró una tendencia temporal de aumento poblacional de pelicanos (de 3064 a 8420 individuos), así como también dinámicas espaciales e interanuales de su nidificación en la zona (Guerra et al. 1986). Mientras que frente a la región de Coquimbo, se identificó al pelicano como un ave marina altamente asociada a la presencia de barcos pesqueros (Weichler et al. 2004).

Los sitios en donde más se ha estudiado la reproducción del pelicano en Chile son las islas Cachagua (32°S) y Pájaro Niño (33°S), ambas ubicadas en la costa central. En dichas islas se ha registrado la abundancia de parejas reproductivas, exceptuando su nidificación durante los años con “El Niño”, así como también patrones conductuales y desarrollo del plumaje en polluelos (Simeone & Bernal 2000, Simeone et al. 2003, Daigre et al. 2012, Cursach et al. 2017). Por otra parte, durante 1990 y 1999, se determinó que la desembocadura del río Aconcagua (32°S) albergó de forma regular el 1% de la población mundial de pelicanos, estimada para ese entonces en 200.000 individuos (Blanco & Carbonell 2001). Frente a la bahía de Valparaíso (33°S), entre los años 2006 y 2014, el pelicano estuvo presente durante todo el año pero con mayor abundancia en verano (Anguita & Simeone 2015). Entre los años 2006 al 2010 se realizaron conteos de pelicanos en los estuarios de los ríos Mataquito (35°S) e Itata (36°S), identificando a esta especie como una de las aves más abundantes y con mayor representatividad durante las temporadas invernales, variando su abundancia entre años y sitio (de 148 a 1366 individuos en Mataquito y de 363 a 1366 individuos en Itata) (González et al. 2011, 2012).

En el sur de Chile, en Bahía San Pedro (40°S) se registró un progresivo aumento de la abundancia de pelícanos, entre los años 2007 al 2009, con disminución asociada a un evento “El Niño” (Cursach et al. 2011). El seguimiento de colonias de aves marinas en la Región de Los Lagos (40–42°S) permitió registrar el intento de nidificación (puesta de un huevo fallido) del pelícano en la zona y la ocurrencia de interacciones competitivas con aves marinas endémicas de la Patagonia (Cursach et al. 2016). En isla Lilihuapi (42°S) los pelícanos fueron observados principalmente en las temporadas estivales, asociados a la presencia de grandes cardúmenes de sardinias en el fiordo (Häusserman et al. 2012). Siguiendo hacia el sur, se han observado grandes grupos de pelícanos (de más de 350 individuos en isla Huepán, 43°39’S, 73°01’O) hasta el mar interior de la zona de Aysén (45°S), siguiendo cardúmenes de peces pelágicos (Imberti 2005, Hucke-Gaete & Ruiz 2010). Los registros más australes de presencia del pelícano (individuos solitarios) han ocurrido en la Región de Magallanes (54°S), en el extremo austral de la Patagonia chilena (Vene-gas 1982, Gusinde 1986).

El objetivo del presente trabajo fue diagnosticar la situación poblacional del pelícano en Chile, mediante análisis de bases de datos y percepciones de ornitólogos locales. Más que intentar efectuar una revisión exhaustiva del estado poblacional del pelícano en Chile, se buscó generar un análisis de la información (publicada e inédita) que pueda ser de utilidad para la elaboración de nuevas preguntas de investigación, programas de monitoreo, planes de acción y estrategias regionales efectivas para la conservación de esta especie.

## MÉTODOS

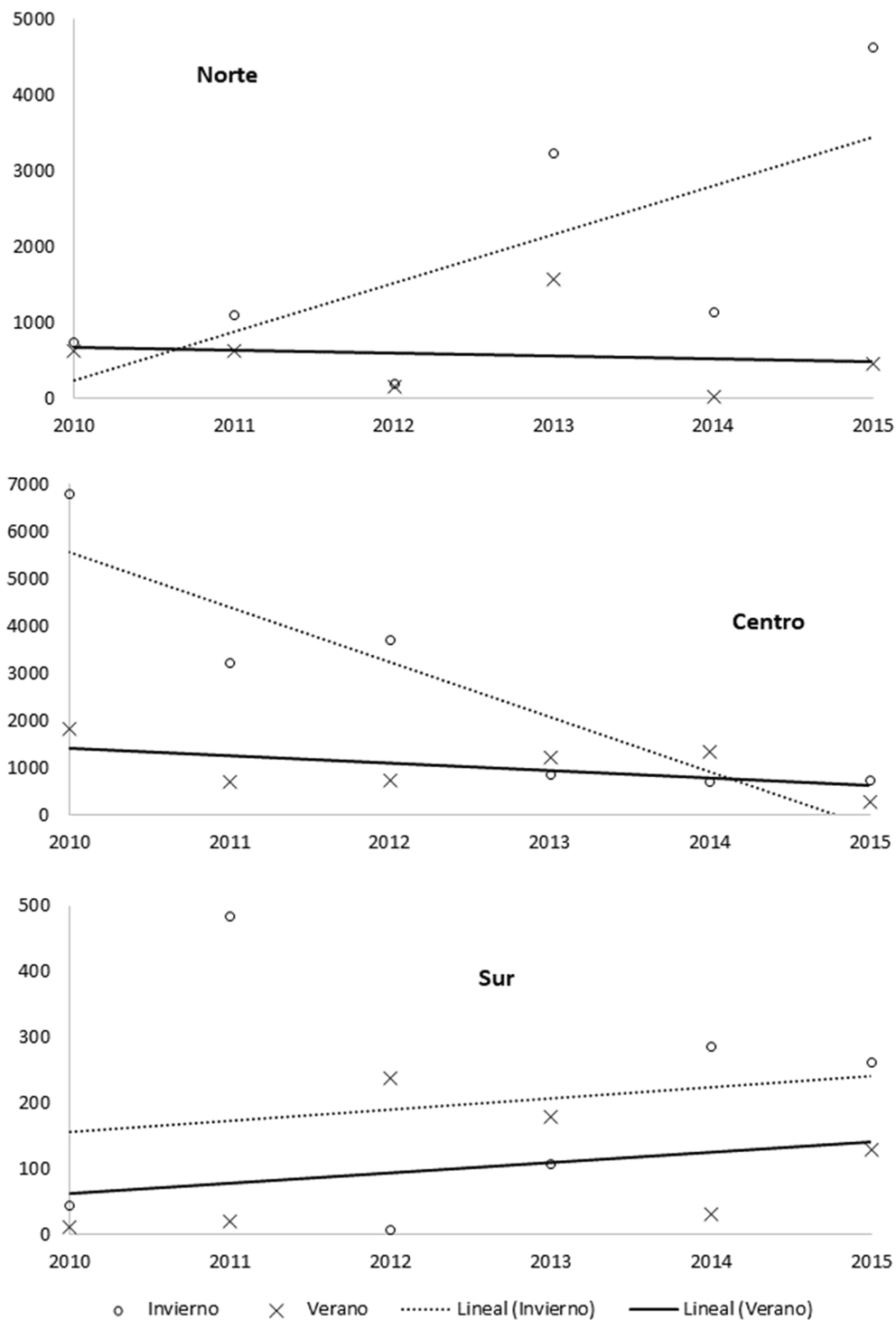
**Análisis de bases de datos.** El Censo Neotropical de Aves Acuáticas (CNAA) es un programa de monitoreo a largo plazo, basado en conteos de aves acuáticas que se realizan dos veces al año (en febrero y en julio) en todos los países de América del Sur (Blanco & Carbonell 2001), mientras que eBird es una red online de ciencia ciudadana donde los observadores de aves almacenan sus observaciones a nivel global (Sullivan et al. 2014). Se accedió a la base de datos del CNAA sobre registros del pelícano en Chile, desde julio 2009 hasta febrero 2015, y a los datos en eBird desde enero 2010 hasta noviembre 2015. Todos los datos utilizados incluyeron número de individuos.

Siguiendo la división territorial de Chile propuesta en el CNAA (Espinosa 2009), los datos de pelícanos provenientes del CNAA fueron divididos espacialmente en las siguientes tres macro-regiones: zona norte (18°22’–29°10’S), zona centro (29°11’–38°28’S) y zona sur (38°29’–43°43’S). Similar agrupación se realizó con los datos de eBird. Los datos del CNAA (n = 211) fueron considerados como provenientes de un muestreo simultáneo, sumando el número de individuos de cada localidad por zona y estación climática (verano e invierno). Mientras que los datos de eBird

(n = 2624) fueron agrupados por estación climática (verano, otoño, invierno y primavera), calculando su media aritmética para cada zona. Debido a las diferencias de tratamiento entre ambas bases de datos, estas fueron analizadas de forma independiente. Mediante regresiones lineales se analizó la tendencia temporal de la abundancia promedio del pelícano en Chile, para las diferentes zonas y estaciones climáticas (i.e., invierno y verano), en ambas bases de datos.

Para comparar las abundancias del pelícano en función de la estación anual y zonas del país, se utilizaron modelos lineales generalizados (McCullagh & Nelder 1989), ya que nuestra variable respuesta (abundancia) tuvo varianzas no homogéneas y errores no distribuidos normalmente (Kéry & Hatfield 2003). Para ambas bases de datos se utilizó una distribución binomial negativa de errores, ajustando los modelos alternativos por máxima verosimilitud (Bates et al. 2014) y seleccionando la distribución más informativa mediante el criterio de información de Akaike (1973). Luego se realizaron análisis de varianza de dos vías [(ANDEVA tipo II, Fox 2008), y al detectar diferencias significativas ( $\alpha < 0,05$ ) se aplicó la prueba post hoc de Tukey, para comparaciones pareadas. Los análisis se realizaron utilizando el paquete MASS (Venables & Ripley 2002) del programa estadístico R, versión 3.0.2 (R Development Core Team 2013).

**Percepción de ornitólogos.** Durante mayo 2014 se realizaron entrevistas semi-estructuradas a seis científicos dedicados a la ornitología marina en Chile, y que participaron del simposio “Aves marinas de Chile: avances en su biología, ecología y conservación”, en el XXXIV Congreso de Ciencias del Mar (Osorno, Chile). Como resultado se identificaron cinco dominios principales en el conocimiento sobre el pelícano: la opinión sobre (1) su presencia, (2) abundancia, (3) sitios de nidificación, (4) interacciones con actividades humanas, y (5) factores ambientales asociados a posibles cambios poblacionales de esta especie. En base a esto, se elaboró un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas para cada dominio, utilizando una escala de tipo Likert de cinco puntos (Briones 1998, Bernard 2006). Con esta escala se evaluó la percepción sobre la variación temporal en la abundancia del pelícano, categorizándola como: 1 = ha aumentado, 2 = se mantiene igual, 3 = ha disminuido, y 4 = no sé. La importancia de facilitar al encuestado la opción de no saber permite asegurar que las respuestas correspondan a su percepción sobre el tema y no sólo una opción para elegir (Ander-Egg 1995). Luego de construir este cuestionario se llevó a cabo su validación mediante juicio de expertos en los campos de la ornitología (C. Suazo, C. Tobar) y la antropología del ámbito costero en Chile (F. Ther, C. Álvarez, C. Gajardo, G. Stuardo), corroborando que el enunciado de las preguntas, así como su orden y categorización de respuestas fuese correcto y comprensible (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez 2008, Corral 2009). La segunda fase del trabajo fue la



**Figura 1.** Abundancia media del Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) en tres zonas de Chile, indicando su tendencia lineal para las temporadas de invierno y verano, en base al Censo Neotropical de Aves Acuáticas.

aplicación de este cuestionario (ver Material complementario) a ornitólogos de Chile, vía correo electrónico.

Las respuestas de los cuestionarios fueron agrupadas espacialmente en las zonas ya mencionadas del país, y se excluyeron del análisis aquellas que indicaron la “opción 4 = no sé”. La hipótesis estadística nula fue que las afirmaciones de ornitólogos sobre la abundancia del pelicano serán similares en las distin-

tas zonas de Chile. Ante la escala ordinal de los datos, se utilizó la mediana como medida de tendencia central y fue calculada para el total de respuestas, como así también para cada zona del país. Se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar diferencias significativas ( $P < 0,05$ ; a dos colas) entre las medianas poblacionales de las tres zonas y comparaciones múltiples como pruebas a posteriori, mediante el programa STATISTICA® 8.0

**Tabla 1.** Resultados de las regresiones lineales para el análisis de la tendencia temporal de la abundancia del Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) en Chile, para cada base de datos (donde, CNAA = Censo Neotropical de Aves Acuáticas), zona del país y estación climática (in = invierno, ve = verano). Estadísticos: b = pendiente de la recta, EE = error estándar, p = probabilidad, r2 = coeficiente de determinación.

Zona y estación	CNAA					eBird				
	b	EE	p	g.l.	r2	b	EE	p	g.l.	r2
Total país	-113	333,3	0,2	1	0,3	-10	20	0,1	1	0,5
Total país in	-168	580,9	0,3	1	0,3	-12	30	0,2	1	0,4
Total país ve	-394	348,1	0	1	0,8	-8,6	18	0,1	1	0,5
Total norte	-304	925,1	0,2	1	0,3	2	40	0,8	1	0,1
Total norte in	643,4	1359	0,1	1	0,5	6,7	76	0,7	1	0
Total norte ve	-36	601,7	0,8	1	0	-2,8	5,4	0,1	1	0,6
Total centro	-659	661,1	0	1	0,8	-29	55	0,1	1	0,5
Total centro in	-1163	1178	0	1	0,8	-39	88	0,1	1	0,5
Total centro ve	-154	523	0,3	1	0,3	-19	36	0,1	1	0,6
Total sur	16,5	76,9	0,4	1	0,2	-3	16	0,5	1	0,1
Total sur in	17,03	198,6	0,1	1	0	-2,3	16	0,6	1	0,1
Total sur ve	9,04	101,6	0,5	1	0,1	-3,7	32	0,7	1	0,1

(Statsoft 2007). Por otra parte, a las respuestas de los cuestionarios se sumó una revisión bibliográfica (realizada mediante el método señalado en la sección Introducción) que permitió construir un listado de los sitios de nidificación conocidos para el pelícano en Chile. Con esto, se identificó la ubicación espacial de los sitios y detalles sobre el número de parejas por temporada reproductiva, junto a otras descripciones disponibles según las fuentes consultadas.

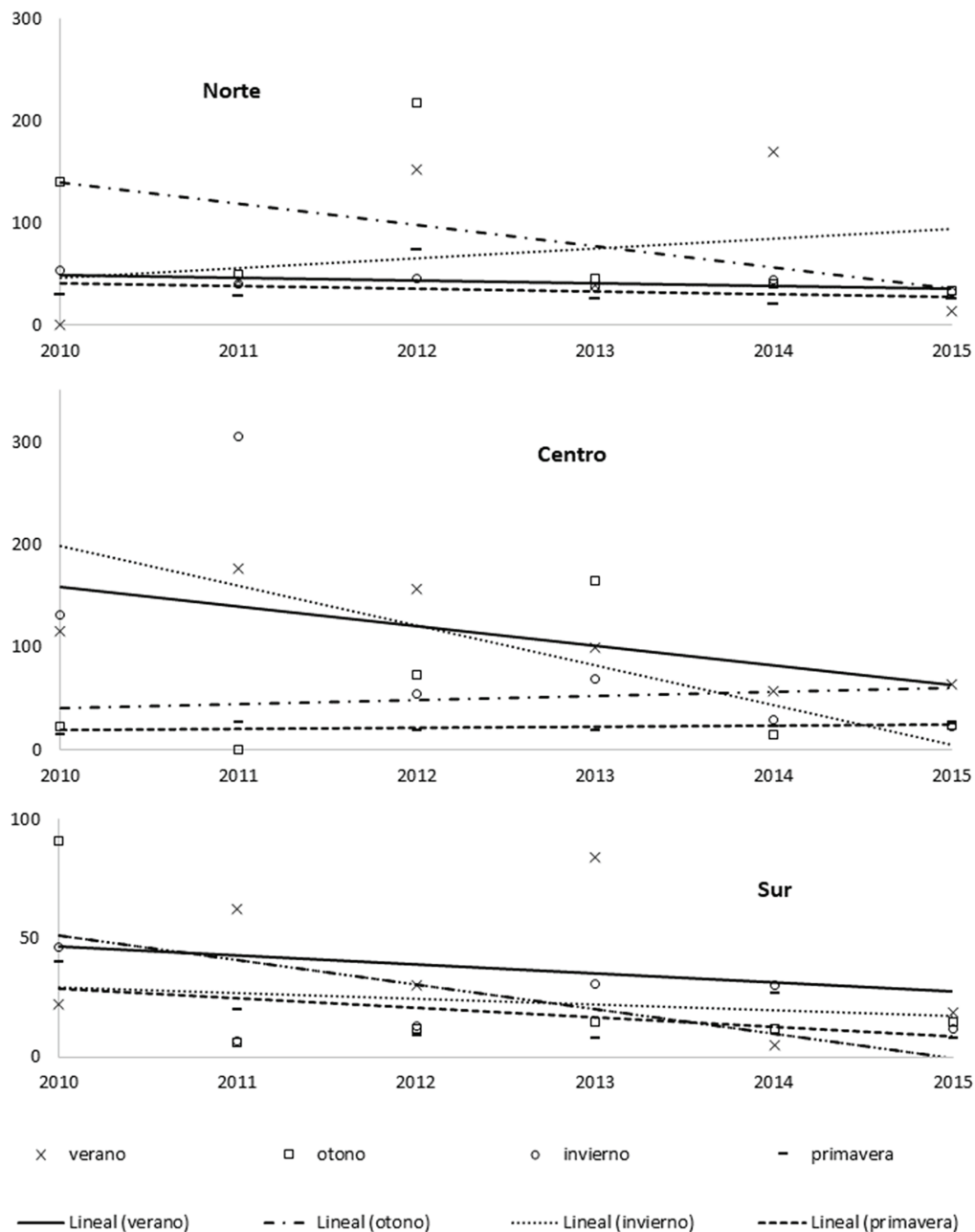
**Conservación de sitios de nidificación.** La reproducción del pelícano ocurre entre los meses de septiembre y marzo, donde las parejas conforman agrupaciones (i.e., colonias) y nidifican en zonas altas (de islas e islotes costeros) con forma de meseta, realizando la postura de sus huevos en estructuras de nidos o también directamente sobre el suelo (Figueroa & Stucchi 2012, Cursach et al. 2017).

Se identificaron las áreas protegidas para conservación de la naturaleza cuya ubicación espacial coincidió con la presencia de colonias del pelícano, mediante la base de datos del Proyecto GEF: "Creación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas para Chile" (<http://www.proyectogefareasprotegidas.cl/>). Se utilizaron los mapas geo-referenciales disponibles en dicho portal, se les agregó el listado y ubicación de las colonias del pelícano en Chile (generadas en el presente trabajo), identificando su solapamiento espacial. Así, se definieron las áreas protegidas que contienen colonias de pelícanos en su jurisdicción. Luego se accedió a los decretos legales que establecen cada área, mediante la base de datos de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (<http://www.bcn.cl/>), para determinar cómo los objetivos y administración de éstas involucran la conservación del pelícano.

## RESULTADOS

Como los datos del CNAA son un censo, es posible estimar que el número de pelícanos en Chile (entre los años 2010 al 2015) varió al menos entre 1000 y 7000 individuos, con una media aritmética de 3200 (Figura 1). Tanto para los registros del CNAA como de eBird, se observó gran dispersión de los datos y tendencias temporales que en general indican una disminución parcial de la abundancia del pelícano en Chile (Tabla 1, Figuras 1–2). Esta disminución sólo fue significativa en la zona centro del país y para los datos del CNAA (Tabla 1). Contrario a lo anterior, pero sin significancia, los datos del CNAA indican un aumento en la abundancia del pelícano en la zona sur del país (Tabla 1, Figura 1).

En ambas bases de datos, se encontraron diferencias significativas en la abundancia del pelícano para las distintas estaciones del año (CNAA:  $\chi^2 = 8,26$ ; g.l. = 1;  $P < 0,001$ ; eBird:  $\chi^2 = 17,96$ ; g.l. = 3;  $P < 0,001$ ) y zonas del país (CNAA:  $\chi^2 = 32,79$ ; g.l. = 2;  $P < 0,001$ ; eBird:  $\chi^2 = 24,46$ ; g.l. = 2;  $P < 0,001$ ) (Figuras 3–4). Sólo en los datos de eBird se encontraron efectos significativos de la interacción de variables (estaciones climáticas y zonas) sobre la abundancia del pelícano ( $\chi^2 = 13,51$ ; g.l. = 6;  $P < 0,01$ ). En las tres zonas y con ambas bases de datos, la abundancia del pelícano fue significativamente mayor ( $P < 0,01$ ) durante la temporada invernal (Figuras 3–4). De forma similar, las mayores abundancias del pelícano ocurren en las zonas centro y norte del país, siendo significativamente menor ( $P < 0,01$ ) en el sur (Figuras 3–4). En las zonas centro y norte las abundancias fueron similares y presentaron cambios simultáneos de aumento en un lugar y disminución en otro, expresando de esta forma una dinámica espacial de su abundancia. Esto último no fue observado para la



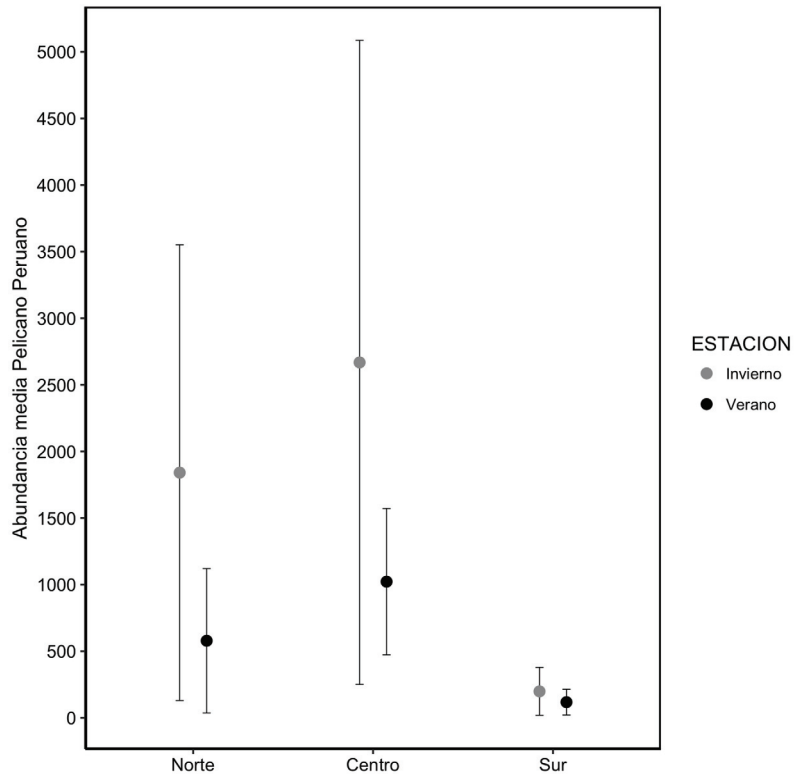
**Figura 2.** Abundancia media del Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) en tres zonas de Chile, indicando su tendencia lineal para distintas estaciones climáticas, en base a eBird.

zona sur, donde siempre las abundancias fueron bajas.

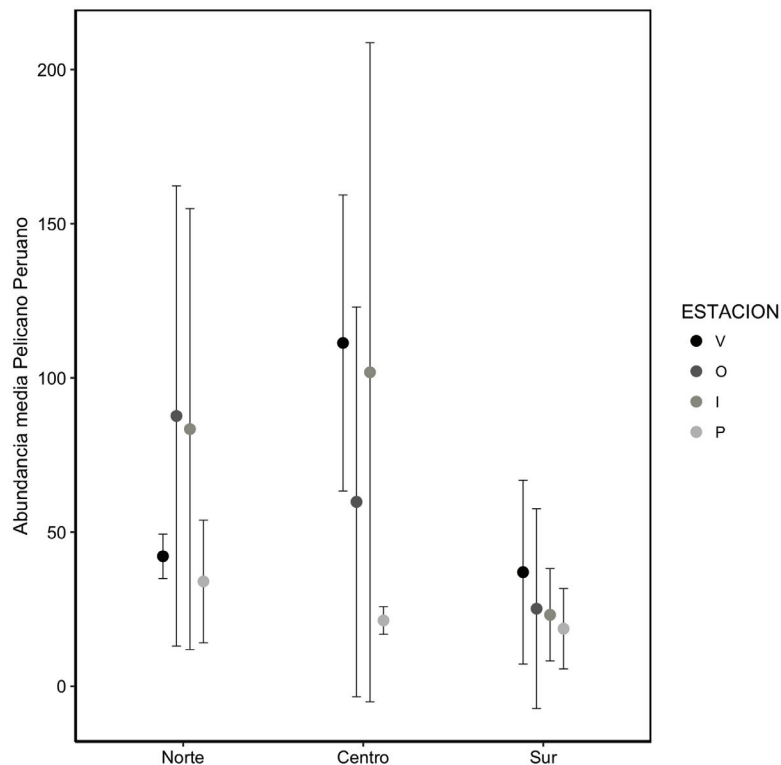
En total recibimos respuesta de 31 ornitólogos nacionales, cuya percepción sobre la abundancia del pelicano en Chile fue significativamente diferente entre las zonas del país ( $H = 8,78$ ;  $P = 0,01$ ; g.l. = 2). Para las zonas norte y centro de Chile la mediana de las percepciones indicó que la abundancia poblacional del pelicano se ha mantenido estable ( $M_e = 2$ ), mientras que en la zona sur ha aumentado ( $M_e = 1$ ). El análisis a posteriori indicó que las percepciones fueron significativamente distintas ( $P < 0,05$ ) entre la zona norte y sur del país.

Se identificó la existencia de al menos 24 colonias del pelicano a lo largo de la costa de Chile (Tabla 2).

De éstos, el 50% de los registros corresponde a información inédita obtenida mediante las respuestas de los ornitólogos participantes (Tabla 2). Las colonias del pelicano se ubican principalmente en las zonas norte y centro del país, observándose un vacío espacial o hiato distribucional en la latitud  $30^\circ$  S (Figura 5). En general, los pelicanos utilizan sitios en islas, islotes y puntas costeras para nidificar (Tabla 2). En la mayoría de los sitios de nidificación del pelicano en Chile (75%) se desconoce el tamaño de su población reproductiva (i.e., número de parejas), sin existir estimaciones sobre el éxito reproductivo de esta especie en el país (Tabla 2). Algunos registros datan desde hace más de 50 años y no han sido actualizados (Tabla 2). Por otra parte, la información disponible indica que la



**Figura 3.** Abundancia media del Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) registrada por el Censo Neotropical de Aves Acuáticas en Chile, desde el invierno 2009 hasta verano 2015, para las tres zonas del país.



**Figura 4.** Abundancia media del Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) en base a los registros de eBird en Chile, desde el verano 2010 hasta primavera 2015, para las tres zonas del país. Leyenda: V = verano, O = otoño, I = invierno, P = primavera.

población reproductiva del pelicano (en isla Cachagua e isla Pájaro Niño) fluctúa considerablemente año tras año, y que en general ante la ocurrencia de even-

tos climáticos de “El Niño” esta especie interrumpe su nidificación (Tabla 2). Justamente “El Niño”, como así también la sobreexplotación pesquera, fueron consi-

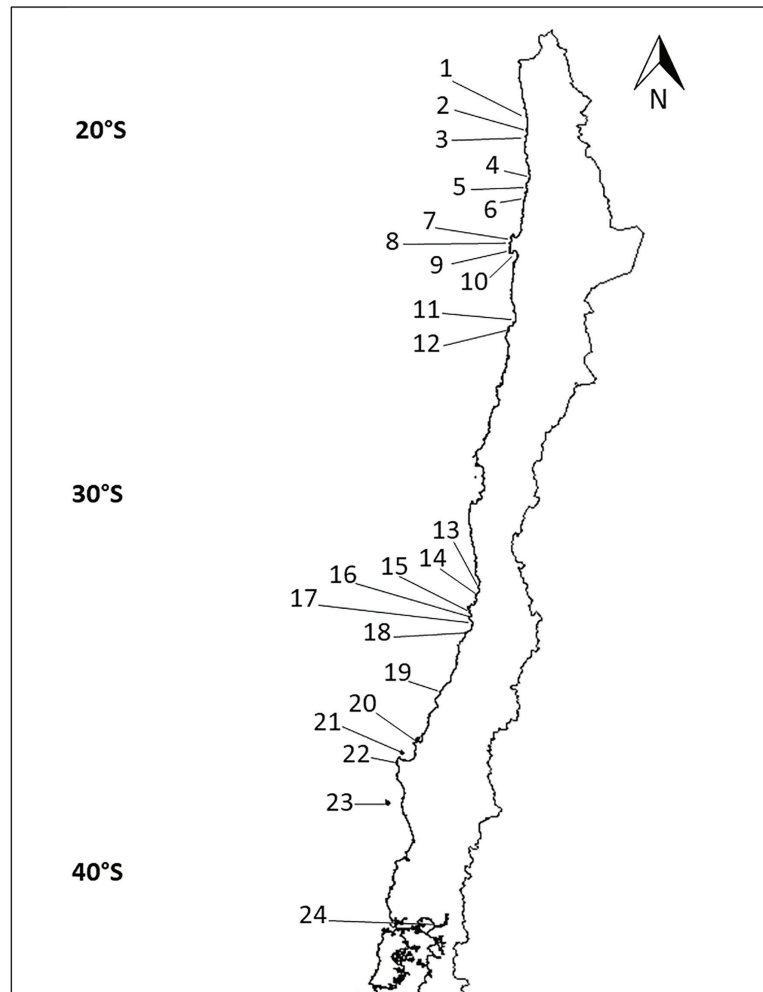
**Tabla 2.** Lista de los sitios de nidificación del Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) en Chile, indicando su ubicación geográfica, descripción y fuente de información.

Colonia	Ubicación	Descripción	Fuente
1. Punta Patache	20°48,662'S; 70°12,549'O	Nidificación indicada en las encuestas.	W. Sieldfield y N. Amado, com. pers.
2. Punta Negra	20°50,127'S; 70°10,723'O	Nidificación indicada en las encuestas.	W. Sieldfield, com. pers.
3. Pabellón de Pica	20°54,730'S; 70°8,451'O	Señala nidificación, sin más detalles.	Goodall et al. (1957)
4. Punta Paquica	21°54,045'S; 70°11,161'O	Señala evidencias de nidificación antigua.	Guerra et al. (1986)
5. Islote Algodonales	22°5,762'S; 70°13,251'O	Nidificación en temporadas 1981- 82 y 1984- 1985, interrumpida en 1982- 83 por ocurrencia de El Niño. En 1985- 1986 también nidificó.	Guerra et al. (1986)
6. Punta Atala	22°17,068'S; 70°14,828'O	Nidificación indicada en las encuestas.	J.C. Torres-Mura, com. pers.
7. Islote Abtao	23°5,260'S; 70°34,768'O	Nidificación en temporadas 1981- 82 y 1984- 1985, interrumpida en 1982- 83 por ocurrencia de El Niño. En 1985- 1986 no nidificó.	Guerra & Cikutovic (1983); Guerra et al. (1986)
8. Islote Lagarto	23°22,055'S; 70°36,685'O	Señala nidificación, sin más detalles.	Guerra et al. (1986)
9. Isla Santa María	23°26,654'S; 70°36,550'O	Señala evidencias de nidificación antigua. En las encuestas se indica nidificación.	Guerra et al. (1986).
10. Rocas La Portada	23°30,395'S; 70°25,639'O	Nidificación indicada en las encuestas.	J.C. Torres-Mura, com. pers.
11. Islote Puntilla de Taltal	25°23,989'S; 70°31,054'O	Nidificación indicada en las encuestas.	N. Amado, com. pers.
12. Islote Fernández Vial	25°53,535'S; 70°42,164'O	Nidificación indicada en las encuestas.	N. Amado, com. pers.
13. Isla Cachagua	32°35,182'S; 71°27,425'O	Durante la década de 1990: 1700- 4000 parejas. Temporada 2000- 01: 3000 parejas; 2001- 02: 400 parejas. En la temporada 2014- 2015 se identificaron patrones de desarrollo de los polluelos y estimó un total de al menos 1500 parejas.	Simeone et al. (2003); Cursach et al. (2017)
14. Isla Concón	32°53,355'S; 71°31,278'O	En diciembre 1983: 60 parejas; luego nunca hubo nidificación.	Simeone et al. (2003)
15. Rocas en Tunquén	33°16,340'S; 71°40,442'O	Nidificación indicada en las encuestas.	J.L. Brito, com. pers.
16. Isla Pájaro Niño	33°21,596'S; 71°41,235'O	Nidificación en temporadas 1995- 96 (2699 parejas) y 1996- 1997 (1032 parejas), interrumpida en 1997- 98 por ocurrencia de El Niño. Temporada 2001- 02: 1000 parejas; 2009- 10: 4000 parejas; 2010- 11: 7000 parejas.	Simeone & Bernal (2000); Simeone et al. (2003); Daigre et al. (2012)
17. Islote Peña Blanca	33°21,883'S; 71°41,678'O	Nidificación indicada en las encuestas.	J.L. Brito, com. pers.
18. Isla Pupuya	33°58,375'S; 71°53,655'O	Señala nidificación, sin más detalles.	Goodall et al. (1957)
19. Piedra de la Iglesia	35°19,682'S; 72°26,070'O	Nidificación indicada en las encuestas.	D. Imbernom, com. pers.
20. Islas Cullinto	36°47,177'S; 73°13,217'O	Nidificación indicada en las encuestas.	C. Cerda, com. pers.
21. Isla Santa María	36°59,666'S; 73°31,780'O	Señala nidificación, sin más detalles.	Goodall et al. (1957)
22. Punta Raimenco	37°9,705'S; 73°36,532'O	Nidificación indicada en las encuestas.	P. González, com. pers.
23. Islote Muerto	38°25,307'S; 73°55,599'O	Nidificación indicada en literatura y encuestas.	Housse (1945); R. Schlatter, com. pers.
24. Islas Caicura	41°42,932'S; 72°41,284'O	En diciembre 2013 una pareja realizó la puesta de un huevo que luego falló.	Cursach et al. (2016)

derados por los ornitólogos encuestados como los principales factores ambientales asociados a cambios poblacionales del pelicano. Sin embargo, y en específico para la zona sur, tanto el incremento de la presencia de pisciculturas (i.e., salmoneras) como del esfuerzo de la flota pesquera (i.e., cerqueros) podrían ser una explicación alternativa del aumento poblacional de pelicanos hacia el sur.

Continuando con el análisis de las respuestas de los ornitólogos encuestados, las principales interacciones del pelicano con actividades humanas tienen relación con la pesca. Los pelicanos siguen a las lanchas pesqueras que operan dentro del talud continental, consumiendo restos de peces y descarte pesquero. Esta asociación también genera muerte incidental de pelicanos con las artes de pesca utiliza-





**Figura 5.** Mapa con la ubicación de los sitios de nidificación descritos para el Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) en Chile (los nombres se indican en la Tabla 2). En el detalle se muestra la distribución espacial y reproductiva de esta especie, según BirdLife International (2016).

das (e.g., enmalle en redes de cerco). Ya en tierra, los pelícanos frecuentan puertos y caletas pesqueras para también alimentarse de los desechos orgánicos de la pesca (e.g., vísceras, cabezas y colas de pescados), demostrando poco temor a las personas. Por otra parte, una segunda interacción identificada tiene relación con la presencia de humanos en sitios de nidificación del pelícano para extracción de guano, como también colecta de huevos y caza furtiva. Estas perturbaciones a los sitios de nidificación han provocado extinciones locales en colonias del norte de Chile, como islote Lagarto ( $23^{\circ}22'S$ ) e isla Santa María ( $23^{\circ}26'S$ ) (W. Sieldfield y N. Amado, com. pers.).

Por otra parte, el 29,1% de las colonias identificadas para el pelícano en Chile se ubican dentro de áreas protegidas (Tabla 3). De estas áreas, sólo el Monumento Natural La Portada tiene como objetivo la conservación del pelícano (Tabla 3). Mientras que para el Monumento Natural Isla Cachagua y los Santuarios de la Naturaleza Islote Pájaros Niños e Islote Peña Blanca, sus objetivos explicitan la conservación de las aves marinas que utilizan estos ambientes (Tabla 3). La Corporación Nacional Forestal está a

cargo de tres de estas siete áreas, mientras que una es administrada por una sociedad privada y en las otras tres no se especifica la entidad responsable (Tabla 3).

## DISCUSIÓN

En Chile, los pelícanos se han concentrado principalmente en las zonas centro y norte del país, donde sus abundancias mostraron patrones similares con cambios simultáneos en el espacio y el tiempo (i.e., dinámica espacio-temporal). Se evidenció una fuerte estacionalidad en la presencia del pelícano en Chile, con mayores abundancias durante la temporada invernal. El análisis de la tendencia temporal de la abundancia del pelícano en Chile, indicó que entre los años 2010 al 2015 la población de esta ave marina ha disminuido significativamente en la zona central del país. Esto último preocupa, ya que en la zona central ( $32^{\circ}$ – $33^{\circ}S$ ) se ubican los principales sitios de nidificación del pelícano en Chile (Simeone et al. 2003, Daigre et al. 2012). Por otro lado, el análisis de las percepciones de ornitólogos locales indicó

**Tabla 3.** Listado de las colonias del Pelicano Peruano (*Pelecanus thagus*) ubicadas dentro de áreas protegidas en Chile, indicando el objetivo y administración del área, junto con su decreto legal.

Colonia	Nombre área protegida	Objetivo	Administración	Decreto
Rocas La Portada	Monumento Natural La Portada	Declárase lugar de interés científico para los efectos mineros los terrenos fiscales que conforman el Monumento Natural que por este acto se crea. Considerando que el área contiene rasgos geomorfológicos-geológicos relevantes y que constituyen el hábitat de dos importantes especies de avifauna marina: pelicano ( <i>Pelecanus thagus</i> ) y piquero ( <i>Sula variegata</i> ).	Corporación Nacional Forestal	D.S. 51 (1990)
Isla Cachagua	Monumento Natural Isla Cachagua	La protección del pingüino de Humboldt ( <i>Spheniscus humboldti</i> ) junto a las otras especies marinas que se reproducen o habitan en la isla.	Corporación Nacional Forestal	D. 89 (1989)
Isla Pájaros Niños	Santuario de la Naturaleza Islote Pájaros Niños	No lo especifica. Se declara por estimarse de importante ecológica la preservación de las especies de avifauna existentes en el islote, particularmente de la especie pingüino de Humboldt.	Cofradía Náutica del Pacífico Austral	D.S. 622 (1978)
Islote Peña Blanca	Santuario de la Naturaleza Islote o Peñón Peña Blanca y las formaciones rocosas de la Punta de Peña Blanca	No lo especifica. Se declara considerando que es necesario preservar los recursos escénicos del Peñón Peña Blanca y la Punta de Peña Blanca en Algarrobo y las especies de aves acuáticas que nidifican en ellos.	No lo especifica	D.S. 772 (1982)
Piedra de la Iglesia	Santuario de la Naturaleza Rocas de Constitución	No lo especifica. Se declara por el valor ambiental y cultural que se refleja en varios conjuntos rocosos de singular configuración dispuestos a lo largo de la costa y su importancia para la fauna, especialmente el área denominada "Piedra de la Iglesia", pues constituye un lugar de nidificación de distintas especies de gaviotas, cormoranes y pelícanos.	No lo especifica	D.E. 1029 (2007)
Islas Cullinto	Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén	No indica.	No lo especifica	D.S.556 (1976)
Islote Muerto	Reserva Nacional Isla Mocha	No lo especifica. Se declara por el bosque nativo existente y la gran diversidad de avifauna silvestre, junto a importantes bellezas escénicas y notables posibilidades de investigación botánica y de fauna.	Corporación Nacional Forestal	D. 70 (1988); D. 172 (2011)

que la abundancia del pelicano ha aumentado en el sur de Chile, lo que permite hipotetizar que la población que disminuyó en la zona centro del país se haya dispersado hacia su rango austral de distribución.

Es obvio reconocer que las fuentes de información del CNA y eBird presentan limitaciones metodológicas relacionadas principalmente a variaciones en la intensidad de muestreo (Blanco & Carbonell 2001, Sullivan et al. 2014), sin embargo y pese a ser analizadas de forma independiente, se obtuvieron resultados concordantes entre ambas bases de datos y que a su vez coinciden con lo publicado en la literatura. No obstante, se espera que los resultados del presente trabajo sean el argumento base para destinar esfuerzos de investigación que permitan esclarecer la situación poblacional de esta ave marina endémica del Sistema de Corriente de Humboldt.

Es preocupante que el pronunciado declive poblacional determinado para el pelicano en Perú (MINAGRI 2014, Zavalaga 2015) también esté ocurriendo en las costas central de Chile. Más aun considerando que para los principales factores ambientales asociados a cambios poblacionales del pelicano (i.e., "El Niño" y pesquerías) se pronostican aumentos de su ocurrencia e intensidad para las costas de Chile (Torres & Valderrama 2008, Garreaud 2011). Las interacciones entre el pelicano y las actividades pesqueras sugieren una dependencia alimenticia de esta especie con respecto al consumo de desechos orgánicos de la pesca. Esta relación se ha acentuado durante años de "El Niño" y se acrecienta con la sobreexplotación de los recursos pesqueros (Jordán 1964, Leck 1973, Tovar & Cabrera 1985). Por ello no extraña que los ornitólogos perciban un incremento poblacional del pelicano hacia el sur de Chile y lo relacionen con aumentos en

la presencia de salmoneras y esfuerzo pesquero. Así también, los propios pescadores artesanales del sur de Chile atribuyen un aumento poblacional de distintas especies de aves marinas en respuesta a la presencia de salmoneras (i.e., pisciculturas), y su potencial subsidio de alimento/concentración de presas como peces escapados y nativos asociados al alimento no consumido por los salmones (Suazo et al. 2013). El grado de dependencia alimenticia que posee el pelícano con actividades humanas sugiere considerarlo como una especie sinantrópica, que al igual como ocurre con otros animales marinos genera tanto amenazas como oportunidades para su conservación (Cursach et al. 2012).

El pelícano es un ave marina de alta movilidad y dispersión espacial, estructurándose como una población abierta con alto flujo genético (panmixia) entre colonias (Jeyasingham et al. 2013). La estacionalidad observada en la costa de Chile, con mayores abundancias del pelícano en la temporada invernal, concuerda con el patrón migratorio descrito para esta especie, que luego de la temporada reproductiva se dispersa desde las islas guaneras del norte de Perú hacia las costas de Chile y Ecuador, para alimentarse durante el invierno austral (Jordán 1964). La suma de estos antecedentes, junto a la simultánea disminución poblacional del pelícano en Perú y parcial en Chile, nos permiten hipotetizar que esta especie puede describirse como una gran meta-población, similar a lo propuesto para el pelícano pardo en California (Anderson et al. 2013).

A lo largo del litoral chileno se han descrito 24 sitios de nidificación del pelícano, ubicados en islas, islotes y puntas costeras. En la mayoría de estos sitios se desconoce el tamaño de la población reproductiva del pelícano, sin existir estimaciones sobre el éxito reproductivo de esta especie en el país, y una escasa actualización de la información. La problemática sobre este vacío del conocimiento fue planteada en Chile desde hace más de 30 años (Guerra & Cikutovic 1983), sin mayores avances para el país salvo en las colonias del pelícano ubicadas en la zona central. Por otra parte, en algunos sitios de nidificación del pelícano en Chile han ocurrido tanto colonizaciones como extinciones locales de sus colonias (Guerra et al. 1986, Simeone et al. 2003). En Perú también se han observado eventos de colonización y extinción de colonias del pelícano (Zavalaga 2015). Esto posibilita pensar que dichos eventos puedan estar operando como procesos dinámicos en la estructura meta-poblacional del pelícano, y que se requiera de este enfoque para afrontar futuros esfuerzos de investigación como, por ejemplo, explicar por qué existe un vacío espacial de colonias de esta especie alrededor de los 30°S.

Casi el 30% de los sitios de nidificación del pelícano descritos en Chile se ubican dentro de un área protegida y en su mayoría no se especifica a quien corresponde su administración. Actualmente, el Estado de Chile está desarrollando un proceso de cambio en el manejo de sus áreas silvestres protegi-

das cuya administración quedará bajo responsabilidad del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente (Jorquera-Jaramillo et al. 2012). Mientras eso sucede, es conveniente fomentar el aprendizaje basado en experiencias de manejo y conservación del pelícano (i.e., manejo adaptativo). Por otra parte, cabe destacar que el pelícano se comporta de manera muy tímida ante la presencia del ser humano en sus sitios de nidificación, siendo propenso a abandonar sus colonias (Jordán 1964, Guerra & Cikutovic 1983). Por ello es importante la creación e implementación de figuras legales de protección que regulen el uso y acceso de personas a los sitios de nidificación del pelícano en Chile. Así como también gestionar que algunas áreas protegidas aumenten en tamaño e integren sitios colindantes (hoy no protegidos) de importancia para la reproducción del pelícano en Chile (e.g., que el Parque Nacional Pan de Azúcar integre al Islote Fernández Vial dentro de su área).

A partir de este trabajo sugerimos desarrollar investigaciones que actualicen la información poblacional y de nidificación del pelícano en Chile, estimen su éxito reproductivo, evalúen su migración latitudinal y presunta estructura meta-poblacional, además de establecer marcos de colaboración internacional para su estudio y conservación. Esta especie presenta una oportunidad para establecer vínculos de identidad entre las naciones litorales del Sistema de Corriente de Humboldt.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Los Lagos por financiar los costos de esta publicación. A Herardo Norambuena y Fernando Medrano, Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), Censo Neotropical de Aves Acuáticas (CNAA), y eBird por facilitar información de sus bases de datos. A Don Manuel Plengue, Jaime Ojeda y Carlos Zavalaga por facilitar literatura relevante. A dos revisores anónimos de ON y Kaspar Delhey por sus comentarios y mejoras al manuscrito. A las y los ornitólogos que aceptaron compartir sus percepciones: A. Arriagada, A. Muñoz-Pedreras, A. Simeone, A. von Meyer, C. Cerda-Peña, C. Delgado, C. Estades, C.G. Suazo, C. Tala, C. Tobar, D. González-Acuña, D. Imbernom, G. Luna-Jorquera, H. Pavés, I. Lazo, J. Aguirre, J. Mella, J. Meza, J. Ruiz, J. Vilugrón, J.C. Torres-Mura, J.L. Brito, L. Cabezas, L. Espinosa, M.A. Vukasovic, N. Amado, R. Mclean, R. Petitpas, R. Schlatter, R. Vargas, W. Sieldfield.

## REFERENCIAS

- Akaike, H (1973) Maximum likelihood identification of Gaussian autoregressive moving average models. *Biometrika* 60: 255–265.
- Ander-Egg, E (1995) *Técnicas de investigación social*. Editorial LUMEN, Buenos Aires, Argentina.
- Anderson, DW, CJ Henny, C Godínez-Reyes, F Gress, EL Palacios, K Santos del Prado, JP Gallo-Reynoso & J Bredy (2013) Size and distribution of the California Brown Pelican metapopu-

- lation in a non-ENSO year. *Marine Ornithology* 41: 95–106.
- Anguita, C & A Simeone (2015) Influence of seasonal food availability on the dynamics of seabird feeding flocks at a coastal upwelling area. *PLoS ONE* 10(6): e0131327.
- Bates, D, M Mächler, B Bolker & S Walker (2014) Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67: 1–48.
- Bernard, HR (2006) *Research methods in anthropology, qualitative and quantitative approaches*. AltaMira Press, Oxford, UK.
- BirdLife International (2016) *Pelecanus thagus*. En: IUCN Red List of threatened species. Version 2016: e.T22697619A93624574. Available at <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22697619A93624574.en>. [Accessed 29 May 2017].
- Blanco, DE & M Carbonell (2001) *El Censo Neotropical de Aves Acuáticas, los primeros 10 años: 1990-1999*. Wetlands International, Buenos Aires, Argentina.
- Briones, G (1998) *Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales*. Editorial Trillas, México, DF, México.
- Corral, Y (2009) Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación* 19: 228–247.
- Cursach, JA, JR Rau, J Ojeda, J Vilugrón, C Tobar, C Oyarzún, O Soto & CG Suazo (2011) Diversidad de aves y mamíferos marinos en bahía San Pedro, costa de Purranque, centro-sur de Chile. *Gayana* 75: 146–154.
- Cursach, JA, JR Rau, F Ther, J Vilugrón & CN Tobar (2012) Sinantropía y conservación marina: el caso del chungungo *Lontra felina* en el sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 47: 593–597.
- Cursach JA, JR Rau & J Vilugrón (2016) Presence of the Peruvian Pelican (*Pelecanus thagus*) in seabird colonies of Chilean Patagonia. *Marine Ornithology* 44: 27–30.
- Cursach, JA, JR Rau & J Meza (2017) Observaciones sobre la nidificación del Pelicano (*Pelecanus thagus*) en el Monumento Natural Isla Cachagua, Chile central. *Revista Chilena de Ornitología* 23: 30–35.
- Daigre, M, P Arce & A Simeone (2012) Fledgling Peruvian Pelicans (*Pelecanus thagus*) attack and consume younger unrelated conspecifics. *The Wilson Journal of Ornithology* 124: 603–607.
- Escobar-Pérez, J & A Cuervo-Martínez (2008) Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición* 6: 27–36.
- Espinosa, L (2009) *Chile: Informe anual, Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2008*. Disponible en <https://lac.wetlands.org> [Descargado el 15 de julio de 2017].
- Figueroa, J & M Stucchi (2012) Isla Foca (Perú): registros de reproducción más septentrionales del Pelicano (*Pelecanus thagus*) y del Pilpilén negro (*Haematopus ater*). *Boletín Chileno de Ornitología* 18: 35–43.
- Fox, J (2008) *Applied regression analysis and generalized linear models*. SAGE Publication, Thousand Oaks, California.
- Garreaud, R (2011) Cambio climático: bases físicas e impactos en Chile. *Revista Tierra Adentro – INIA* 93: 13–19.
- Gigoux, EE (1930) Aves marinas de Atacama. *Revista Chilena de Historia Natural* 34: 130–140.
- González, AL, MA Vukasovic & CF Estades (2011) Variación temporal en la abundancia y diversidad de aves en el humedal del río Itata, región del Bío-Bío, Chile. *Gayana* 75: 170–181.
- González, AL, MA Vukasovic, V López & C Estades (2012) Variación temporal de la abundancia y diversidad de aves del humedal del río Mataquito, Región del Maule, Chile. *El Hornero* 27: 167–176.
- Goodall, JD, AW Johnson & RA Philippi (1957) *Las aves de Chile: su conocimiento y sus costumbres*. Establecimientos Gráficos Platt, Buenos Aires, Argentina.
- Guerra, C & M Cikutovic (1983) Algunos aspectos de la nidificación y el crecimiento de *Pelecanus occidentalis thagus* Molina, 1782 en el norte de Chile. Pp 14–15 en Stiles, G & P Aguilar (eds). *I Simposio de Ornitología Neotropical* (IX CLAZ, Arequipa, Perú). Pacific Press S.A., Lima, Perú.
- Guerra, C, G Luna-Jorquera & RE Aguilar (1986) Problemas y sugerencias sobre el manejo de las poblaciones de aves guaneras en la Segunda Región. Pp 65–89 en CIPMA (ed). *Segundo Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno*. Tomo II, La Serena, Chile.
- Gusinde, M (1986) *Los Indios de Tierra del Fuego, Los Yámana*. Editorial Centro Argentino de Etnología Americana, Buenos Aires, Argentina.
- Häussermann, V, G Forsterra & E Plotnek (2012) Sightings of marine mammals and birds in the Comau Fjord, Northern Patagonia, between 2003 and mid 2012 (Mammalia; Aves). *Spixiana* 35: 247–262.
- Housse, R (1945) *Las aves de Chile en su clasificación moderna, su vida y costumbres*. Ediciones de la Univ. de Chile, Santiago, Chile.
- Hucke-Gaete, R & J Ruiz (2010) *Guía de campo de las especies de aves y mamíferos marinos del sur de Chile: especies comunes de avistar en las regiones de Los Lagos y Aysén*. Ediciones Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Imberti, S (2005) Distribución otoñal de aves marinas y terrestres en los canales Chilenos. *Anales del Instituto de la Patagonia* 33: 21–30.
- Jaramillo, A (2007) *Proposal (#271) to South American Classification Committee: Separate Pelecanus thagus from P. occidentalis*. SACC, Louisiana Museum of Natural History, Baton Rouge, Louisiana, USA. Available at <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCprop271.html> [Accessed 30 May 2017].
- Jeyasingham, WS, SA Taylor, CB Zavalaga, A Simeone & VL Friese (2013) Specialization to cold-water upwellings may facilitate gene flow in seabirds: new evidence from the Peruvian Pelican *Pelecanus thagus* (Pelecaniformes: Pelecanidae). *Journal of Avian Biology* 44: 297–304.
- Jordán, R (1964) *Las emigraciones y mortandad de las aves en el invierno y otoño de 1963*. Informe N°27. Instituto de Investigación de los Recursos Marinos, Callao, Perú.
- Jorquera-Jaramillo, C, JM Alonso Vega, J Aburto, K Martínez-Tillería, MF León, MA Pérez, CF Gaymer & FA Squeo (2012) Conservación de la biodiversidad en Chile: nuevos desafíos y oportunidades en ecosistemas terrestres y marinos costeros. *Revista Chilena de Historia Natural* 85: 267–280.
- Kennedy, M, SA Taylor, P Nádvořník & HG Spencer (2013) The phylogenetic relationships of the extant pelicans inferred from DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 66: 215–222.
- Kéry, M & JS Hatfield (2003) Normality of raw data in general linear models: the most widespread myth in statistics. *Bulletin of the Ecological Society of America* 84: 92–94.
- Leck, CF (1973) Pelicans in the city of Lima, Peru. *The Condor* 75: 357.
- Mann, G (1955) Las aves guaneras y las posibilidades de incrementar la producción de guano blanco en Chile, bases para un programa de trabajo. *Revista Chilena de Historia Natural* 54: 191–227.
- McCullagh, P & JA Nelder (1989) *Generalized linear models*. 2nd ed. Monograph on Statistics and Applied Probability 37. Chapman and Hall, New York, New York, USA.
- MINAGRI (2014) *Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente*

- protegidas* (D.S. N° 004–2014). Ministerio de Agricultura y Riego, Gobierno del Perú, Lima, Perú.
- R Development Core Team (2013) *R: a language and environment for statistical computing. Version 3.0.2*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at <http://www.Rproject.org>.
- Simeone, A & M Bernal (2000) Effects of habitat modification on breeding seabirds: a case study in central Chile. *Waterbirds* 23: 449–456.
- Simeone, A, G Luna-Jorquera, M Bernal, S Garthe, F Sepúlveda, R Villablanca, U Ellenberg, M Contreras, J Muñoz & T Ponce (2003) Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 323–333.
- Statsoft, Inc (2007) *Statistica (data analysis software system)*. Version 8.0. StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA. Retrieved from <http://www.statsoft.com>.
- Suazo, CG, RP Schlatter, AM Arriagada, LA Cabezas & J Ojeda (2013) Fishermen's perceptions of interactions between seabirds and artisanal fisheries in the Chonos archipelago, Chilean Patagonia. *Oryx* 47: 184–189.
- Suazo, CG, LA Cabezas, CA Moreno, JA Arata, G Luna-Jorquera, A Simeone, L Adasme, J Azócar, M García, O Yates & G Robertson (2014) Seabird bycatch in Chile: a synthesis of its impacts, and a review of strategies to contribute to the reduction of a global phenomenon. *Pacific Seabirds* 41: 1–12.
- Sullivan, BL, JL Aycrigg, JH Barry, RE Bonney, N Bruns, CB Cooper, T Damoulasc, AA Dhondt, T Dietterich, A Farnsworth, D Fink, JW Fitzpatrick, T Fredericks, J Gerbracht, C Gomes, WM Hochachka, MJ Iliff, C Lagoze, FA La Sorte, M Merrifield, W Morris, TB Phillips, M Reynolds, AD Rodewald, KV Rosenberg, NM Trautmann, A Wiggins, DW Winkler, WK Wong, CL Wood, J Yu & S Kelling (2014) The eBird enterprise: an integrated approach to development and application of citizen science. *Biological Conservation* 169: 31–40.
- Thiel, M, EC Macaya, E Acuña, WE Arntz, H Bastias, K Brokordt, PA Camus, JC Castilla, LR Castro, M Cortés, CP Dumont, R Escribano, M Fernandez, JA Gajardo, CF Gaymer, I Gomez, AE González, HE González, PA Haye, JE Illanes, JL Iriarte, DA Lancellotti, G Luna-Jorquera, C Luxoro, PH Manríquez, V Marín, P Muñoz, SA Navarrete, E Perez, E Poulin, J Sellanes, HH Sepúlveda, W Stotz, F Tala, A Thomas, CA Vargas, J Vasquez & JMA Vega (2007) The Humboldt Current System of northern and central Chile. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 45: 195–344.
- Thiel, M, M Bravo, IA Hinojosa, G Luna, L Miranda, P Núñez, AS Pacheco & N Vásquez (2011) Anthropogenic litter in the SE Pacific: an overview of the problem and possible solutions. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 11: 115–134.
- Torres, JP & M Valderrama (2008) *Localización del Esfuerzo de Pesca en la Pesquería Chileno-Transzonal del jurel (Trachurus murphyi)*. ILADES - Georgetown University Working Papers, N° inv203. Univ. Alberto Hurtado, Santiago, Chile.
- Tovar, H, V Guillén & ME Nakama (1987) Monthly population size of three guano bird species of Peru, 1953 to 1982. Pp 208–218 en Pauly, D & I Tsukayama (eds). *The Peruvian anchovy and its upwelling ecosystem: three decades of change*. Instituto del Mar del Perú, Lima, Perú.
- Venables, WN & BD Ripley (2002) Random and mixed effects. Pp 271–299 en Chambers, J, W Eddy, W Hardle, S Sheather & L Tierney (eds). *Modern applied statistics with S. Statistics and computing*. 4th ed. Springer, New York, New York, USA.
- Venegas, C (1982) Suplemento a la guía de campo para las aves de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 13: 189–206.
- Vinueza-Hidalgo, GS, F Sornoza & MH Yáñez-Muñoz (2015) Primer registro de anidación del Pelicano Peruano *Pelecanus thagus* (Pelecaniformes: Pelecanidae) en Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías* 7: B4–B6.
- Weichler, T, S Garthe, G Luna-Jorquera & J Moraga (2004) Seabird distribution on the Humboldt Current in northern Chile in relation to hydrography, productivity, and fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 61: 148–154.
- Zavalaga, CB (2015) *Índices para el inicio y cierre de las campañas de extracción de guano en la RNSIIPG (Especial atención a los aspectos reproductivos de las tres especies de aves guaneras y considerando como caso de estudio a la Isla Guañape Sur)*. Informe técnico Proyecto GEF Humboldt – UNDP, Lima, Perú.

