

**RUTA MIGRATORIA, FENOLOGÍA Y SITIOS DE PARADA DEL ZARAPITO DE PICO RECTO (*LIMOSA HAEMASTICA*) DURANTE SU CICLO MIGRATORIO (2016-2017) ENTRE CHILOÉ Y ALASKA**Claudio Delgado¹ · Luis Espinosa¹ · Ana Pfeifer¹ · Jaime Cárdenas¹ · Jaime A. Cursach^{1,2*}¹ Fundación Conservación Marina, Pérez Rosales 640, oficina 21, Valdivia, Chile.² Universidad de Los Lagos, Centro de Estudios del Desarrollo Regional y de Políticas Públicas, Osorno, Chile.

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

Resumen · El objetivo del presente trabajo fue conocer la ruta migratoria, fenología y sitios de parada del zarapito de pico recto (*Limosa haemastica*) durante su ciclo migratorio (años 2016-2017) entre Chiloé y Alaska, mediante el seguimiento satelital de cuatro individuos capturados en el humedal marino de Chullec (42°28'04,8"S; 73°32'21,6"W), Chiloé, sur de Chile. En los dos años de monitoreo, los individuos mostraron un patrón migratorio similar en la ruta realizada y sus tiempos de salida desde Chiloé (abril) y llegada a las zonas de reproducción en Alaska (mayo). Las aves utilizaron la Ruta Migratoria del Pacífico de las Américas para un vuelo sin parada desde Chiloé hasta el sur de América del Norte. En adelante, las aves continuaron hacia el norte y pararon en diferentes sitios de Estados Unidos y Canadá, tanto para llegar hacia Alaska como en su retorno hacia el hemisferio sur. Durante un ciclo anual completo, las aves monitoreadas pasaron la mayor parte de su tiempo en Chiloé (43%), seguido por la duración de su migración hacia el sur (31%). Durante su ruta migratoria hacia el sur, identificamos 25 sitios de parada. De acuerdo con las bases de datos oficiales disponibles, una proporción importante (54,3%) de los sitios de parada identificados para *L. haemastica* no poseen figuras de protección para la conservación de la naturaleza. Los presentes resultados entregan un insumo de importancia para la definición de nuevas áreas naturales protegidas enfocadas a la conservación de aves playeras migratorias a nivel continental.

Abstract · Migratory route, phenology, and stopover sites of the Hudsonian Godwit (*Limosa haemastica*) during its migratory cycle (2016-2017) between Chiloé and Alaska

The aim of this study was to identify the migratory route, phenology, and stopover sites of the Hudsonian Godwit (*Limosa haemastica*) during its migratory cycle (years 2016-2017) between Chiloé and Alaska, by satellite tracking of four individuals captured in the marine wetland of Chullec (42°28'04.8"S; 73°32'21.6"W), Chiloé, southern Chile. During the two years of monitoring, all individuals showed a similar migratory pattern in terms of their route, departure time from Chiloé (April) and arrival at their breeding areas in Alaska (May). The birds used the Pacific Flyway for a non-stop flight from Chiloé to southern North America. Henceforth, the birds continued north, stopping at different sites in the United States and Canada to get to Alaska, and in their return to the southern hemisphere. During a complete annual cycle, birds spent a greater part of their time in Chiloé (43%), followed by the duration of their migration south (31%). A greater number of stopover sites (25) were identified in their migratory route to the south. According to the official databases available, a significant proportion (54.3%) of the stopover zones identified for *L. haemastica* do not have protection figures for conservation. The present results provide an input relevant to the definition of new protected areas focused on the conservation of migratory shorebirds at continental level.

Key words: America · Conservation · Migration · Shorebirds · Stopover sites

INTRODUCCIÓN

Las aves playeras migratorias exhiben grandes agregaciones, impresionantes migraciones y pueden actuar como bioindicadores del cambio climático (Piersma & Lindström 2004, Ahola et al. 2007). Las aves playeras migratorias son muy fieles a las localidades que ocupan durante sus ciclos anuales y a menudo dependen de una serie de humedales y hábitats costeros, que les ofrecen suficientes posibilidades de alimentarse y reponer fuerzas para sus exigentes migraciones (Gill et al. 2005, Battley et al. 2012). Identificar cuándo y dónde las especies migratorias enfrentan los mayores riesgos a lo largo del ciclo anual es un imperativo de conservación, dado que ciertas etapas o ubicaciones a veces pueden actuar directamente como cuellos de botella de su población (Buehler & Piersma 2007, Swift et al. 2020).

El zarapito de pico recto (*Limosa haemastica*) es un ave playera migratoria considerada como de alta preocupación para la conservación en América del Norte (NABCI 2016). Sin embargo, y pese a que su población decrece, a escala global no se considera amenazada (BirdLife International 2016). Esta especie se reproduce en la región neártica durante el verano boreal y migran antes del otoño hacia el cono sur de Sudamérica, en una de las migraciones más largas conocidas entre las aves (Senner 2012, Senner et al. 2014). En general, se conoce que individuos de *L. haemastica* que anidan en Alaska cruzan hacia la costa

Submitted 18 May 2021 · First decision 11 October 2021 · Acceptance 30 November 2021 · Online publication

Communicated by Carlos Bosque © Neotropical Ornithological Society

Tabla 1. Biometría, sexo e información de los transmisores instalados a individuos de *Limosa haemastica* capturados en el humedal marino de Chullec, Chiloé, sur de Chile.

Código del transmisor	Sexo	Peso (g)	Longitud del ala (mm)	Longitud del pico (mm)	Longitud de la cabeza (mm)	Inicio del rastreo	Fin de la transmisión
659	Hembra	305	220,4	91,7	32,8	11-11-2015	27-01-2016
660	Hembra	265	212	89,1	33,8	09-11-2015	03-08-2017
661	Hembra	285	215	95,7	37,7	06-11-2015	10-08-2016
662	Hembra	385	220,4	87,3	37,8	09-11-2015	03-08-2017
663	Macho	255	210	78	36	10-11-2015	25-07-2017

atlántica de Norteamérica durante su migración posterior a la reproducción, hasta eventualmente terminar en la costa del Pacífico de Chile durante el verano austral. Posteriormente, el regreso al norte se lleva a cabo por la Ruta Migratoria del Pacífico de las Américas (Senner 2012, Senner et al. 2014).

Se reconocen tres principales poblaciones reproductivas de *L. haemastica*: i) centro-sur y oeste de Alaska, ii) Bahía Hudson y iii) noroeste de Canadá (Senner 2012). Estas poblaciones comparten un patrón migratorio común, para luego segregarse durante su temporada no reproductiva en Patagonia (Senner 2012). Aquí se conforman tres poblaciones en Chile y Argentina: i) Isla de Chiloé y su entorno continental inmediato, ii) Bahías Lomas y San Sebastián en Tierra del Fuego y iii) Bahía Samborombón en la Provincia de Buenos Aires (Senner 2012, Senner et al. 2014).

El 99% de la población de *L. haemastica* que se reproduce en Alaska utiliza los humedales marinos de la Isla de Chiloé y su entorno continental inmediato en el sur de Chile (Andres et al. 2009), por lo que la disminución de la calidad de cualquier sitio de parada, pero especialmente los de la Isla de Chiloé, podría tener impactos perjudiciales en esta población (Senner et al. 2014). Las aves playeras migratorias y los hábitats de los que dependen están expuestos a una creciente variedad de amenazas, entre las que destacan: modificación del ambiente costero, especies invasoras, perturbaciones por actividades recreativas, acuicultura y cambio climático (Senner et al. 2017).

La ruta migratoria anual típica de *L. haemastica* es un circuito en el sentido de las agujas del reloj, con vuelos sin escalas de más de 10.000 km y siete días de duración durante sus migraciones hacia el norte, y vuelos de más de cinco días y 6.500 km durante sus migraciones hacia el sur (Senner et al. 2014). Esta ruta migratoria fue determinada por Senner et al. (2014) durante los años 2009-2012 al estudiar individuos reproductores en el río Beluga (Alaska), los cuales se detenían en el mismo conjunto de regiones cada año: Saskatchewan central (lugar de parada durante la migración hacia el sur); la cuenca amazónica, Colombia (sitio de escala durante la migración hacia el sur); la provincia de Buenos Aires, Argentina (lugar de escala durante la migración hacia el sur); la Isla de Chiloé, Chile (sitio no reproductivo), y Rainwater Basin, Nebraska (sitio de parada durante la migración hacia el norte). Sin embargo, en dicho estudio se utilizaron dispositivos registradores de ubicación con limitada precisión y exactitud (Senner et al. 2014). Por esto, ha sido necesario actualizar el estudio de la migración de *L. haemastica* mediante nueva tecnología disponible y poniendo especial atención en sus sitios de parada temporales.

Los objetivos del presente estudio fueron dos: i) contribuir a una mejor comprensión de la migración de *L. haemastica* y su fenología, y ii) identificar los sitios de parada durante su ciclo migratorio (años 2016-2017) entre Chiloé y Alaska mediante el seguimiento satelital de individuos capturados

en el humedal marino de Chullec, Isla de Chiloé, sur de Chile.

MÉTODOS

Entre los días 8 al 10 de noviembre de 2015, se realizaron capturas de *L. haemastica* en el humedal marino de Chullec (42°28'04,8"S; 73°32'21,6"W), ubicado en Isla Quinchao, archipiélago de Chiloé, región de Los Lagos, sur de Chile. Este humedal posee una superficie de 52 ha, con una planicie intermareal que se extiende hasta 0,7 km mar adentro, y es un sitio de importancia internacional para la conservación de aves playeras migratorias (Blanco & Galindo-Espinosa 2012). Las capturas fueron autorizadas por el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile mediante la resolución exenta 7447/2015.

Para las capturas, se utilizó el método *leg-noose*, que consiste en una línea (cuerda) de 30 m de largo, que contó con nudos corredizos de hilo de pesca (80 mm) cada 40 m (Chiozzi et al. 2015, Gratto-Trevor 2018). Se instalaron tres líneas en la zona utilizada para el descanso por *L. haemastica* en momentos de marea alta. Cada día, estas líneas estuvieron operando por un período de dos horas y, en total, se logró la captura de siete individuos.

Con base en el protocolo del grupo de marcaje de aves playeras migratorias de América del Norte (Gratto-Trevor 2018), a cada ejemplar se tomaron las siguientes medidas: peso ($\pm 0,01$ g), longitud de pico ($\pm 0,01$ mm), longitud de cabeza ($\pm 0,01$ mm) y longitud del ala derecha ($\pm 0,01$ mm). Siguiendo las mismas recomendaciones, de los siete individuos capturados dos fueron liberados por tener un peso menor a 200 g. El sexo de las aves fue determinado posteriormente según lo propuesto por Gherardi-Fuentes et al. (2020).

A cada ejemplar se le instaló un arnés con un transmisor satelital que, en conjunto (transmisor 5 g + arnés 1,3 g), representó menos del 3% del peso del animal. Se ha descrito que un peso mayor puede afectar negativamente la condición del ave (Weiser et al. 2016). Estos transmisores satelitales (Microwave Telemetry, PTT-100, peso: 5 g, dimensiones: 24 mm x 14 mm x 7,5 mm, y antena de 21 mm de largo), de recarga solar y precisión de 150 m, fueron programados para un ciclo de captura de datos 12 h de encendido – 24 h apagado. Luego de instalar los transmisores y verificar el buen estado de las aves (mediante observación directa de movimientos coordinados), estas fueron liberadas en el mismo lugar. Durante los siguientes cinco días, se hizo seguimiento de las aves en el humedal marino, con observaciones apoyadas por binoculares (16 x 50) y telescopio (40 x 60).

Los datos de los transmisores satelitales fueron descargados desde la plataforma virtual ARGOS (<http://www.argos-system.org/>). Así se obtuvo información sobre las distancias (km) y rutas recorridas por las aves (latitud y longitud), tiempos de cada movimiento (horas) y velocidad (km/h). Esta información fue sistematizada en tablas y mapas.

Tabla 2. Detalle de los sitios de parada utilizados por *L. haemastica* durante su ciclo migratorio en los años 2016 y 2017. Para cada individuo monitoreado (ID) se indica el lugar, su permanencia en el sitio (N.º de días), las fechas de llegada y partida, coordenadas geográficas del lugar, la ruta migratoria (hacia el norte o hacia el sur) en que fue utilizado el sitio y la ocurrencia o proximidad (< 5 km) de un área protegida.

ID	Lugar	Nº días	Fecha llegada	Fecha partida	Coordenadas geográficas	Ruta	Área protegida
660	Laguna Superior, Oaxaca, México	5	18-04-2017	23-04-2017	16°15'4,12" N; 94°45'34,78" W	Norte	No
660	Bahía Matagorda, Texas, USA	4	27-04-2017	01-05-2017	28°33'15,04" N; 96°11'9,73" W	Norte	No
660	Green Lake, Dakota del sur, USA	5	28-04-2016	03-05-2016	45°7'11,17" N; 99°57'17,39" W	Norte	Green Lake State Recreational Area
661	Cheyenne Bottoms, Kansas, USA	9	17-04-2016	26-04-2016	38°28'20,35" N; 98°39'51,94" W	Norte	Cheyenne Bottoms State Conservation Area, WHSRN US16 sitio hemisférico
662	McDonald Lake, Saskatchewan, Canadá	7	03-05-2017	10-05-2017	49°9'24,10" N; 103°9'13,75" W	Norte	Estevan-Cambria Wildlife Management Unit
663	Buffalo Narrows, Saskatchewan, Canadá	7	30-04-2016	07-05-2016	55°51'54,57" N; 108°42'8,38" W	Norte	No
662	Dry Pine Bay, Ontario, Canadá	4	10-05-2016	14-05-2016	59°8'39,96" N; 138°37'4,18" W	Norte	No
663	Trinity Greenbelt, Texas, USA	5	15-04-2016	20-04-2016	32°38'15,59" N; 96°38'36,83" W	Norte	No
663	Lac La Biche, Alberta, Canadá	5	09-05-2016	14-05-2016	54°55'40,62" N; 112°10'44,61" W	Norte	No
663	General Villegas, Buenos Aires, Argentina	83	25-04-2017	17-07-2017	34°53'22,35" S; 63°7'30,87" W	Norte?	No
660	Bittern Lake, Alberta, Canadá	10	07-07-2017	17-07-2017	53°2'32,68" N; 113°4'8,08" W	Sur	No
660	Meskanaw, Saskatchewan, Canadá	11	23-07-2017	03-08-2017	52°50'39,24" N; 105°2'35,13" W	Sur	Wildlife Protected Area, Saskatchewan
660	Muddy Lake, Saskatchewan, Canadá	5	26-07-2016	31-07-2016	52°19'33,85" N; 109°6'34,96" W	Sur	Próximo a Wildlife Protected Area, Saskatchewan
660	Big Quill Lake, Saskatchewan, Canadá	31	02-08-2016	02-09-2016	51°45'1,24" N; 104°34'12,34" W	Sur	Área Privada de Conservación, Saskatchewan Próximo a WHSRN CA 02
660	Kindersley, Saskatchewan, Canadá	4	21-07-2016	25-07-2016	51°36'19,48" N; 109°15'12,72" W	Sur	No
660	Sebeche, Sucre, Colombia	14	15-09-2016	29-09-2016	8°26'46,17" N; 75°3'21,21" W	Sur	No
660	Santa Rosa, Beni, Bolivia	5	08-10-2016	13-10-2016	13°31'48,27" S; 66°53'43,11" W	Sur	No
660	San Javier, Santa Fe, Argentina	5	15-10-2016	20-10-2016	30°22'17,52" S; 59°54'48,46" W	Sur	No
660	Laguna Setubal, Santa Fe, Argentina	4	21-10-2016	25-10-2016	31°22'22,79" S; 60°26'30,21" W	Sur	No
660	General Villegas, Buenos Aires, Argentina	4	26-10-2016	30-10-2016	35°8'41,34" S; 63°1'54,72" W	Sur	No
660	Río Senguer, Chubut, Argentina	7	01-11-2016	08-11-2016	44°59'46,69" S; 70°31'31,81" W	Sur	Próximo a Parque Protegido Municipal Shoonem
661	Bad Lake, Saskatchewan, Canadá	4	06-07-2016	10-07-2016	51°22'27,99" N; 108°26'12,30" W	Sur	Próximo a Wildlife Protected Area, Saskatchewan
661	Last Mountain Lake, Saskatchewan, Canadá	4	19-07-2016	23-07-2016	51°15'40,39" N; 105°16'3,46" W	Sur	Área protegida Last Mountain Lake Bird Sanctuary Próximo a WHSRN CA03 Last Mountain Lake
661	Clearwater Lake, Saskatchewan, Canadá	4	13-07-2016	17-07-2016	50°53'1,11" N; 107°56'15,45" W	Sur	Próximo a Wildlife Protected Area, Saskatchewan
661	Vanguard, Saskatchewan, Canadá	13	24-07-2016	06-08-2016	49°52'26,41" N; 107°20'25,05" W	Sur	No
662	Prairiedale, Saskatchewan, Canadá	4	04-07-2017	08-07-2017	51°42'16,116" N; 109°25'56,51" W	Sur	No
662	Nokomis, Saskatchewan, Canadá	43	12-07-2016	24-08-2016	51°27'6,91" N; 105°4'27,66" W	Sur	Próximo a Last Mountain Lake National Wildlife Area
662	Loretta Lake, Wisconsin, USA	14	20-07-2017	03-08-2017	48°5'14,06" N; 98°12'49,96" W	Sur	No
662	La Prevención, Arauca, Colombia	10	30-08-2016	09-09-2016	6°33'26,82" N; 70°28'52,39" W	Sur	Próximo a Distrito Natural de Manejo Cinaruco
662	Laguna Cueva del Tigre, Santa Fe, Argentina	4	14-09-2016	18-09-2016	29°21'39,49" S; 60°52'3,68" W	Sur	No
663	Porcher island, British Columbia, Canadá	8	04-07-2016	12-07-2016	53°50'32,87" N; 130°29'13,79" W	Sur	Área protegida Gitxaalanii Luutiksm, Kitkatla
663	Kutawan Lake, Saskatchewan, Canadá	5	19-07-2016	03-09-2016	51°36'30,67" N; 104°44'8,44" W	Sur	Área protegida Mount Hope-Prairie Rose
663	Sinamaica, Zulia, Venezuela	9	08-09-2016	17-09-2016	10°59'40,34" N; 71°53'55,32" W	Sur	No
663	Maraa, Amazonas, Brasil	9	23-09-2016	02-10-2016	2°10'15,78" S; 65°12'15,66" W	Sur	Próximo a Sitio Ramsar Río Negro
663	Río Paragua, Santa Cruz, Bolivia	6	04-10-2016	10-10-2016	13°40'11,96" S; 61°40'0,41" W	Sur	No
663	Riada Victoria, Entre Ríos, Argentina	9	16-10-2016	25-10-2016	32°53'41,56" S; 60°0'33,58" W	Sur	Reserva Natural Islas Victoria

Tanto para la determinación de la ruta como para la identificación de los sitios de parada se utilizaron solamente las geolocalizaciones provistas por Argos, clase G, 3, 2 y 1, que tienen un error de < 100 m, < 250 m, < 500 m y < 1500 m, respectivamente (Argos 2016).

De manera arbitraria, consideramos como sitio de parada aquellos lugares donde las aves permanecieron cuatro días o

más y utilizamos para su ubicación una coordenada central de referencia a las geoposiciones entregadas por los transmisores junto a la toponimia local más próxima. Para este análisis se utilizó la información de horas asociadas a cada geolocalización proporcionada por Argos. Los análisis espaciales y la cartografía fueron realizados utilizando la plataforma ArcGIS 10.5 (ESRI Inc., Redlands, CA, USA).

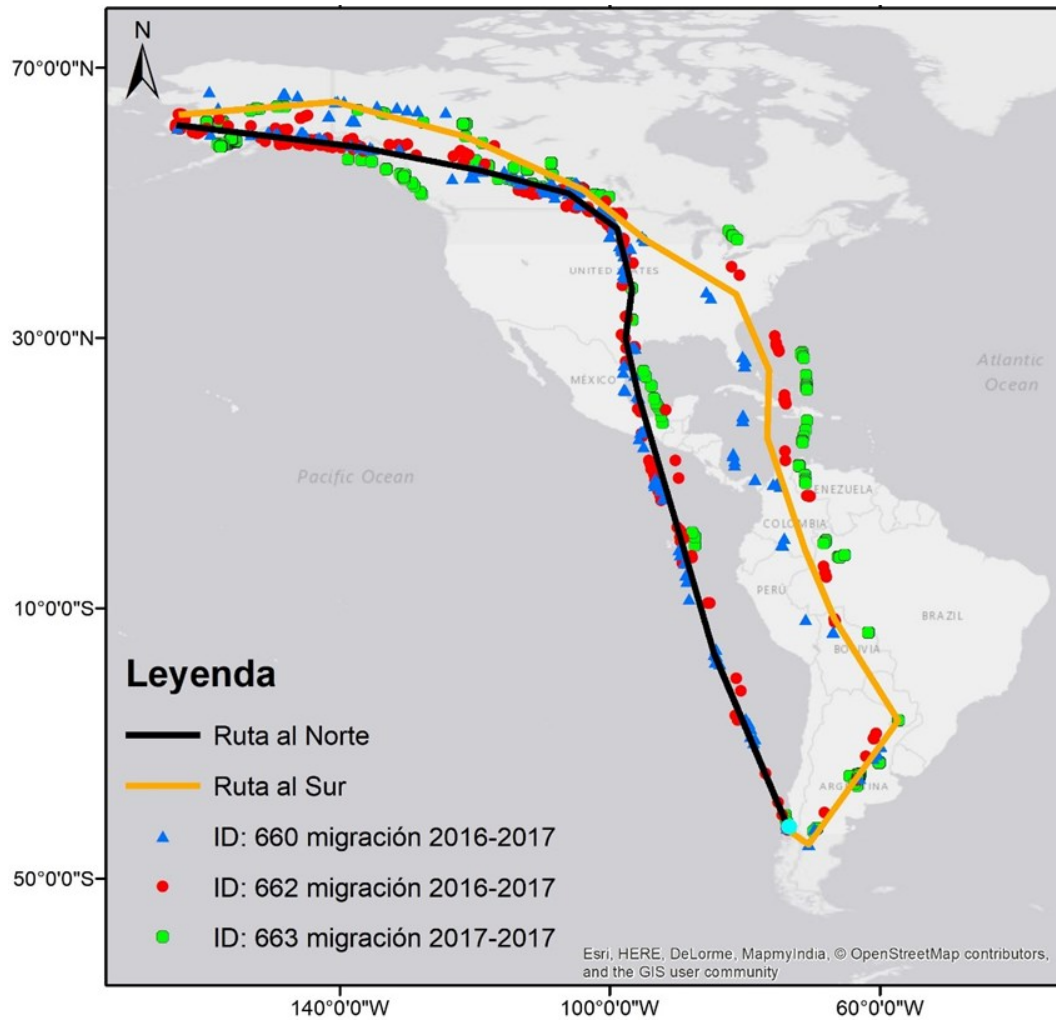


Figura 1. Ruta migratoria realizada por cuatro individuos de *Limosa haemastica*, estudiados durante 2016 y 2017 y capturados en el humedal marino de Chullec, Chiloé, Chile.

Para identificar la co-ocurrencia de áreas protegidas en los sitios de parada a lo largo de la ruta migratoria realizada por las aves, se utilizaron las coberturas disponibles de información espacial sobre áreas protegidas a nivel global (UNEP-WCMC & IUCN 2021). También se utilizaron las coberturas disponibles de información espacial sobre áreas protegidas a nivel de país, como The Canadian Protected and Conserved Areas Database, The Protected Areas Database of the United States, la Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales y del Distrito Federal de México, y la base de datos disponible en Parques Nacionales de Colombia (Bezaury-Creel et al. 2009, USGS 2018).

RESULTADOS

Logramos la instalación de transmisores satelitales en cinco individuos de *L. haemastica*, cuyos detalles y mediciones corporales se presentan en la Tabla 1. De estas aves, se perdió la transmisión del individuo 659 antes de comenzar la migración hacia el norte. Los cuatro individuos monitoreados (tres hembras y un macho) comenzaron su vuelo migratorio hacia el hemisferio norte entre el 8 y el 13 de abril de 2016. Estos individuos volaron sin parar desde el humedal marino de Chullec hasta la Bahía Matagorda (en Texas, Estados Unidos) sobre el océano Pacífico (Figura 1). En este vuelo sin paradas, las aves recorrieron una distancia media de $8.245,9 \pm 318$ km en un tiempo promedio de $5,26 \pm 0,95$ días.

En adelante, las aves continuaron su viaje hacia el norte, realizando una serie de paradas por el centro de Estados Unidos y el suroeste de Canadá, hasta llegar al suroeste de Alaska entre el 5 y el 18 de mayo 2016 (Figura 1). En este último tramo, las aves recorrieron una distancia media de $6.797 \pm 1.039,5$ km en un tiempo promedio de $28 \pm 3,9$ días. Luego de pasar un tiempo promedio de $60 \pm 14,4$ días en la zona de reproducción, las aves comenzaron su vuelo de migración hacia el sur entre el 27 de junio y 15 de julio de 2016. Volaron sobre el centro de Alaska, cruzando Canadá y el noroeste de Estados Unidos, y luego cruzaron el Caribe, sobrevolando la isla de Cuba, hasta llegar a Venezuela y Colombia (Figura 1). Desde aquí, continuaron hacia el sur, atravesando la amazonia de Brasil, Bolivia y Paraguay, y continuar por el centro de Argentina para cruzar la cordillera de Los Andes y llegar al archipiélago de Chiloé en el sur de Chile (Figura 1). En su viaje al sur, las aves ($N=3$) recorrieron una distancia media de $16.518,9 \pm 359,9$ km en un tiempo promedio de $108,3 \pm 19$ días, y llegaron a Chiloé entre el 23 de septiembre y 10 de noviembre de 2016. Durante el viaje desde Alaska al archipiélago de Chiloé, se perdió la transmisión del individuo 661 (Tabla 1).

Los tres individuos, cuyos transmisores continuaron en funcionamiento, permanecieron en diferentes humedales marinos del archipiélago de Chiloé y sus alrededores. Estas aves comenzaron su vuelo migratorio hacia el hemisferio norte entre el 9 y 22 de abril de 2017. Sin embargo, el indivi-

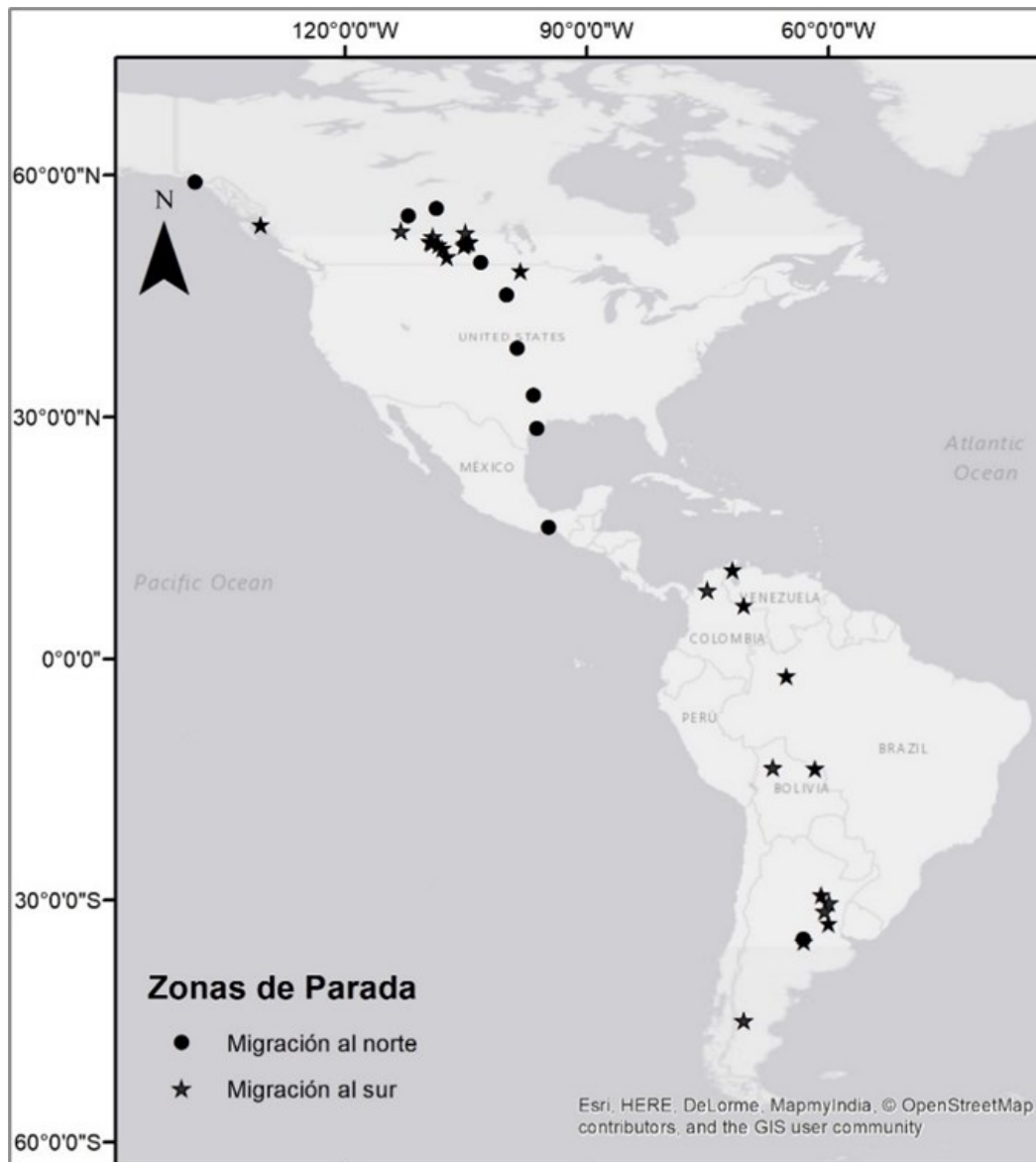


Figura 2. Ubicación espacial de los sitios de parada utilizados por cuatro individuos de *L. haemastica* durante su migración en los años 2016 y 2017.

duo 663 voló sin parar desde Chiloé hasta los humedales cercanos al poblado de General Villegas en Argentina, en un trayecto de 1.230,61 km, en un viaje completamente distinto al realizado el año anterior. Dicha ave se mantuvo en esta zona durante 83 días, hasta que el dispositivo dejó de transmitir (Tabla 1). Los otros dos individuos continuaron transmitiendo información y siguieron una ruta migratoria similar a la del año anterior (Figura 1). Volaron sin parar desde el humedal de Chullec hasta la Laguna Superior Oaxaca en México (individuo 660) y hasta Kansas en Estados Unidos (individuo 662), para una distancia aproximada de 6.937,4 km (en un tiempo de 5,3 días) y 9.485,6 km (en un tiempo de 7,1 días), respectivamente.

En adelante, las aves continuaron su vuelo hacia Alaska en un patrón migratorio similar al realizado el año anterior (Figura 1). El individuo 660 llegó a Alaska el día 16 de mayo y el individuo 662 el 22 de mayo de 2017. Permanecieron en Alaska durante su temporada reproductiva y comenzaron su vuelo migratorio hacia el sur los días 1 y 2 de julio 2017, respectivamente. Durante su viaje hacia el sur, los dispositivos de ambos individuos dejaron de transmitir (Tabla 1).

Con base en las tres aves que completaron el ciclo migratorio, se pudo establecer que la distancia promedio anual

recorrida en su ruta migratoria fue de $31.271,7 \pm 459,6$ km. En cuanto al tiempo total utilizado por estas aves durante las diferentes etapas de un ciclo migratorio promedio, el 43% de su tiempo permanecieron en Chiloé, el 31% migrando hacia el sur, el 17% en Alaska y el 9% migrando hacia el norte.

Por otra parte, se identificaron los diferentes sitios de parada utilizados por *L. haemastica* en sus rutas de migración hacia el norte y sur (Figura 2). Para la ruta migratoria completa, se identificaron 35 sitios de parada, de los cuales 10 fueron utilizados en la migración hacia el norte y 25 en la migración hacia el sur (Tabla 2). Entre estos sitios, se destacan humedales ubicados en la región de Saskatchewan en Canadá, en nacientes de la cuenca amazónica, en el centro de Argentina y en el centro de Estados Unidos (Tabla 2, Figura 2).

De los 35 sitios de parada identificados, el 45,7% (16) se encuentra bajo alguna figura de protección (Tabla 2). De estos, solo tres forman parte de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras Migratorias (RHRAP), o WHSRN por sus siglas en inglés (Tabla 2).

Finalmente, el mayor número de sitios de parada utilizados por las aves monitoreadas fue en Canadá, seguido por Estados Unidos y Argentina (Figura 3). De igual manera, los

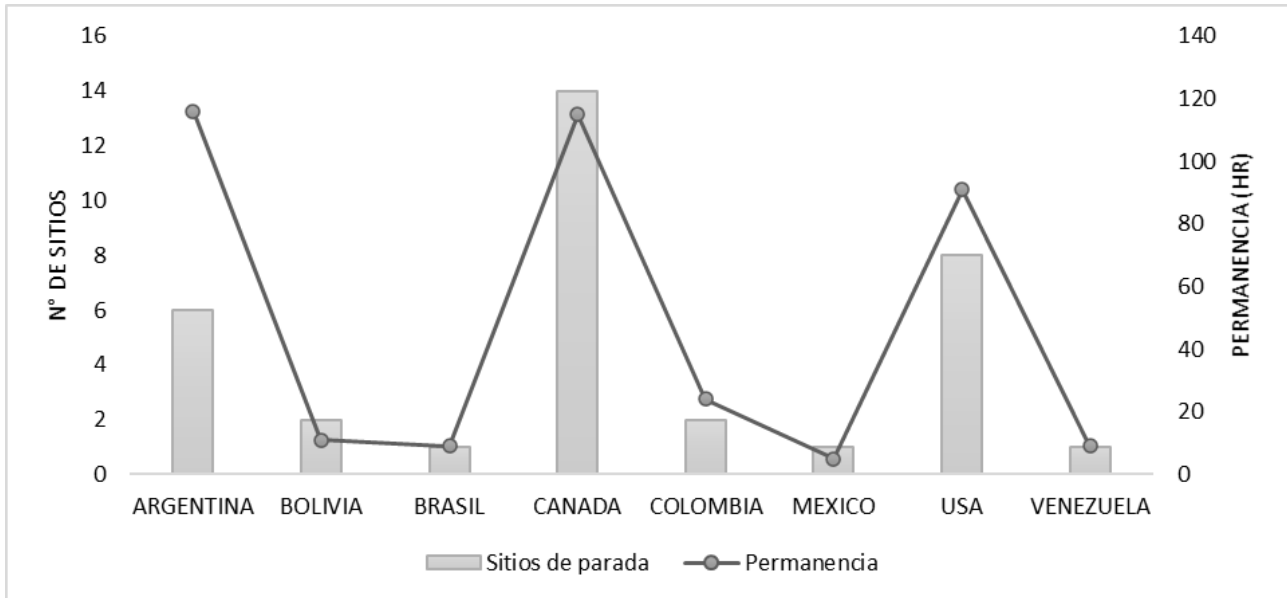


Figura 3. Número de sitios de parada de *L. haemastica* por país y tiempo de permanencia (sumatoria del N.º de horas) en cada lugar, identificados mediante el seguimiento de la migración de cuatro individuos durante 2016 y 2017.

mayores tiempos de permanencia ocurrieron en dichos países (Figura 3), aunque para Argentina el tiempo de permanencia estuvo influenciado por el individuo 663, que el año 2017 no migró al hemisferio norte, sino que voló hacia los humedales de General Villegas en la provincia de Buenos Aires.

DISCUSIÓN

En los dos años de monitoreo, las aves mostraron un patrón migratorio similar en cuanto a las rutas realizadas. Comenzaron su vuelo migratorio desde el archipiélago de Chiloé (mes de abril) y volaron sin parar sobre el océano Pacífico hasta el sur de América del Norte. Luego continuaron su vuelo hacia el norte, realizando una seguidilla de paradas en Estados Unidos y Canadá, hasta llegar en mayo a su zona de nidificación en Alaska. Después de la estación reproductiva, las aves comenzaron su vuelo migratorio a inicios de julio hacia el sur, atravesando Canadá y el noreste de Estados Unidos, y volando sobre el Caribe hasta llegar a Venezuela y Colombia. En adelante, continuaron su vuelo por el centro de América del Sur hasta la Patagonia Argentina, para cruzar la Cordillera de Los Andes y llegar al archipiélago de Chiloé a comienzo de la primavera austral. Nuestros resultados corroboran que, en su migración hacia el norte, *L. haemastica* utiliza la Ruta Migratoria del Pacífico de las Américas, similar a lo descrito por Senner et al. (2014).

En cuanto al tiempo total utilizado por las aves durante las diferentes etapas de un ciclo anual promedio, la mayor parte de su tiempo (43%) permanecieron en el archipiélago de Chiloé, seguido por la duración de su migración hacia el sur (31%), el período de nidificación en Alaska (17%) y su rápida migración hacia el norte (9%). El archipiélago de Chiloé ocupa una ubicación estratégica en la Ruta Migratoria del Pacífico de las Américas, lo que proporciona áreas de alimentación para miles de aves playeras migratorias (Andres et al. 2009, Senner et al. 2014, García-Walther 2016, Navedo et al. 2019). Durante el verano austral, esta área alberga las poblaciones no reproductoras más grandes de diferentes especies de aves playeras que se reproducen en América del Norte y

pasan la temporada no reproductiva en la costa del Pacífico sur de América (Andres et al. 2009, Senner et al. 2014, García-Walther 2016, Navedo et al. 2019). En particular, el archipiélago de Chiloé alberga cerca de 21.000 *L. haemastica* y 5.000 *Numenius phaeopus*, entre otras aves playeras migratorias y residentes, algunas de las cuales son motivo de preocupación para la conservación mundial (Andres et al. 2009, García-Walther 2016, Navedo & Gutiérrez 2019).

Para el ciclo migratorio completo, se identificaron más de 30 sitios de parada relevantes para *L. haemastica*, la mayoría utilizados durante su migración hacia el sur. Similar a lo registrado por Senner et al. (2014), los humedales ubicados en el centro de Saskatchewan, nacientes de la cuenca amazónica y costa de la provincia de Buenos Aires, son importantes sitios de parada de *L. haemastica*. El presente estudio identificó con mayor detalle la ubicación de estos sitios; por ejemplo, para la provincia de Saskatchewan se reconocimos 13 sitios de paradas importantes para la especie. También se identificaron nuevos sitios de parada relevantes para *L. haemastica*, como los humedales ubicados en el medio oeste de Estados Unidos (Kansas, Dakota del Sur, Wisconsin), en la provincia de Santa Fe en Argentina y la Amazonia de Bolivia.

Los humedales de la provincia de Saskatchewan en Canadá son reconocidos sitios de importancia hemisférica, internacional y regional para la RHRAP dada la considerable abundancia de aves playeras migratorias, entre las que se destacan *L. haemastica*, *Charadrius melodus*, *Calidris alba*, *Calidris canutus*, *Calidris himantopus*, *Calidris fuscicollis*, *Arenaria interpres*, *Calidris bairdii*, entre otras (McKellar et al. 2020). Estos humedales forman parte del ecosistema de grandes llanuras (Prairie Pothole Region en inglés) que se extiende hasta el medio oeste de Estados Unidos, donde también se identificaron sitios de parada relevantes para *L. haemastica*. Esta última región se caracteriza por contener una alta densidad (40/km²) de pequeños humedales (<0,5 ha), considerados de importancia crítica para las aves playeras migratorias (Niemuth et al. 2006, Gillespie & Fontaine 2017).

Por otra parte, los diversos ecosistemas de pastizales en América del Sur son utilizados por aves migratorias que se desplazan entre paisajes boscosos, puna y páramo andino,

llanos tropicales y pampas templadas (Jahn et al. 2017). Por estos ambientes, *L. haemastica* se desplaza hacia el sur y utiliza sitios de parada ubicados en la zona alta de la cuenca amazónica (Colombia, Brasil, Bolivia, Paraguay) hasta alcanzar las pampas inundadas de Argentina, especialmente aquellas cercanas a la costa de la provincia de Buenos Aires (Blanco et al. 2006, Senner et al. 2014, Codesido & Bilenca 2021). En esta última zona se identificó el mayor número de sitios de parada de *L. haemastica* en Argentina. Continuando su migración hacia el sur, alcanza la provincia de Santa Cruz y utiliza como sitios de parada el estuario del río Gallegos (Ferrari et al. 2002, Lizarralde et al. 2010) y humedales andinos (Roesler & Imberti 2015), para atravesar la cordillera de Los Andes y llegar al archipiélago de Chiloé.

El único vuelo distinto al patrón migratorio determinado para *L. haemastica* fue el realizado por el individuo 663 que, durante abril de 2017, voló sin parar desde el archipiélago de Chiloé hasta los humedales de General Villegas en Argentina, donde permaneció 83 días en la zona hasta que el dispositivo dejó de transmitir. Es probable que el viaje realizado por esta ave responda a la conducta de un individuo sobreveraneante (Martínez-Curci et al. 2020, Navedo & Ruiz 2020), ante lo cual estos humedales pueden ser una potencial área no reproductiva de veraneo para la especie. Sin embargo, se requiere un mayor esfuerzo de investigación para aclarar el rol ecológico y valor de conservación de esta ave playera.

La mayoría (54,3%) de los sitios de parada identificados para *L. haemastica* no poseen figuras de protección para la conservación de la naturaleza. Por ello, los presentes resultados entregan un insumo de importancia para la definición espacial de estrategias de investigación y conservación de aves playeras migratorias a nivel continental. Es recomendable promover el monitoreo a largo plazo de estos sitios de parada y su gestión para la conservación de la naturaleza, especialmente para los sitios de parada utilizados luego de volar tramos oceánicos sin parar, como los humedales identificados en la zona sur de Texas en Estado Unidos (durante su migración hacia el norte), en el estado Zulia en Venezuela y en el departamento de Sucre en Colombia (durante su migración hacia el sur).

Finalmente, es necesario fortalecer marcos de colaboración internacional para el estudio y conservación de *L. haemastica* a lo largo de la Ruta Migratoria del Pacífico de las Américas, asumiendo un enfoque de interdependencia entre los sitios de parada. Además, esta especie presenta una oportunidad para establecer vínculos de identidad entre las naciones del continente americano.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Manomet Center for Conservation Sciences y la Fundación David and Lucile Packard por el apoyo permanente para sostener actividades de conservación y monitoreo en Chiloé y Maullín. A Fletcher Smith por su apoyo en la captura e instalación de los transmisores satelitales, y también a Teri y Ken Pulvino por su significativo aporte para el monitoreo satelital de *L. haemastica* en Chiloé durante los años 2015-2017. JA Cursach agradece al proyecto FONDECYT Postdoctorado N° 3210262. A dos revisores anónimos de Ornitología Neotropical y a Carlos Bosque por sus aportes a la mejora del manuscrito.

REFERENCIAS

- Ahola, MP, T Laaksonen, T Eeva & E Lehtikainen (2007) Climate change can alter competitive relationships between resident and migratory birds. *Journal of Animal Ecology* 76: 1045–1052.
- Andres, BA, JA Johnson, J Valenzuela, RI Morrison, LA Espinosa & RK Ross (2009) Estimating eastern Pacific coast populations of Whimbrels and Hudsonian Godwits, with an emphasis on Chiloé Island, Chile. *Waterbirds* 32: 216–224.
- Argos (2016) *User's Manual*. Available at argos-system.org/wp-content/uploads/2016/08/r363_9_argos_users_manualv1.6.6.pdf [Accessed 25 March 2021]
- Battley, PF, N Warnock, TL Tibbitts, RE Gill, T Piersma, CJ Hassell, DC Douglas, DM Mulcahy, BD Gartrell & AC Riegen (2012) Contrasting extreme long-distance migration patterns in bar-tailed godwits *Limosa lapponica*. *Journal of Avian Biology* 43: 21–32.
- Bezaury-Creel, JE, JF Torres, LM Ochoa-Ochoa, M Castro-Campos & N Moreno (2009) *Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales y del Distrito Federal de México*. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, DF, México.
- BirdLife International (2016) *Limosa haemastica*. The IUCN Red List of Threatened Species. Available at <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22693154A93386036.en> [Accessed 5 November 2021].
- Blanco, DE & D Galindo-Espinosa (2012) *Plan de recuperación de aves playeras en la Patagonia*. Red Hemisférica de Reserva de Aves Playeras, Buenos Aires, Argentina.
- Blanco, DE, P Yorio, PF Petracci & G Pugnali (2006) Distribution and abundance of non-breeding shorebirds along the coasts of the Buenos Aires Province, Argentina. *Waterbirds* 29: 381–390.
- Buehler, DM & T Piersma (2007) Travelling on a budget: Predictions and ecological evidence for bottlenecks in the annual cycle of long-distance migrants. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363: 247–266.
- Chiozzi, G, GD Marchi & M Fasola (2015) A modified leg-noose trap for Crab-plovers (*Dromas ardeola*) at burrow nests. *The Wilson Journal of Ornithology* 127: 339–343.
- Codesido, M & D Bilenca (2021) Avian assemblages associated with different grasslands managements in cattle production systems in the pampas of Argentina. *Perspectives in Ecology and Conservation* 19: 464–474.
- Ferrari, S, C Albrieu & P Gandini (2002) Importance of the Rio Gallegos estuary, Santa Cruz, Argentina, for migratory shorebirds. *Bulletin Wader Study Group* 99: 35–40.
- García-Walther, J (2016) Abundance, distribution and habitat use of shorebirds in the coast of Chile. M.Sc. thesis, Georg-August-Universität, Göttingen, Germany.
- Gherardi-Fuentes, C, J Ruiz, C Verdugo & JG Navedo (2020) Male-biased adult sex ratio in non-breeding areas of an extreme long-distance migratory shorebird population. *Acta Oecologica* 105: 103560.
- Gill, RE, T Piersma, G Hufford, R Servranckx & A Riegen (2005) Crossing the ultimate ecological barrier: evidence for an 11 000-km-long nonstop flight from Alaska to New Zealand and eastern Australia by bar-tailed godwits. *The Condor* 107: 1–20.
- Gillespie, CR & JJ Fontaine (2017) Shorebird stopover habitat decisions in a changing landscape. *The Journal of Wildlife Management* 81: 1051–1062.
- Gratto-Trevor, CL (2018) *The North American bander's manual for shorebirds*. North American Banding Council Publication Committee. Available at <http://www.nabanding.net/> [Accessed 7 March 2021]
- Jahn, AE, V Bejarano, VR Cueto, AS Di Giacomo, CS Fontana (2017) Movement ecology research to advance conservation of South America's grassland migratory birds. *Perspectives in Ecology and Conservation* 15: 209–215.
- Lizarralde, Z, S Ferrari, S Pittaluga & C Albrieu (2010) Seasonal abun-

- dance and trophic ecology of Hudsonian Godwit (*Limosa haemastica*) at Río Gallegos estuary (Patagonia, Argentina). *Ornitología Neotropical* 21: 283–294.
- Martínez-Curci, NS, JP Isacch, VL D'Amico, P Rojas & GJ Castresana (2020) To migrate or not: drivers of over-summering in a long-distance migratory shorebird. *Journal of Avian Biology* 51: e02401.
- McKellar, AE, Y Aubry, MC Drever, CA Friis, CL Gratto-Trevor, J Paquet, C Pekarik & PA Smith (2020) Potential Western Hemisphere Shorebird Reserve Network sites in Canada: 2020 update. *Wader Study* 127: 102–112.
- NABCI (2016) *State of North America's Birds 2016, Species Assessment Summary and Watch List*. Available at <http://www.stateofthebirds.org/2016/resources/species-assessments/> [Accessed 5 May 2021]
- Navedo, JG & JS Gutiérrez (2019) Migratory connectivity and local site fidelity in red knots on the southern Pacific coast of South America. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 29: 670–675.
- Navedo, JG & J Ruiz (2020) Oversummering in the southern hemisphere by long-distance migratory shorebirds calls for reappraisal of wetland conservation policies. *Global Ecology and Conservation* 23: e01189.
- Niemuth, ND, ME Estey, RE Reynolds, CR Loesch & WA Meeks (2006) Use of wetlands by spring-migrant shorebirds in agricultural landscapes of North Dakota's drift prairie. *Wetlands* 26: 30–39.
- Piersma, T & Å Lindström (2004) Migrating shorebirds as integrative sentinels of global environmental change. *Ibis* 146: 61–69.
- Roesler, I & S Imberti (2015) Abundance and habitat use of Nearctic shorebirds in the highland lakes of western Santa Cruz province, Argentinean Patagonia. *Waterbirds* 38: 86–91.
- Senner, NR (2012) One species but two patterns: populations of the Hudsonian Godwit (*Limosa haemastica*) differ in spring migration timing. *The Auk* 129: 670–682.
- Senner, NR, WM Hochachka, JW Fox & V Afanasyev (2014) An exception to the rule: carryover effects do not accumulate in a long-distance migratory bird. *PLoS ONE* 9: e86588.
- Senner, SE, BA Andres & HR Gates (Eds.) (2017) *Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas*. National Audubon Society, Nueva York. Available at <http://www.shorebirdplan.org>. [Accessed 5 November 2021].
- Swift, RJ, AD Rodewald, JA Johnson, BA Andres & NR Senner (2020) Seasonal survival and reversible state effects in a long-distance migratory shorebird. *Journal of Animal Ecology* 89: 2043–2055.
- UNEP-WCMC & IUCN (2021) *Protected planet: The world database on protected areas and world database on other effective area-based conservation measures*. Cambridge. Available at <http://www.protectedplanet.net>. [Accessed 3 May 2021].
- USGS (2018) *Protected areas database of the United States*. U.S. Geological survey gap analysis project. Available at <https://doi.org/10.5066/P955KPLE> [Accessed 03 May 2021]
- Weiser, EL, RB Lanctot, SC Brown, JA Alves, PF Battley, R Bentzen, J Bety, MA Bishop, M Boldenow, L Bollache, B Casler, et al. (2016) Effects of geolocators on hatching success, return rates, breeding movements, and change in body mass in 16 species of Arctic-breeding shorebirds. *Movement Ecology* 4: 4–12.