

NUEVOS ANTECEDENTES SOBRE LA HISTORIA NATURAL Y CONSERVACIÓN DE LA GOLONDRINA DE MAR NEGRA (*OCEANODROMA MARKHAMI*) Y LA GOLONDRINA DE MAR DE COLLAR (*OCEANODROMA HORNBYI*) EN CHILE

New information on the natural history and conservation of Markham's Storm-petrel (*Oceanodroma markhami*) and Hornby's Storm-petrel (*Oceanodroma hornbyi*) in Chile

FERNANDO MEDRANO, RODRIGO SILVA, RODRIGO BARROS, DANIEL TERÁN, RONNY PEREDO, BENJAMIN GALLARDO, PATRICH CERPA, FELIPE DE GROOTE, PABLO GUTIÉRREZ & IVO TEJEDA

Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC). Santiago, Chile

Correspondencia: F. Medrano, fernandomedranomartinez@gmail.com

RESUMEN.- Las golondrinas de mar que habitan el norte de Chile se encuentran dentro de las aves marinas menos conocidas, pues sus colonias reproductivas se conocen sólo recientemente. A la fecha, para la golondrina de mar negra (GMN), se conocían cinco colonias, y para la golondrina de mar de collar (GMC) sólo una. En este estudio describimos una nueva colonia de GMN en el Salar de Navidad, y un nuevo sector con nidos en las pampas adyacentes al río Loa, que amplía la colonia Salar Grande. Para la GMC describimos dos sitios con un nido cada uno. Además, presentamos nuevos antecedentes sobre historia natural, fenología y amenazas para ambas especies. Las nuevas estimaciones poblacionales señalan que más de un 96% de la población reproductiva (55.733 parejas) de GMN nidificaría en Chile, lo cual sumado a sus amenazas sugiere que acciones de conservación son urgentes. La única colonia conocida de GMC tiene 7.919 parejas; información insuficiente para estimar su población. Los siguientes pasos para la conservación del grupo deben ser: (i) buscar nuevas colonias, y estimar sus poblaciones; (ii) proteger las colonias y las rutas de vuelo hacia el mar; y (iii) reducir el impacto de la contaminación lumínica.

PALABRAS CLAVE: aves marinas, desierto de Atacama, golondrina de la tempestad, *Hydrobates hornbyi*, *Hydrobates markhami*.

ABSTRACT.- The storm-petrels inhabiting northern Chile are among the least known seabirds, as most of their colonies are only recently known. In the case of the Markham's Storm-petrel, there are only five breeding colonies described, and for Hornby's Storm-petrel just one. In this study, we describe a new colony of Markham's Storm-petrel in the Salar de Navidad, and we expand geographically the Salar Grande colony up to the Loa River. For Hornby's Storm-petrel, we describe two sites where we found one provide new information on the natural history, breeding for all the breeding sites. After this work, we know that more than a 96% of the breeding population of known Markham's Storm-petrels breed in Chile (55,733 pairs) thus increasing the urgency to protect them. On the other hand, the only known colony of Hornby's Storm-petrel has 7,919 pairs; but this information is not enough to estimate the breeding population in Chile, as probably there are still several unknown colonies. Next steps for their conservation are: (i) searching for new breeding colonies of both species and estimate their populations; (ii) protecting the breeding colonies and flight paths to the sea; and (iii) reducing the impacts of light pollution in northern Chile.

KEYS WORDS: Atacama Desert, *Hydrobates hornbyi*, *Hydrobates markhami*, seabirds, storm-petrels.

Manuscrito recibido el 23 de abril de 2019, aceptado el 18 de junio de 2019.

INTRODUCCIÓN

La golondrina de mar negra (*Oceanodroma markhami*) y la golondrina de mar de collar (*Oceanodroma hornbyi*) se encuentran entre las aves marinas menos conocidas en el mundo, por lo que su estado de conservación global es de “Datos Insuficientes” (Croxall *et al.* 2012, Birdlife International 2019a, b). Para ambas especies existe escasa información sobre sus sitios de reproducción y la mayoría de las colonias conocidas sólo fueron descubiertas recientemente (Jahncke 1994, Torres-Mura & Lemus 2013, Barros *et al.* 2018, 2019). En Chile, sus categorías de conservación sólo fueron evaluadas en 2018, clasificando a la golondrina de mar negra como “En Peligro” y a la golondrina de mar de collar como “Datos Insuficientes” (MMA 2018).

Para la golondrina de mar negra, a nivel mundial se conocen cinco colonias (Fig. 1). Una de ellas en Perú, ubicada en la península de Paracas, donde se estimaron 2.300 parejas (Jahncke 1994). Las otras cuatro colonias están localizadas en Chile. La más septentrional de ellas se encuentra en la región de Arica y Parinacota, denominada “Colonia de Arica”, con una estimación de 35.000 parejas (Barros *et al.* 2019). Por otra parte, existen tres colonias en la región de Tarapacá: “Colonia Salar de Quiuña”, donde se han descrito seis nidos (Malinarich *et al.* 2018), “Colonia de Pampa La Perdiz” (también conocida como “Colonia de Caleta Buena” por Malinarich *et al.* 2018), con una estimación de 624 parejas (Barros *et al.* 2019), y la “Colonia Salar Grande”, con al menos 20.000 parejas (Barros *et al.* 2019). Adicionalmente, Malinarich *et al.* (2018) encontraron un nido en el Salar del Carmen norte, región de Tarapacá, pero se requieren más antecedentes para evaluar si se trata de una colonia de reproducción o un nido aislado.

Para la golondrina de mar de collar, solamente se ha descrito una colonia en el mundo, en la Pampa del Indio Muerto, región de Atacama, Chile (Fig. 1), pero no existe una estimación de su tamaño poblacional (Barros *et al.* 2018). Por otra parte, existía evidencia que apuntaba a la presencia de una colonia en las pampas adyacentes al norte (Malinarich *et al.* 2018) y al sur del cajón del río Loa (límite entre las regiones de Tarapacá y Antofagasta) (Biótica Consultores 2018).

Debido a que el conocimiento sobre las colonias de ambas especies es reciente, y a que el acceso a éstas es difícil, la información sobre su historia natural es incompleta (*e.g.*, Jahncke 1994, Cerpa *et al.* 2018, Malinarich *et al.* 2018, Barros *et al.* 2019) y la mayor parte de sus ecologías son aún desconocidas. Las amenazas sobre las colonias de golondrinas de mar incluyen intervenciones directas sobre el sustrato de nidificación y obstáculos en las rutas de vuelo hacia el mar, entre los que destaca el

efecto de la contaminación lumínica (Barros *et al.* 2018, 2019). Con el objetivo de aumentar el conocimiento de ambas especies y sus localidades reproductivas, en este trabajo (i) describimos nuevas localidades de reproducción para ambas especies, (ii) realizamos estimaciones poblacionales para algunas colonias, (iii) complementamos la información sobre la fenología de las especies, (iv) incorporamos nuevas observaciones de historia natural, y (v) actualizamos la información relativa a las amenazas a las colonias de golondrinas de mar en Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Realizamos dos tipos de prospecciones: (i) dirigidas a sitios donde existían antecedentes sobre la reproducción de golondrinas de mar y (ii) buscando nuevas colonias, a partir del cruce de colonias conocidas con mapas geológicos del SERNAGEOMIN (2010). En ambos tipos de prospección, realizamos una inspección visual con criterio de experto, buscando cavidades apropiadas para la reproducción de estas especies, y al identificar estas cavidades, utilizamos las siguientes técnicas para determinar cuándo estas eran utilizadas como nidos: (i) inspección olfativa, en la cual se reconoció la actividad en el nido a través del “olor a petrel” característico; (ii) reproducción de cantos de golondrina de mar negra (Macaulay Library 2016), esperando una respuesta de los pichones o los padres y (iii) uso de cámaras endoscópicas con autoiluminación, de 1,5 m de largo, las cuales permiten inspeccionar y tomar fotografías dentro de las cavidades.

En cuanto a los sitios donde ya existían antecedentes, en diciembre de 2018 y enero de 2019 visitamos el Salar de Quiuña (-19,543°S, -70,047°O), región de Tarapacá, donde Malinarich *et al.* (2018) encontraron seis nidos de golondrina de mar negra (Fig. 1). En enero de 2019 visitamos las pampas al norte y al sur del río Loa (-21,461°S, -69,854°O), en las regiones de Tarapacá y Antofagasta (Fig. 1), donde algunos hallazgos indicaban la potencial existencia de una colonia de golondrina de mar de collar (Biótica Consultores 2018, Malinarich *et al.* 2018). En enero de 2018 visitamos el Salar de Navidad (-23,767°S, -69,940°O), región de Antofagasta (Fig. 1), donde uno de los autores (DT) había registrado cavidades en costrones de sal donde potencialmente podrían nidificar golondrinas de mar (véanse características de los nidos en Barros *et al.* 2019).

En enero de 2018 realizamos una expedición entre la Pampa del Indio Muerto (región de Atacama) y la zona de Baquedano (región de Antofagasta) para buscar sitios de reproducción de golondrina de mar de collar en aquellas áreas que tenían el mismo sustrato geológico de la colonia conocida de esta especie en la Pampa del Indio Muerto,

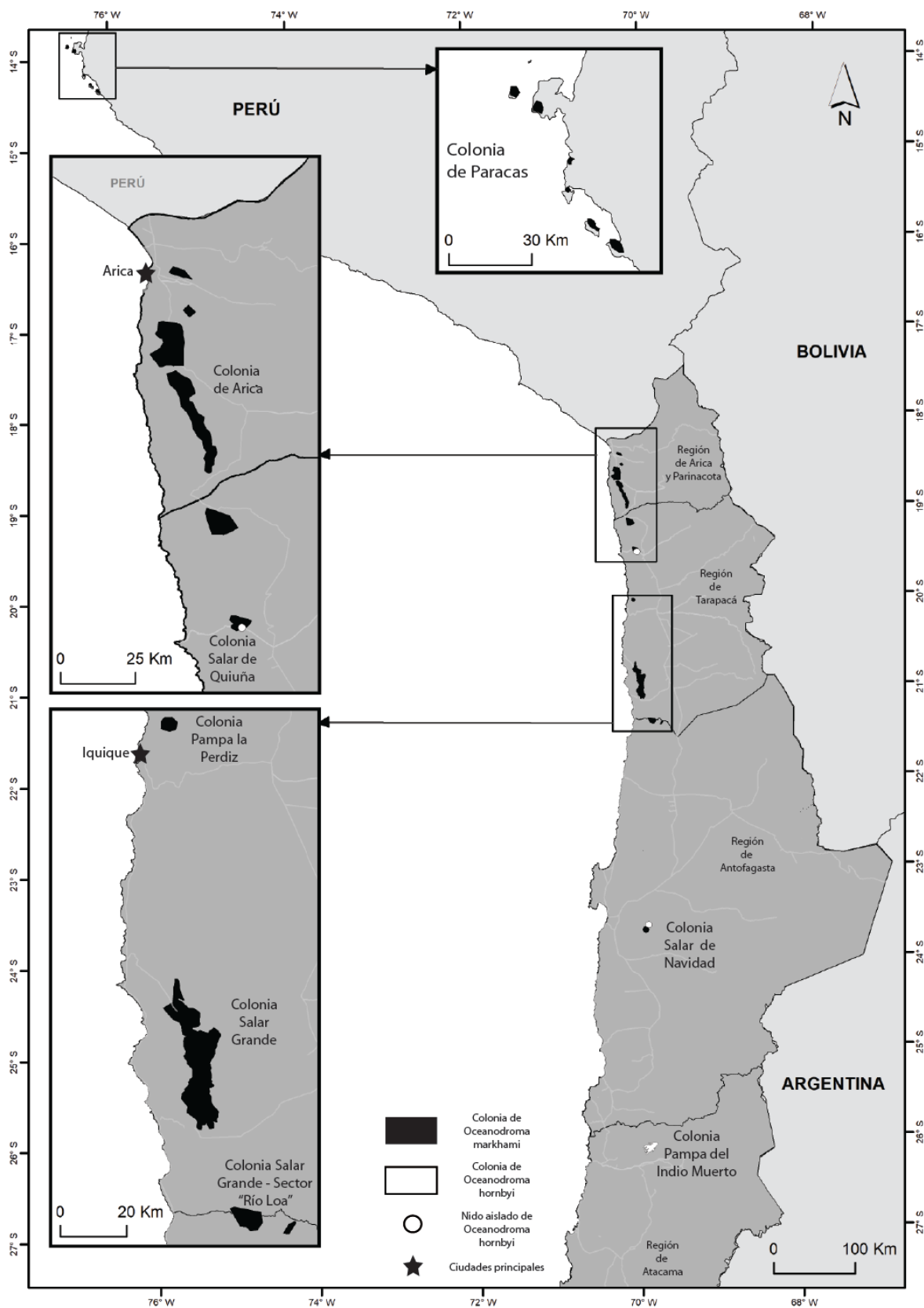


Figura 1. Mapa de ubicación de las colonias descritas de golondrinas de mar.

obtenido a partir del cruce de la información de SERNA-GEOMIN (2010) y Barros *et al.* (2018).

Adicionalmente, en las colonias del Salar de Quiuiña y de la Pampa del Indio Muerto realizamos estimaciones poblacionales para la golondrina de mar negra y la golondrina de mar de collar, respectivamente. Delimitamos geográficamente cada una de ellas, mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales obtenidas del software Google Earth Pro, información que se validó en terreno en cada colonia. Además, realizamos transectos de 10 m de ancho y largo variable de acuerdo a las condiciones del terreno, en cada una de las colonias (Pampa del Indio Muerto $n = 48$; Salar de Quiuiña $n = 48$), con lo cual obtuvimos una densidad promedio de nidos para cada colonia. Utilizando esta información, realizamos una extrapolación lineal de la densidad para la superficie total de la colonia, obteniendo una estimación poblacional. Para cada uno de los sitios, también realizamos una descripción cualitativa de las amenazas actuales y potenciales a través de criterios de experto, la revisión de proyectos en proceso de evaluación ambiental emplazados en el lugar, y de la consulta a residentes y autoridades locales.

Finalmente, para obtener información básica de historia natural de ambas especies instalamos cámaras trampa en las colonias, frente a nidos ocupados. Instalamos dos cámaras en la Colonia de Arica para la golondrina de

mar negra, una entre el 19 de agosto y el 20 de septiembre de 2018 y otra entre el 28 de agosto y el 21 de septiembre del mismo año. Además, instalamos cuatro cámaras en la Colonia Pampa del Indio Muerto para la golondrina de mar de collar, entre el 7 de mayo y el 15 de junio de 2018, y entre el 8 de enero y el 11 de abril de 2019. Las cámaras fueron instaladas en estacas a 1,5 m de los nidos, sin cebos olfativos. En la “Pampa del Indio Muerto” se utilizó un grabador autónomo “Swift”, desarrollado por la Universidad de Cornell, que permitía grabar a una tasa de muestreo de 96 kHz entre el 7 de enero y el 12 de febrero de 2019, con el objetivo de registrar por primera vez el canto de la golondrina de mar de collar.

RESULTADOS

Golondrina de mar negra

Colonia de Arica: La descripción de este sitio, junto a un listado de sus amenazas, se presentan en Barros *et al.* (2019). Con la instalación de dos cámaras trampa durante aproximadamente un mes (agosto/septiembre), colectamos nuevos antecedentes de historia natural: (i) Obtuvimos ocho registros de zorros chilla (*Lycalopex griseus*) frente a los nidos, tres para una cámara trampa y cinco para la otra en todo el periodo de toma de datos (Fig. 2); (ii) Los padres visitaron el nido de la primera cámara en



Figura 2. (A) Golondrina de mar de collar en su nido en el Salar de Quiuiña (enero de 2019), (B) Pichón de golondrina de mar negra en la ribera norte del río Loa (enero de 2019), (C) Golondrina de mar negra anidando en la ribera sur del río Loa (enero de 2019), (D) *Lycalopex culpaeus* cavando un nido de golondrina de mar de collar en la Pampa del Indio Muerto (junio de 2018), (E) *Lycalopex griseus* a un costado de un nido de golondrina de mar negra en la Colonia de Arica (agosto de 2018); y (F) Volantón de golondrina de mar de collar practicando su primer vuelo en la Pampa del Indio Muerto (junio de 2018).

promedio cada 3,5 días (rango 1 a 7) y el de la segunda cámara en promedio cada 2,3 días (rango 1 a 8).

Colonia Salar de Quiña: Esta colonia, descrita por Malinarich *et al.* (2018), se ubica en las coordenadas -19,543°S, -70,047°O, a 15,2-19,8 km desde el mar, y a una altitud promedio de 1.058 m s.n.m. Pudimos determinar que posee una extensión de 811 ha donde se observan costras salinas de superficie variable. Estimamos una densidad media de 0,5 parejas/ha y, por ende, un total de 405 parejas reproductivas. Se detectaron volantones listos para abandonar los nidos en enero (Fig. 2, Fig. 3).

Identificamos como amenaza potencial la construcción de un parque fotovoltaico en las inmediaciones de la colonia, que podría derivar en la destrucción de cavidades o aumentar las probabilidades de colisión con líneas eléctricas y atraer a los volantones a las luminarias, especialmente durante el período de construcción. Otra amenaza en este sitio correspondió a la presencia de basura, la cual bloquea la entrada a las cavidades.

Pampas sobre el cajón del río Loa: Este sitio de reproducción, descrito por primera vez en este estudio, se encuentra ubicado en las coordenadas -21,447°S, -69,839°O, a 16,30-34,18 km desde el mar, y a una altitud promedio

de 846 m s.n.m. Describimos nidos de esta especie en los parches salinos que se encuentran en las pampas adyacentes al cajón del río Loa cuya extensión estimamos aproximada a 577 ha. Si bien no realizamos una estimación poblacional como en otras colonias, estimamos mediante criterios de experto en al menos 500-1.000 parejas. Esta colonia se presenta de forma dispersa, en costrones de sal no agregados entre sí, pero presenta una gran densidad de nidos activos. En cuanto a la fenología, encontramos huevos y pichones de pocas semanas de edad en enero de 2019 (Fig. 2).

En esta colonia identificamos como amenaza la instalación de proyectos energéticos. Particularmente, existe un proyecto en tramitación ambiental que combina generación eólica y fotovoltaica, cuya construcción derivaría en destrucción de nidos y posible atracción por luces, y su funcionamiento en un alto riesgo de colisión con aerogeneradores.

Colonia Salar de Navidad: encontramos tres nidos de golondrinas de mar negra en las coordenadas -23,767°S, -69,940°O, región de Antofagasta, a 50 km del mar y a 655 m s.n.m., lo cual es descrito por primera vez en este trabajo. Los nidos estaban en pequeños parches salinos, en

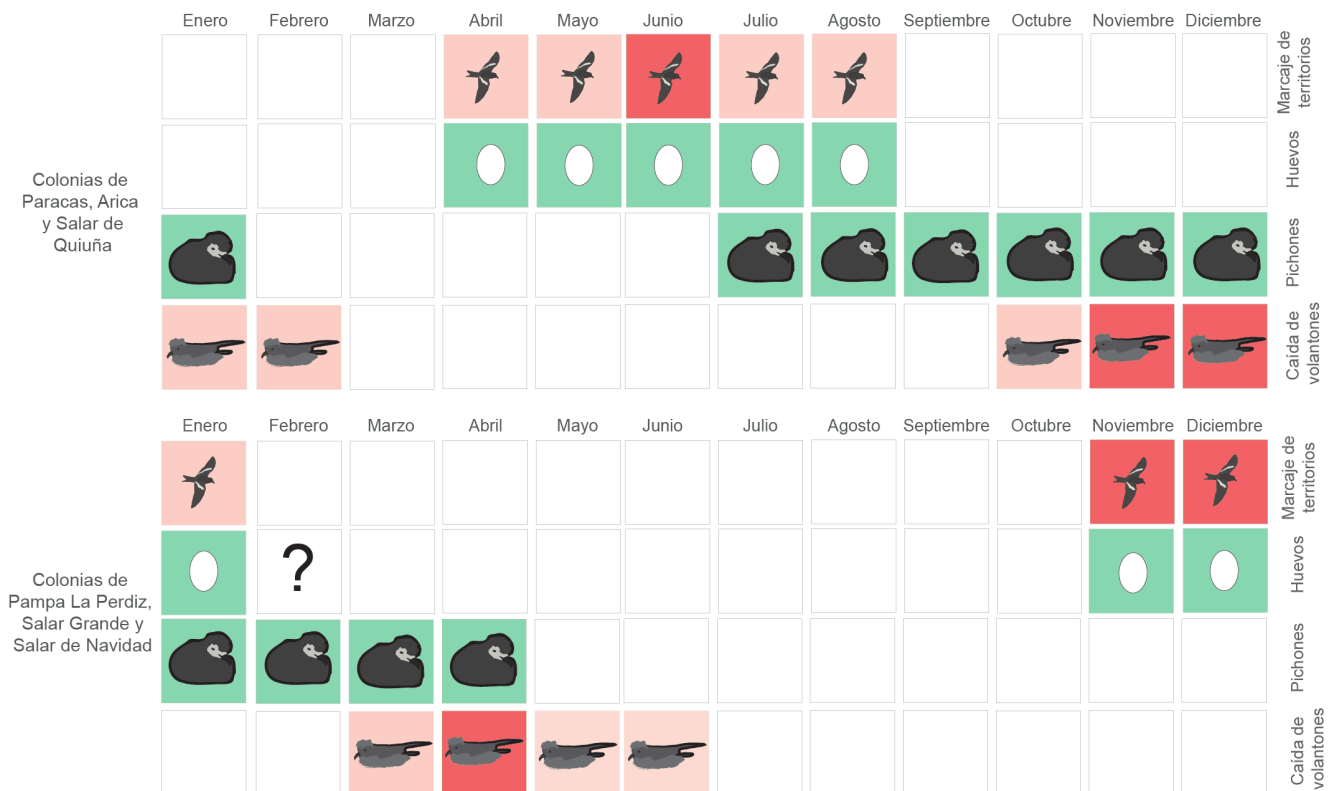


Figura 3. Fenología reproductiva actualizada de la golondrina de mar negra (modificada de Barros *et al.* 2019, incluyendo también información de Malinarich *et al.* 2018). Las cuatro primeras filas se refieren a la fenología de la colonia de Paracas (Perú), Arica y Salar de Quiña. Las últimas cuatro filas se refieren a la fenología de las colonias de Pampa La Perdiz, Salar Grande y Salar de Navidad. En tonalidades rojizas se simboliza el conocimiento de la fenología de cada actividad y el tono oscuro identifica a los meses cuando existe una mayor frecuencia de dicha actividad. En tonalidades verdes se simboliza que no se conoce la frecuencia con la que ocurre dicha actividad en esos meses.

menos de una hectárea, donde capturamos un adulto con parche de incubación, y escuchamos adultos vocalizando, en enero de 2018. Al sólo haber encontrado tres nidos, no fue posible realizar una estimación poblacional. Identificamos como amenaza la ejecución de proyectos solares y eólicos. De estos últimos, identificamos un proyecto con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) aprobada sobre la colonia, el cual podría generar atracción por luces durante su construcción, destrucción de nidos y colisión con aspas durante su operación.

Golondrina de mar de collar

Salar de Quiuña: Registramos un nido en una cavidad formada por sal al borde este del Salar de Quiuña, en las coordenadas $-19,555^{\circ}\text{S}$, $-70,035^{\circ}\text{O}$, a 18,28 km desde el mar y a 1.058 m s.n.m. Observamos un ejemplar incubando un huevo en diciembre de 2018 y en enero de 2019, en el mismo nido (Fig. 2). Pese a que se buscaron, no se encontraron más nidos.

Salar de Navidad: El 18 de enero de 2018 avistamos en distintos momentos de la noche (00:30 y 03:00 h) uno y dos ejemplares de golondrina de mar de collar volando sobre la colonia de golondrina de mar negra descrita en este trabajo, aparentemente atraída por las luces de las linternas. Además, en la madrugada del 20 de enero de 2018 (02:00 h), en los cerros 25 km al norte de este salar ($-23,527^{\circ}\text{S}$ $-69,840^{\circ}\text{O}$), observamos una golondrina de mar de collar saliendo desde una cavidad en un afloramiento de yeso, sustrato similar al observado en la Colonia Pampa del Indio Muerto (Barros *et al.* 2018).

Colonia Pampa del Indio Muerto: Esta colonia, descrita por Barros *et al.* (2018), alcanzó una extensión de 12.910 ha, una densidad de 0,61 parejas/ha, y una población estimada de 7.919 parejas. En este sitio registramos un adulto incubando un huevo en enero, y pichones al interior de distintos nidos entre febrero y junio de 2018.

Entre las 01:00 y las 02:00 h del 19 de enero de 2019 obtuvimos las primeras grabaciones del canto reproductivo, una de las cuales se encuentra disponible en Macaulay Library (2019).

Las cámaras trampa registraron que la actividad de los adultos ($n = 49$ visitas) se realizaba principalmente entre las 22:32 y las 04:37 h, con visitas que duraron en promedio 12,8 min (rango 1 a 153). La duración de estas visitas fue distinta en las dos épocas en las que fueron registradas, siendo en promedio de 6,5 min entre mayo-junio de 2018 ($n = 29$, rango 1 a 37) y de 25,4 min entre enero-abril de 2019 ($n = 20$, rango 1 a 153).

Registramos seis visitas de zorros culpeo (*Lycalopex culpaeus*) a los nidos ocupados, entre el 11 de enero y el 13 de junio de 2018, entre las 20:13 y 05:52 h (Fig. 2), aunque ninguno de estos registros derivó en depreda-

ción. El 1 de junio de 2018, entre las 19:42 y las 22:44 h, grabamos a un volantón de golondrina de mar de collar aleteando en tierra (sin volar) fuera de un nido en el cual habíamos observado un pollo en su interior, grabándose nuevamente el 2 de junio a las 19:37 h (Fig. 2).

DISCUSIÓN

En este trabajo describimos nuevos sitios de reproducción de la golondrina de mar negra y de la golondrina de mar de collar (Fig 1), y ampliamos el conocimiento sobre las colonias ya descritas (Barros *et al.* 2018, 2019, Malinarich *et al.* 2018). Los polígonos de estas y las colonias descritas por Malinarich *et al.* (2018) y Barros *et al.* (2019) pueden descargarse en <http://www.redobservadores.cl/golondrinas>, y sus principales características las presentamos en las Tablas 1 y 2.

Para la golondrina de mar negra describimos un nuevo sector de reproducción en las pampas al norte y al sur del cajón del río Loa (regiones de Tarapacá y Antofagasta), el cual debiese ser considerado como parte de la Colonia Salar Grande (véase en los siguientes párrafos) y un nuevo sitio de reproducción en el Salar de Navidad (región de Antofagasta), constituyendo así el quinto sitio de reproducción en el país. Para la golondrina de mar de collar, encontramos dos nuevos sitios de reproducción en el Salar de Quiuña (región de Tarapacá) y en el Salar de Navidad (región de Antofagasta). Estos nuevos sitios deben ser estudiados con un mayor esfuerzo de muestreo, para determinar si corresponden a colonias reproductivas de cada especie o a nidos aislados.

En el caso de la golondrina de mar negra, la estimación realizada para la Colonia Salar de Quiuña (405 parejas) se suma a las 55.328 parejas estimadas para el país por Barros *et al.* (2019), generando un nuevo total de 55.733 parejas para Chile y, por ende, de 58.038 parejas a nivel mundial. En este contexto, en Chile existiría el 96,02% de la población reproductiva conocida de la especie, lo que sumado a las amenazas presentadas por Barros *et al.* (2019) y en este estudio, fundamenta la urgencia de realizar acciones de conservación en el país para esta especie, clasificada “En Peligro” a nivel nacional. Además, se hace necesario estimar la cantidad de parejas en las pampas adyacentes al río Loa para entender cuánto mayor es la población nacional.

El sitio en el río Loa se ubica 25 km al sur de la Colonia Salar Grande (Barros *et al.* 2019) y aunque en ambos casos se desconocen las rutas de vuelo hacia el mar, la aplicación del criterio de IUCN 2012 (*e.g.*, una sola amenaza podría afectar conjuntamente a ambos sectores), sugiere que deben ser considerados como parte de una misma colonia (Salar Grande-río Loa), pues las luminarias en

	Colonia de Arica					Colonia Salar de Quiuña	Colonia Pampa La Perdiz	Colonia Salar Grande/río Loa	Colonia Salar de Navidad
	Pampa Chuño	Pampa La Higuera	Pampa Chaca	Pampa Camarones	Pampa Tana				
Características									
Distancia al mar (km)	21,50-24,50	15,46	5,40-12,70	9,8-21	14,81-24,60	15,20-19,80	10	9-21,50	50
Longitud máxima (km)	0,51	-	14,17	19,60	-	3,68	0,90	49,20	-
Ancho máximo (km)	0,19	-	12,30	5,10	-	4,66	0,85	8,40	-
Altitud (m s.n.m.)	770-970	656	600-700	640-1.080	620-1.000	1.058	900	650-750	655
Tamaño de la colonia (ha)	41	-	6.100	2.209	-	811	33	-	-
Densidad promedio (parejas por ha)	2,20	-	248,15	4,42	-	0,50	18,90	-	-
Número de parejas	90	5	24.815	9.772	2	405	624	20.000	3
Amenazas									
Caminos	-	-	X	-	-	X	X	X	-
Basura	-	-	X	-	-	-	?	-	-
Ejercicios militares	-	-	X	-	X	-	-	-	-
Líneas de transmisión eléctrica	X	-	X	-	-	-	X	-	-
Minería de sal	-	-	-	X	-	-	-	X	-
Plantas energéticas	-	-	-	X	-	?	-	-	X
Contaminación lumínica	X	X	X	?	-	?	X	X	X

Tabla 1. Resumen del conocimiento actual sobre las colonias de golondrina de mar negra en Chile. La información sobre las colonias del Salar de Quiuña y Salar de Navidad se presenta por primera vez en este artículo. La información del resto de las colonias proviene de Barros *et al.* (2019).

un solo sitio en medio de Salar Grande podrían impactar sobre ambos sectores.

En cuanto a la fenología reproductiva de esta especie, la actividad observada en río Loa es consistente con lo reportado por Barros *et al.* (2019) para Salar Grande, mientras que lo registrado en Salar de Quiuña coincide con la fenología de la Colonia de Arica (esto último fue propuesto recientemente por Malinarich *et al.* 2018) (Fig. 3).

Para la golondrina de mar de collar la estimación de 7.919 parejas realizada en la Pampa del Indio Muerto es la primera realizada para esta especie en una colonia. Brooke (2004) estimó una población global de 1.000-90.000 individuos y Spear & Ainley (2007) describieron una población de 637.200 individuos en la primavera austral y de 1.011.900 en el otoño austral, ambas estimaciones hechas en mar abierto. Esta gran diferencia, así como la existencia de sitios donde regularmente caen volantones debido a la contaminación lumínica (Barros *et al.* 2018) sugiere que la mayoría de las colonias de esta especie permanecen incógnitas, siendo su identificación una de las

acciones fundamentales para la protección de las mismas. Aunque en el Salar de Quiuña encontramos sólo un nido, no descartamos la existencia de una colonia dispersa. El nido encontrado, a diferencia de lo observado en la Pampa del Indio Muerto, estaba en una cavidad formada por sal. El hallazgo de un adulto incubando en el Salar de Quiuña durante diciembre de 2018 es consistente con la fenología propuesta por Barros *et al.* (2018) (Fig. 4).

Los nuevos hallazgos extienden la fenología reproductiva para ambas especies (Figs. 3 y 4), lo cual es relevante por al menos dos razones: (i) la temporada completa en la que existe actividad en las colonias, es aquella en la cual debiesen existir medidas para evitar impactos en las rutas de vuelo entre las colonias y el mar; y (ii) en el caso particular de la temporada de salida de volantones, influye sobre la época en la cual se debiese reducir la contaminación lumínica, para evitar el impacto sobre los pichones.

Así como reportamos nuevos sitios y colonias en este trabajo, aún permanecen colonias incógnitas en el norte de Chile para ambas especies, debido a la gran extensión

Colonia Pampa del Indio Muerto	
Características	
Distancia al mar (km)	67-85
Longitud máxima (km)	20
Ancho máximo (km)	13
Altitud (m s.n.m.)	1.344
Tamaño de la colonia (ha)	12.910
Densidad promedio (parejas/ha)	0,61
Número de parejas	7.919
Amenazas	
Caminos	-
Basura	-
Ejercicios militares	-
Líneas de transmisión eléctrica	-
Minería de sal	-
Plantas energéticas	?
Contaminación lumínica	?

Tabla 2. Tabla resumen del conocimiento actual sobre la colonia de golondrina de mar de collar en Chile. La información sobre la colonia Pampa del Indio Muerto se presenta por primera vez en este artículo.

geográfica de áreas desérticas con sustratos salinos, que brindan cavidades aptas para la nidificación. Estudios que permitan acotar la ubicación potencial de colonias reproductivas podrían ayudar a distribuir de mejor forma los esfuerzos de búsqueda. Por ejemplo, varios autores han registrado volantones de golondrina de mar negra caídos en Antofagasta (Schmitt *et al.* 2015, Barros *et al.* 2019,

Guerra-Correa comunicación personal), haciendo necesaria la ejecución de prospecciones en la zona.

Respecto a la historia natural de estas especies, en este estudio describimos a dos especies de zorros como depredadores potenciales tanto para la golondrina de mar negra, como para la golondrina de mar de collar. Además, obtuvimos las primeras evidencias de “prácticas de vuelo” en las afueras del nido (Fig. 2), lo que interpretamos como una forma de generar musculatura antes de abandonar el nido. La información acerca de horario y duración de las visitas es muy precaria (pues el número muestral es muy reducido, y las cámaras utilizadas podrían no tener la sensibilidad necesaria), pero útil para orientar estudios futuros sobre esta materia. Así, aún existen importantes vacíos en el conocimiento de estas especies en sus colonias. Por ejemplo, desconocemos las rutas por las cuales los individuos vuelan desde y hacia el mar (con implicancias directas sobre su conservación, ya que es un espacio aéreo que debiese protegerse), lo que podría estudiarse a través del uso de radar, telemetría o GPS; no existen descripciones detalladas de sus dietas en el país (la cual podría determinar si las especies interactúan con pesquerías, y su interacción con plásticos) ni se conocen los sectores que utilizan las especies en el mar, temas relevantes para la planificación para la conservación de estas especies.

Otro aspecto relevante de los hallazgos reportados es la cercanía observada entre los nidos de las dos especies, tanto en el Salar de Quiuña como en el Salar de Navidad, lo que sugiere que podrían existir colonias mixtas. Lo anterior se ve reforzado por la observación de individuos de golondrina de mar de collar volando de noche sobre colonias activas de golondrina de mar negra: (i) un ejemplar en el Salar Grande el 25 de mayo de 2014 (Heraldo Norambuena y Rodrigo Barros observación personal); (ii) dos ejemplares en Pampa Chaca el 6 de diciembre de 2018

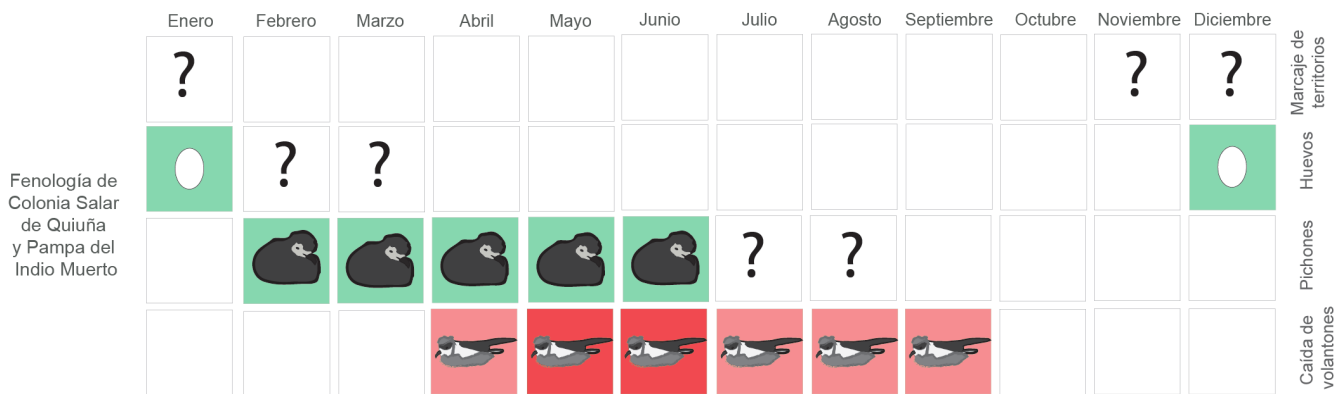


Figura 4. Fenología reproductiva de la golondrina de mar de collar. Las filas se refieren a la fenología conocida Colonia Salar de Quiuña y Pampa del Indio Muerto. En tonalidades rojizas se simboliza el conocimiento de la fenología de cada actividad, donde el tono oscuro identifica a los meses cuando existe una mayor frecuencia de dicha actividad. En tonalidades verdes, se simboliza que no se conoce la frecuencia con la que ocurre dicha actividad en esos meses. La información de los volantones proviene de Barros *et al.* (2018) y Silva (comunicación personal).

(Andrew Sutherland comunicación personal); y (iii) dos ejemplares en el Salar de Navidad el 18 de enero de 2018. Asimismo, Malinarich *et al.* (2018) y Biótica Consultores (2018) encontraron carcacas de golondrina de mar de collar en las pampas adyacentes al cajón del río Loa, donde en nuestro estudio describimos una colonia de golondrina de mar negra, lo que podría reforzar esta idea.

Finalmente, si bien las amenazas presentes en cada colonia varían en su magnitud, dependiendo de las características específicas de cada una, en general presentan como factor común los ejercicios militares (aunque estos aparentemente no amenazan a las nuevas colonias descritas), la potencial instalación de proyectos energéticos y mineros sobre los sitios y la contaminación lumínica. Respecto a los proyectos energéticos, un primer paso sería analizar el potencial energético (principalmente de parques eólicos y fotovoltaicos) en cada colonia, para evaluar en cuál de ellas la protección es más urgente, pues es probable que la licitación de sitios fiscales y la realización de proyectos aumente con los años. Por otra parte, la contaminación lumínica actualmente se encuentra en aumento en las regiones de Arica y Parinacota y de Tarapacá, principalmente debido al crecimiento de las ciudades, y a la masificación de la iluminación LED blanca (Silva comunicación personal). Sin embargo, desde 2018 se observan las primeras acciones más decididas para mitigar estos impactos, las que podrían reducir de forma importante la mortalidad de golondrinas de mar a nivel local. Estas acciones, aun incipientes y de carácter voluntario, incluyen a algunos municipios (*e.g.*, Arica) y empresas (*e.g.*, Compañía Minera Cordillera) que operan en sectores cercanos a colonias o rutas de paso, y que se han orientado al apagado total de algunas luces en la temporada de salida de volantes, el redireccionamiento y recubrimiento de focos, y el recambio de luminarias a un espectro más cálido.

Los próximos pasos para la conservación de las golondrinas de mar debiesen enfocarse a la búsqueda activa de colonias, y en el control de las amenazas, incluyendo una política integral de reducción de la contaminación lumínica (Silva comunicación personal), la protección efectiva de las colonias de reproducción y la creación de un sistema de uso sustentable en algunos de los sitios (*e.g.*, en el Salar Grande).

AGRADECIMIENTOS.- Agradecemos el constante apoyo y asesoría entregado por Hannah Nevins y Brad Keitt de American Bird Conservancy (ABC), quienes nos han ayudado en la obtención de fondos. Por otra parte, agradecemos a Peter Hodum y Valentina Colodro de Oikonos, por el apoyo y asesoría a este proyecto. La ejecución de los terrenos no habría sido posible sin el apoyo

financiero del Neotropical Bird Club, a través del “Conservation Fund”, del Pacific Seabird Group a través del “Craig S. Harrison Conservation Fund”, del Mohammed Bin Zayed Conservation Fund, de fondos de National Wildlife Federation y de fondos provenientes de Packard Foundation. Al “Bioacoustic Research Program” de la Universidad de Cornell por facilitarnos los grabadores autónomos Swift. Agradecemos también a Sarah Gilman, quien nos acompañó en uno de los terrenos y a Pedro Sanhueza, quien nos ha guiado en el tema de contaminación lumínica del proyecto. Finalmente, agradecemos a Jaime Jiménez y a un revisor anónimo, cuyos comentarios mejoraron sustancialmente la calidad de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- BARROS, R., F. MEDRANO, R. SILVA & F. DE GROOTE. 2018. First breeding site record of Hornby's Storm Petrel *Oceanodroma hornbyi* in the Atacama Desert, Chile. *Ardea* 106: 203-207.
- BARROS, R., F. MEDRANO, H. NORAMBUENA, R. PEREDO, R. SILVA, F. DE GROOTE & F. SCHMITT. 2019. Breeding biology, distribution and conservation status of Markham's Storm-Petrel (*Oceanodroma markhami*) in the Atacama Desert. *Ardea* 107: 75-84.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2019a. Species factsheet: *Hydrobates markhami*. <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/markhams-storm-petrel-hydrobates-markhami>. Consultado el 14 de febrero de 2019.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2019b. Species factsheet: *Hydrobates hornbyi*. <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/ringed-storm-petrel-hydrobates-hornbyi>. Consultado el 14 de febrero de 2019.
- BIÓTICA CONSULTORES. 2018. *Caracterización ambiental fauna de vertebrados terrestres - Adenda N°1 - Proyecto ERNC Loa*. Informe técnico. Servicio de Evaluación Ambiental. 91 pp.
- BROOKE, M. 2004. *Albatrosses and petrels across the world*. Oxford University Press, Oxford, U.K. 499 pp.
- CERPA, P., F. MEDRANO & R. PEREDO. 2018. Saltos del desierto al mar: Presencia de la pulga *Hectopsylla psittaci* en la golondrina de mar negra (*Oceanodroma markhami*) en el norte de Chile. *Revista Chilena de Ornitología* 24: 40-42.
- CROXALL, J.P., S.H. BUTCHAR, B. LASCELLES, A.J. STATTSFIELD, B. SULLIVAN, A. SYMES & P. TAYLOR 2012. Seabirds conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International* 22: 1-34.
- IUCN [INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE]. 2012. Threats classification scheme (v. 3.2). Disponible en inglés en: <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/classification-schemes/threats-classification-scheme>. Consultado el 15 de marzo de 2019.
- JAHNCKE, J. 1994. *Biología y conservación de la Golondrina de Tempestad Negra Oceanodroma markhami (Salvin 1883) en la Península de Paracas, Perú*. Informe técnico. APECO,

- Lima. 50 pp.
- MALINARICH, V., P. ARANEDA & A. VALLVERDÚ. 2018. *Diagnóstico del estado de las poblaciones de golondrina de mar en la región de Tarapacá*. Informe técnico. Servicio Agrícola y Ganadero, Tarapacá. 59 pp.
- MACAULAY LIBRARY. 2016. Markham's Storm-petrel. Disponible en español en: https://macaulaylibrary.org/asset/83166671#_ga=2.218386266.21253860.1554244198-1002475409.1538701062. Consultado el 15 de febrero de 2019.
- MACAULAY LIBRARY. 2019. Ringed Storm-petrel. Disponible en español en: https://macaulaylibrary.org/asset/147415721#_ga=2.76164624.488366847.1560646113-1002475409.1538701062. Consultado el 15 de mayo de 2019.
- MMA [MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE]. 2018. *Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimocuarto proceso*. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile. 3 pp.
- SCHMITT, F., R. BARROS & H. NORAMBUENA. 2015. Markham's Storm Petrel breeding colonies discovered in Chile. *Neotropical Birding* 17: 5-10.
- SERNAGEOMIN [SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA]. 2010. Geología de Chile SERNAGEOMIN Layer Online. <http://portalgeomin.sernageomin.cl:6080/arcgis/rest/services/geoportal/GeologiaBase/MapServer?f=lyr&v=9.3>. Consultado el 16 de febrero de 2019.
- SPEAR, L.B. & D.G. AINLEY. 2007. Storm-petrels of the Eastern Pacific Ocean: species assembly and diversity along marine habitat gradients. *Ornithological Monographs* 62 pp.
- TORRES-MURA, J.C. & M.L. LEMUS. 2013. Breeding of Markham's Storm-Petrel (*Oceanodroma markhami*, Aves: Hydrobatidae) in the desert of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 86: 497-499.