



MONITOREO DE AVES PLAYERAS MIGRATORIAS
Limosa haemastica Y *Numenius phaeopus* EN
HUMEDALES DE LA RED HEMISFÉRICA DE
RESERVAS PARA AVES PLAYERAS MIGRATORIAS
MARZO 2021



Claudio Delgado Rodríguez - Jaime Cursach Valenzuela - Luis Espinosa Galleguillos - Ana Pfeifer Vargas - Jaime Cárdenas Sanchez - José Cárdenas Vejar (2021). Monitoreo de aves playeras migratorias *Limosa haemastica* y *Numenius phaeopus* en humedales de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras Migratorias en Chiloé y Maulín. Fundación Conservación Marina. Marzo 2021.

INDICE

1. Introducción	● ● ● ● ● ● ● ● ●	4
2. Abundancia estacional de Zarapito de Pico Recto (<i>Limosa haemastica</i>) y Zarapito común (<i>Numenius phaeopus</i>) en los humedales marinos de Curaco de Veléz y Chullec, isla Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile	● ● ● ● ● ● ● ● ●	6
3. Abundancia estacional de Zarapito de Pico Recto (<i>Limosa haemastica</i>) y Zarapito común (<i>Numenius phaeopus</i>) en humedales costeros del santuario de la naturaleza humedales del río Maullín, sur de Chile	● ● ● ● ● ● ● ● ●	14
4. Uso de sitios por el Zarapito de Pico Recto (<i>Limosa haemastica</i>), mediante monitoreo satelital, durante temporadas no reproductivas, en el sur de Chile.	● ● ● ● ● ● ● ● ●	20
5. Conclusiones y recomendaciones	● ● ● ● ● ● ● ● ●	28
6. Agradecimientos	● ● ● ● ● ● ● ● ●	31
7. Referencias bibliográficas	● ● ● ● ● ● ● ● ●	32

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe sistematiza la información obtenida en los sitios de los sitios Curaco de Vélez y Chullec entre los años 2010 y 2020, y entre los años 2015 y 2020 para los sitios ubicados en los humedales de Maullín, todos parte de la Red Hemisférica de Reservas para aves Playeras desde el año 2011 y 2016, respectivamente.

Adicionalmente, se integra en este informe los resultados de monitoreos utilizando dispositivos satelitales de alta precisión de 9 individuos marcados, 5 en el humedal de Chullec en el año 2015 y otros 4 en los humedales del Maullín en el año 2020.

La información se entrega en tres capítulos donde se abordan de manera consecutiva los patrones estacionales de abundancia mostrados por el Zarapito de Pico Recto (*Limosa haemastica*), la especie emblemática y principal objeto de conservación, y de Zarapito (*Numenius phaeopus*), ambas especies de larga migración inter hemisférica.

Estos resultados constituyen un aporte relevante obtenido en este proceso de conservación de largo plazo y permiten aumentar el conocimiento de estas especies migratorias en su temporada no reproductiva, pero también apoyarán la toma de decisiones de conservación y educación ambiental para la comunidad local y tomadores de decisión.

Este documento representa un esfuerzo de monitoreo permanente de 10 años, que ha acompañado al proceso de conservación de estos sitios críticos para la conservación de aves playeras migratorias, liderado por la Fundación Conservación Marina en estos humedales marinos de Chiloé y Maullín, con el permanente apoyo de la Fundación David y Lucile Packard, el Manomet Center for Conservation Sciences, el Fondo Canadiense para la Conservación Internacional y diferentes socios locales que se han sumado a estos esfuerzos de conservación.



2. ABUNDANCIA ESTACIONAL DE ZARAPITO DE PICO RECTO (*Limosa haemastica*) Y ZARAPITO COMÚN (*Numenius phaeopus*) EN LOS HUMEDALES MARINOS DE CURACO DE VELÉZ Y CHULLEC, ISLA QUINCHAO, ARCHIPIÉLAGO DE CHILOÉ, SUR DE CHILE

2.1 INTRODUCCIÓN

El tamaño de la población (i.e., número de individuos en un tiempo y espacio determinado) propiedad emergente de varios mecanismos como el nacimiento, mortalidad, reproducción y la dispersión de individuos un misma especie (Bradshaw & Brook 2010). Una de las preguntas más comunes y simples que hacen los(as) biólogos(as) de la conservación es si una población está en tendencia o estacionaria. De hecho, uno de los principales criterios utilizados por la Lista Roja de IUCN para definir una especie como amenazada (i.e., vulnerable, en peligro o en peligro crítico) es su tasa de disminución¹. Como tal, determinar de manera confiable tanto la dirección de la tendencia (i.e., si está disminuyendo, para resaltar la preocupación por la conservación, o si aumenta, para indicar una recuperación exitosa) y cuantificar la tasa de cambio, son objetivos centrales de la biología de la conservación (Bradshaw & Brook 2010).

El Zarapito de Pico Recto (*Limosa haemastica*) y el Zarapito común (*Numenius phaeopus*) son aves playeras migratorias identificadas como especies de gran preocupación para la conservación en América del Norte (NABCI 2016). Estas designaciones se deben al pequeño tamaño y declive de sus poblaciones, las distribuciones restringidas de reproducción y no reproducción (particularmente para *L. haemastica*), y fuertes amenazas durante su temporada no reproductiva (Johnson *et al.* 2007, Andres *et al.* 2009). Ambas especies nidifican en las tundras de la región ártica de Norteamérica (i.e., Alaska y Canadá), durante el verano boreal, y a la llegada del otoño, migran hacia el cono sur de Sudamérica, en una de las migraciones más largas conocidas entre las aves (BirdLife International 2016). En este contexto, la Isla grande de Chiloé (42°S; 73°W) ubicada en el sur de Chile, alberga fracciones muy relevantes de *L. haemastica* y *N. phaeopus* (99% y 61%, respectivamente), correspondientes a sus poblaciones biogeográficas que pasan la temporada no reproductiva en las costas del Pacífico austral (Andres *et al.* 2009).

Diferentes esfuerzos internacionales han permitido esclarecer las rutas migratorias y sitios de importancia para la conservación de estas aves playeras migratorias. Así, *L. haemastica* mantiene poblaciones reproductoras en el Ártico americano, que permanecen asimismo segregadas durante la época no reproductiva en el hemisferio sur (Senner 2010). La población de la Bahía de Hudson se desplaza hasta Tierra del Fuego, y por su parte, la de Alaska hacia el archipiélago de Chiloé (Senner *et al.* 2014). Mientras que para *N. phaeopus*, se ha indicado que la subespecie *N. p. hudsonicus* se distribuye principalmente en el continente americano, y de manera similar a *L. haemastica*, posee dos poblaciones reproductivas: una occidental en Alaska y el noroeste de Canadá, y otra oriental al oeste y sur de la Bahía de Hudson (Senner *et al.* 2017). Luego de su reproducción, esta ave migra al sur donde habita las costas Pacífica y Atlántica, alcanzando hasta el extremo sur de Chile y Argentina (García-Walther *et al.* 2017).

Dentro de las acciones identificadas como apremiantes para el futuro de la conservación de ambas especies de aves playeras migratorias, comprender de mejor manera la situación de ambas especies, la determinación del tamaño y tendencia de sus poblaciones continúan siendo aspectos importantes de comprender (Johnson *et al.* 2007, Delgado *et al.* 2010, Senner *et al.* 2017). Sin embargo, los diferentes esfuerzos por estimar la situación poblacional de ambas especies en la Isla grande Chiloé, sur de Chile, son considerados como muestras "instantánea" o "fotografía" de lo observado en un cierto momento y lugar (CECPAN 2018). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue estimar las abundancias estacionales de *L. haemastica* y *N. phaeopus*, junto a sus tendencias poblacionales a lo largo de 10 años, en humedales marinos de Curaco de Vélez y Chullec, en Isla Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile.

2.2 METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio:

El archipiélago de Chiloé y en lo particular la Isla de Quinchao, cuenta con una amplia red de humedales costeros y terrestres insulares, que además de los beneficios otorgados al ser humano, constituyen hábitat para componentes importantes del patrimonio natural, como es el caso de las aves playeras migratorias (Conservación Marina 2015). Dentro de Isla Quinchao se ubica la comuna de Curaco de Velez, territorio que durante la última década ha desarrollado actividades de conservación y desarrollo de ecoturismo local en los humedales marinos de Chullec, Palqui, Changüitad y Curaco de Vélez². De estos, los humedales marinos de Chullec y Curaco de Vélez son los sitios de mayor concentración poblacional de *L. haemastica* y *N. phaeopus* en la comuna (Conservación Marina 2015).

Los humedales marinos de Chullec (42,469°S; 73,539°W) y Curaco de Vélez (42,439°S; 73,606°O) integran una diversidad de componentes abióticos y bióticos que interactúan en una dinámica propia, de productividad biológica, sistemas socio-ecológicos, y una biodiversidad de relevancia internacional (Delgado *et al.* 2013, Conservación Marina 2016). Estos humedales marinos son reconocidos como sitios críticos para la conservación de aves playeras migratorias en Chiloé (Delgado *et al.* 2010). Ambos sitios se conforman por una planicie intermareal que alberga un atractivo conjunto de biodiversidad y que históricamente ha sostenido actividades humanas consuetudinarias. Estas planicies intermareales conforman ecosistemas que brindan refugio y abundante alimento a las aves acuáticas residentes y migratorias, recibiendo el reconocimiento internacional de "Áreas Importantes para la Conservación de Aves (IBAs)" y "Sitio de Importancia Hemisférica" de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP) (Ortiz *et al.* 2009, Conservación Marina 2015). Recientemente, la bahía de Curaco de Vélez recibió el reconocimiento de Santuario de la Naturaleza Humedal Marino de Curaco de Vélez.

El humedal marino de Curaco de Vélez posee una superficie de 62 ha, y el humedal marino de Chullec 52 ha (Figura 1). En la zona alta de ambos humedales existe una marisma caracterizada por una cobertura vegetal adaptada al agua salobre, que queda cubierta durante la marea alta, y se asocia con ríos o esteros que desembocan al ambiente marino de cada sitio (Conservación Marina 2016).

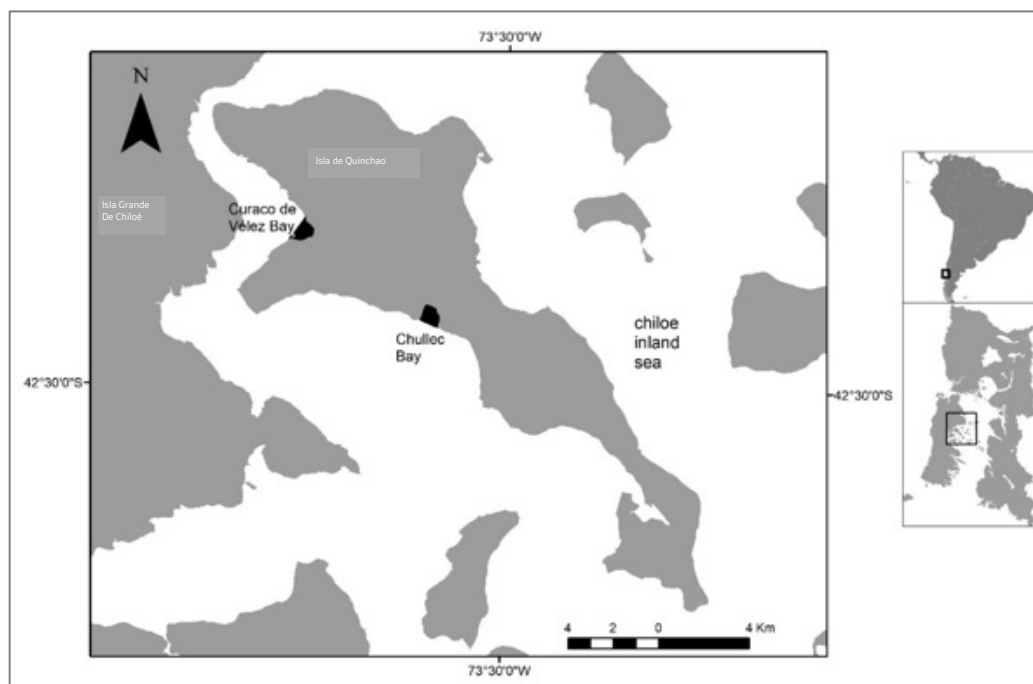


Figura 1. Mapa que detalla la ubicación de los humedales marinos de Curaco de Vélez y Chullec, en la Isla de Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile.

²<http://curacodevelez.net/inicio/conservacion-de-aves-y-humedales/>



HUMEDAL BAHÍA CURACO DE VÉLEZ



HUMEDAL BAHÍA CHULLEC

Obtención de los datos:

Desde el año 2010 al 2020, en las cuatro estaciones climáticas anuales, se realizaron conteos de *L. haemastica* y *N. phaeopus* en los humedales marinos de Curaco de Vélez y Chullec. Los conteos fueron realizados en momentos de marea alta, mediante puntos fijos de observación. Los censos consistieron en conteos directos de individuos de ambas especies, realizando observaciones mediante lentes binoculares (10X50) y telescopio (20-60X80).

Análisis de la información

Para ambas especies, se utilizaron las abundancias máximas registradas en cada estación climática. Estas fueron analizadas en conjunto, y para cada humedal marino estudiado. Se calcularon abundancias medias y desviación estándar para cada estación climática, y sitio, a lo largo de los 10 años de estudio. Para estas medias se calcularon intervalos de confianza al 95%.

La inquietud de conservación es que las medias de las poblaciones estadísticas pueden diferir tanto o más que una magnitud (o tamaño) del efecto, que se considera biológicamente significativa (Feisinger 2003). Así, se utilizó la prueba "U" de Wilcoxon-Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$, a dos colas) para evaluar diferencias en las abundancias estacionales de cada especie, en ambos sitios. Además, mediante el Coeficiente de correlación de Pearson ($\alpha = 0,05$) se analizó la tendencia temporal de las abundancias estacionales de cada especie, en las diferentes estaciones climáticas, en ambos sitios. Para los análisis estadísticos se utilizaron herramientas en línea disponibles en <https://www.socscistatistics.com/tests/>

2.3 RESULTADOS

Descripción del área de estudio:

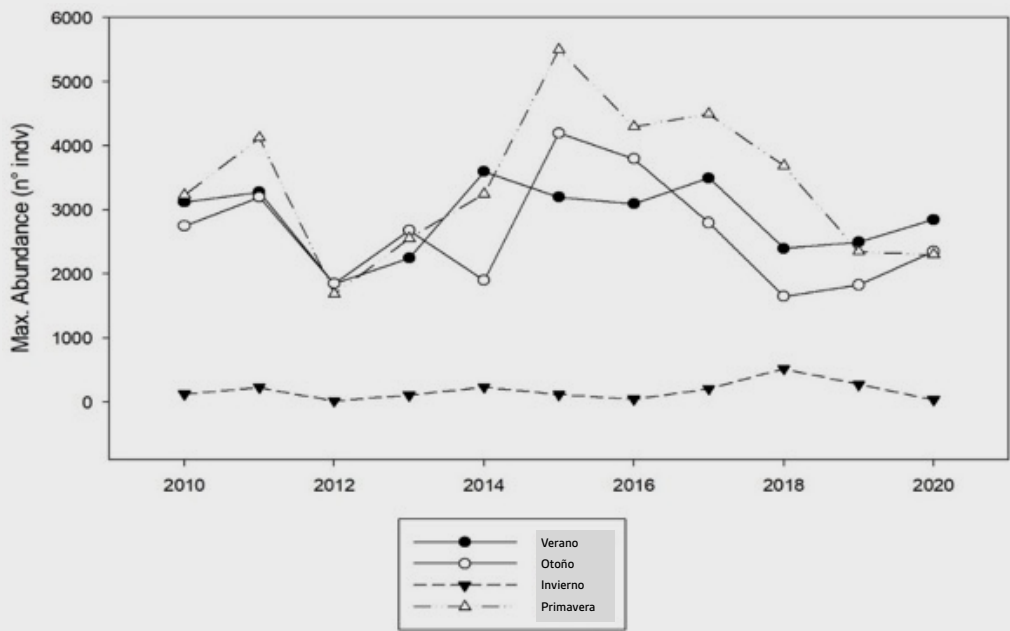
Durante los últimos 10 años, la abundancia total de *L. haemastica*, en ambos humedales marinos, ha sido mayor durante primavera y verano (Tabla 1, Figura 2 y 3). A nivel de sitios, las abundancias estacionales de *L. haemastica* fueron mayores en el humedal marino de Chullec, y de forma significativa durante verano (U= 19,5; Z= -2,65; P= 0,007).

El análisis de tendencia temporal de las abundancias estacionales de *L. haemastica*, entregó en su mayoría coeficientes con valores cercanos a cero, y signo negativo (Tabla 2). Sólo para el humedal marino de Chullec, durante verano, se indicó una ligera tendencia lineal a la disminución de la abundancia de *L. haemastica* (Tabla 2).

Tabla 1. Intervalos de confianza (95%) de las abundancias medias estacionales de *L. haemastica*, en humedales marinos de isla Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile. Donde, E= estación climática, V= verano, O= otoño, I= invierno, P= primavera.

E	Abundancia total	Curaco de Vélez	Chullec
V	5993,24 < 6854,09 < 7714,93	2502,92 < 2877,72 < 3252,51	3326,44 < 3976,36 < 4626,28
O	4730,11 < 5969,63 < 7209,16	2073,76 < 2637,27 < 3200,77	2517,96 < 3332,36 < 4146,75
I	168,03 < 366,18 < 564,32	78,85 < 175,72 < 272,58	56,27 < 190,45 < 324,62
P	6002,31 < 7326,27 < 8650,22	2640,21 < 3408,09 < 4175,96	3147,99 < 3918,18 < 4688,36

Figura 2. Abundancia estacional de *L. haemastica* en el humedal marino de Curaco de Vélez, Isla de Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile.



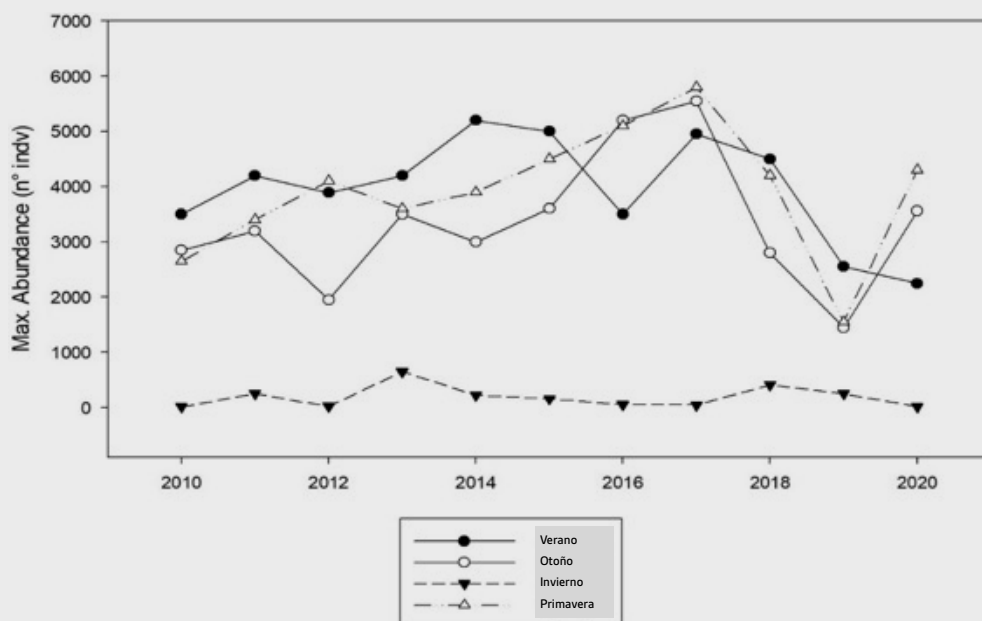


Figura 3. Abundancia estacional de *L. haemastica* en el humedal marino de Chullec, Isla de Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile.

Tabla 2. Resultados del análisis de tendencia temporal de las abundancias estacionales de *L. haemastica*, en diferentes estaciones climáticas, y humedales marinos de Isla Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile. Donde, E= estación climática, V= verano, O= otoño, I= invierno, P= primavera, r= coeficiente de Pearson, R²= coeficiente de determinación, y grados de libertad= 9.

E	Abundancia total	Curaco de Vélez	Chullec
V	r= -0,284; R ² = 0,08; p = 0,34	r= -0,045; R ² = <0,00; p = 0,89	r= -0,35; R ² = 0,12; p = 0,29
O	r= -0,009; R ² = <0,00; p = 0,97	r= -0,213; R ² = 0,04; p = 0,52	r= 0,134; R ² = 0,01; p = 0,69
I	r= 0,109; R ² = 0,01; p = 0,74	r= 0,268; R ² = 0,07; p = 0,42	r= -0,032; R ² = <0,00; p = 0,92
P	r= 0,091; R ² = <0,00; p = 0,79	r= -0,213; R ² = <0,00; p = 0,52	r= 0,177; R ² = 0,03; p = 0,60

Abundancia y tendencia poblacional de *N. phaeopus*:

Durante los últimos 10 años, la abundancia total de *N. phaeopus*, en ambos humedales marinos, ha sido mayor durante la temporada de verano (media= 466 ± 122 individuos), seguido por otoño (media= 168 ± 51 individuos) y primavera (media= 158 ± 34 individuos) (Tabla 3, Figura 4 y 5). A nivel de sitios, las abundancias estacionales promedio de *N. phaeopus* fueron similares entre ambos humedales marinos, sin detectar diferencias significativas.

El análisis de tendencia temporal de las abundancias estacionales de *N. phaeopus*, entregó en su mayoría coeficientes con valores cercanos a cero, y signo negativo (Tabla 4). Sin embargo, en el humedal marino de Curaco de Vélez, durante primavera, se obtuvo una correlación positiva y casi significativa, de la abundancia de *N. phaeopus* en el tiempo (Tabla 4).

Tabla 3. Intervalos de confianza (95%) de las abundancias medias estacionales de *N. phaeopus*, en humedales marinos de Isla Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile. Donde, E= estación climática, V= verano, O= otoño, I= invierno, P= primavera

E	Abundancia total	Curaco de Vélez	Chullec
V	384,76 < 466,81 < 548,85	184,74 < 246 < 307,25	169,06 < 220,81 < 272,55
O	133,80 < 168,45 < 203,09	62,56 < 80,27 < 97,97	54,39 < 88,18 < 121,96
I	24,26 < 34,09 < 43,92	11 < 18,54 < 26,07	10,9 < 17,1 < 23,29
P	135,90 < 158,81 < 181,71	59,68 < 78,27 < 96,85	63,76 < 80,54 < 97,31

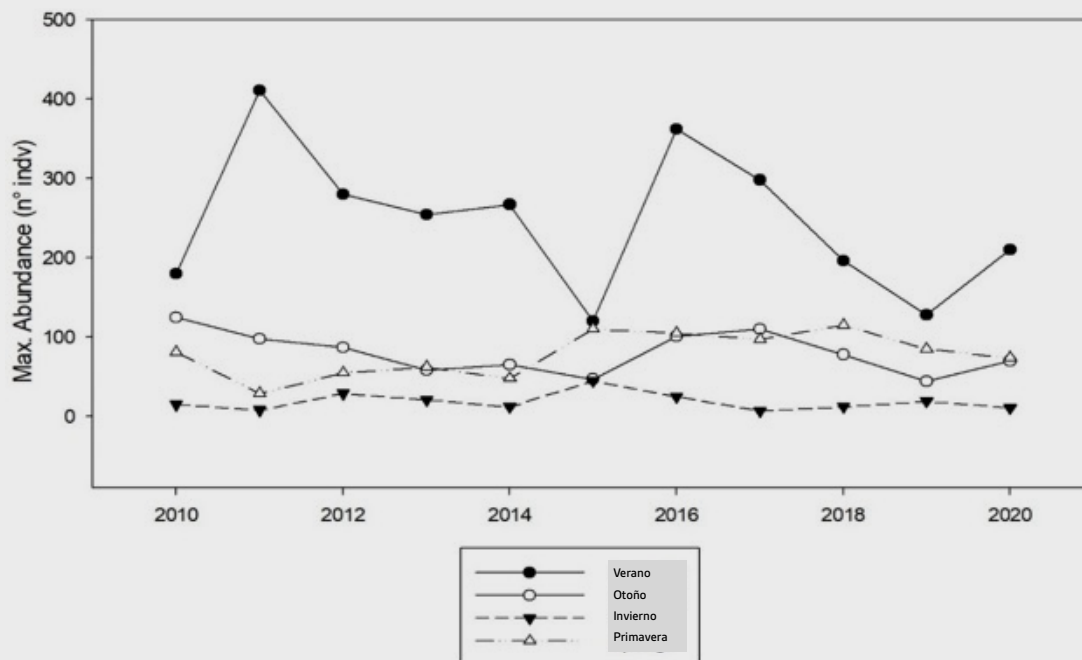


Figura 4. Abundancia estacional de *N. phaeopus* en el humedal marino de Curaco de Vélez, Isla de Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile.

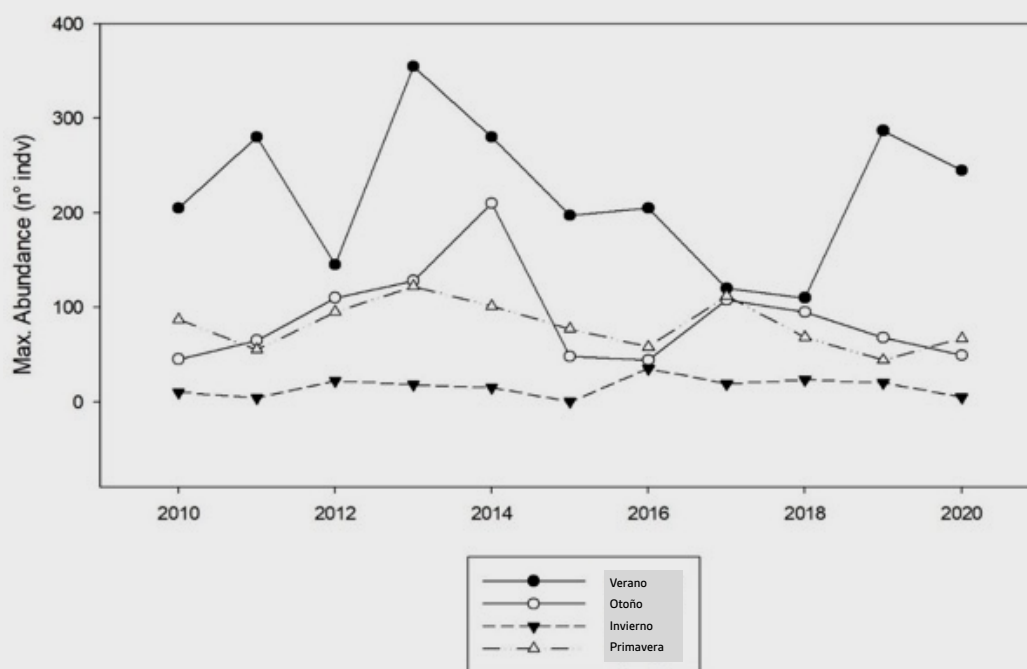


Figura 5. Abundancia estacional de *N. phaeopus* en el humedal marino de Chullec, Isla de Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile.

Tabla 4. Resultados del análisis de tendencia temporal de las abundancias estacionales de *N. phaeopus*, en diferentes estaciones climáticas, y humedales marinos de Isla Quinchao, archipiélago de Chiloé, sur de Chile. Donde, E= estación climática, V= verano, O= otoño, I= invierno, P= primavera, r= coeficiente de Pearson, R²= coeficiente de determinación, y grados de libertad= 9.

E	Abundancia total	Curaco de Vélez	Chullec
V	r= -0,364; R ² = 0,13; p = 0,27	r= -0,347; R ² = 0,12; p = 0,29	r= -0,165; R ² = 0,02; p = 0,62
O	r= -0,349; R ² = 0,12; p = 0,29	r= -0,432; R ² = 0,18; p = 0,18	r= -0,131; R ² = 0,02; p = 0,70
I	r= 0,045; R ² = <0,00; p = 0,89	r= -0,113; R ² = 0,01; p = 0,74	r= 0,195; R ² = 0,03; p = 0,56
P	r= 0,184; R ² = 0,03; p = 0,58	r= 0,541; R ² = 0,29; p = 0,08	r= -0,348; R ² = 0,12; p = 0,29



2.4 DISCUSIÓN

Durante los últimos 10 años, en los humedales marinos de Curaco de Vélez y Chullec, se han observado diferencias en las abundancias estacionales de *L. haemastica* y *N. phaeopus*. La mayor abundancia de *L. haemastica* se observó en el humedal marino de Chullec. Mientras que la abundancia de *N. phaeopus* fue relativamente similar en ambos sitios. En cuanto a las estimaciones poblacionales de ambas especies, durante primavera y verano, en el humedal marino de Curaco de Vélez se registró una media cercana a 3000 individuos de *L. haemastica*, y 4000 en Chullec. Mientras que para *N. phaeopus* esta cifra varió de 80 a 200 individuos, de forma similar en ambos humedales marinos.

Si bien puede parecer superficialmente sencillo determinar al menos la dirección de la tendencia de abundancia de una población, factores como la dificultad para censar la población (contando a todos los individuos), el error de medición (observación) y la presencia de una alta varianza estacional en la abundancia debido a estocasticidad ambiental (variación), son desafíos comunes del mundo real que pueden hacer que las conclusiones de la trayectoria de la población sean inciertas (Bradshaw & Brook 2010). El análisis de la tendencia temporal de las abundancias estacionales de *L. haemastica* y *N. phaeopus*, mediante el cálculo de coeficientes de correlación, indicó que el modelo lineal no explica su variación en el tiempo (valores de *r* cercanos a cero). Por tanto, es necesario profundizar en el entendimiento de la varianza de las abundancias estacionales de ambas especies. Y dado su contexto de aves playeras migratorias, es probable que la mayor explicación esté fuera de la Isla de Quinchao. Sin embargo, la mayoría de los coeficientes calculados presentaron signo negativo, indicando la existencia de una ligera disminución de las abundancias estacionales de ambas especies. Por tanto, es necesario continuar con los esfuerzos de monitoreo a largo plazo en ambos humedales marinos, y el desarrollo de acciones locales de conservación.

En dos instancias (temporadas estivales 2013/2014 y 2017/2018), se han realizado censos simultáneos en 28 humedales marinos de Chiloé, estimando para *L. haemastica* un máximo total de 21990 individuos en 2013 y 24668 en 2017, ambos durante diciembre (CECPAN 2018). Mientras que para *N. phaeopus*, en febrero 2014 se estimó un máximo total de 2031 individuos, y en octubre 2017 fue de 2183 individuos (CECPAN 2018). En base a dichas estimaciones, y las abundancias medias obtenidas del presente estudio, los humedales marinos de Chullec y Curaco de Velez concentran en conjunto el 30% (y respectivamente el 17% y 13%) de la población de *L. haemastica* que habita en Chiloé, durante su temporada no reproductiva. Mientras que para *N. phaeopus*, Chullec y Curaco de Velez concentran en conjunto el 14% (y respectivamente el 7%) de la población que habita en Chiloé, durante su temporada no reproductiva.

Con lo anterior, y dado que en Chiloé se encuentran importantes fracciones de las poblaciones biogeográficas de *L. haemastica* y *N. phaeopus* (99% y 61% respectivamente), que pasan la época no reproductiva en costas del Pacífico austral (Andres *et al.* 2009), los humedales marinos de Chullec y Curaco de Velez constituyen sitios relevantes para la conservación de estas especies. Recientemente, el humedal marino de Curaco de Vélez recibió la categoría de Santuario de la Naturaleza, figura de protección legal otorgada por el Estado de Chile. Se espera que, en base a los resultados del presente estudio, el humedal marino de Chullec avance también a un reconocimiento legal de protección por el Estado de Chile.

Finalmente, en base a los resultados del monitoreo de *L. haemastica* y *N. phaeopus* en los humedales marinos de Chullec y Curaco de Vélez, durante los últimos 10 años estas poblaciones se han mantenido relativamente estable a nivel local. Sin embargo, la tendencia global de disminución poblacional de ambas especies es latente de observar en Chiloé, y por tanto es necesario continuar las acciones colectivas y/o de red a escala continental para la conservación de estas aves playeras migratorias.

3. ABUNDANCIA ESTACIONAL DE ZARAPITO DE PICO RECTO (*Limosa haemastica*) Y ZARAPITO COMÚN (*Numenius phaeopus*) EN HUMEDALES COSTEROS DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDALES DEL RÍO MAULLÍN, SUR DE CHILE

3.1 Introducción

Los humedales de Maullín constituyen un gran complejo de distintos tipos de ecosistemas de humedal, donde resaltan los humedales costeros de influencia marina que, por su relevancia para sitios de alimentación y descanso para especies migratorias, en el año 2016 se integraron a la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras Migratorias. Estos humedales son importantes a nivel internacional y nacional albergar una alta diversidad de aves acuáticas y particularmente playeras. Aquí, los zarapitos encuentran refugio para pasar el verano austral y utilizan estos humedales para obtener la energía necesaria y mantener sus ciclos migratorios que los llevan a desplazarse decenas de miles de kilómetros.

En el marco del programa de conservación de aves playeras migratorias apoyado por el Centro Manomet para la Ciencia de la Conservación, en el año 2015 se integraron estos humedales al monitoreo estacional con un especial foco en el Zarapito de Pico Recto (*Limosa haemastica*) y el Zarapito (*Numenius phaeopus*).

El objetivo del presente trabajo fue estimar las abundancias estacionales de *L. haemastica* y *N. phaeopus*, junto a sus tendencias poblacionales a lo largo de cinco años, en humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, sur de Chile.

3.2 Metodología

El Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín corresponde a cuatro áreas interconectadas ecológicamente por el mismo río, que suman 8.117 ha de humedales. La primera zona comienza del nacimiento del río Maullín en el lago Llanquihue hasta la zona media-baja (Punta Lolcura por el norte y Estero Cariquilda por el sur), más otros tres humedales ubicados en la zona baja del río, como: el Amortajado, Quenuir alto, y Quenuir bajo (que incluye Laguna Quenuir y Las Lajas). Estos humedales de la zona baja del río, corresponden a humedales costeros con influencia marina y vinculados al gran ecosistema estuarino del río Maullín (Figura 6). A continuación, se entrega una descripción de cada humedal costero estudiado:

Humedal de Amortajado (584 ha): Se origina del encuentro entre el río San Pedro de Nolasco y el gran estuario del río Maullín, conformando una extensa planicie intermareal rodeada por pajonales, praderas y dunas. En el sitio se desarrollan cultivos extensivos del alga pelillo (*Gracilaria chilensis*), pesca artesanal y turismo.

Humedal Las Lajas (70.4 ha): Se origina del encuentro entre el río Las Lajas y el estuario del río Quenuir, conformando un ambiente de pradera inundable vinculada a una planicie intermareal. En el sitio se desarrolla turismo y ocurrió pastoreo esporádico de ganado bovino.

Humedal Laguna Quenuir (10.6 ha): Es una laguna semi-cerrada con influencia marina en momentos de marea alta, rodeada por totorales, pajonales, pradera y bosque de mirtáceas. En el sitio se desarrolla turismo y ocurre pastoreo esporádico de ganado bovino.

Humedal Lepihué-La Pasada (113.87 ha): Corresponde a la zona ribereña norte del río Maullín, desde el sector de Lepihué a La Pasada, involucrando ambientes de pradera inundable, planicie intermareal, totorales y pajonales. En el sitio se desarrolla pesca artesanal, turismo y pastoreo de ganado ovino.



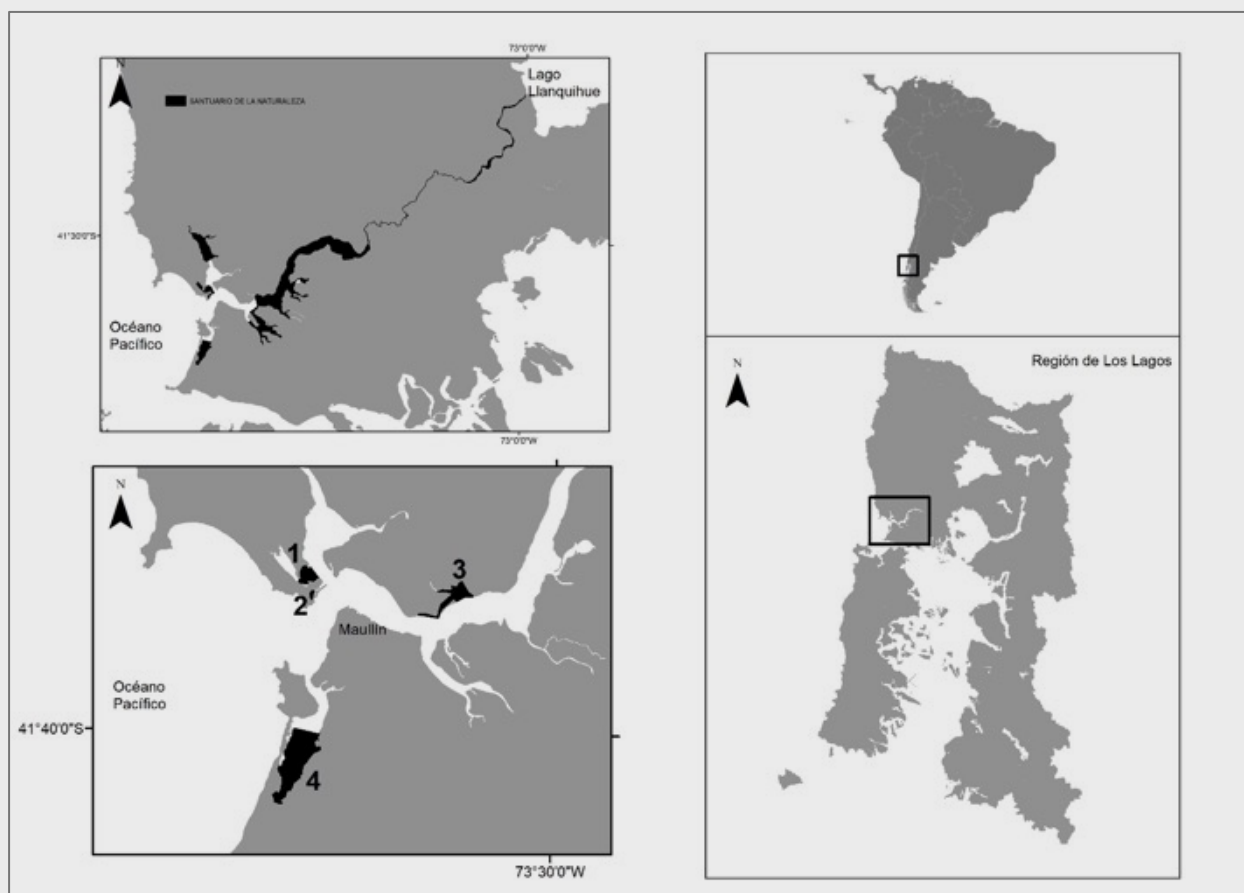


Figura 6. Ubicación geográfica del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, la Región de Lagos, sur de Chile. En detalle, se indican la ubicación de los humedales costeros estudiados, donde, 1= Las Lajas, 2= Laguna Quenuir, 3= Lepihué-La Pasada, 4= Amortajado.

Obtención de los datos

Desde el año 2015 al 2020, se realizaron censos de aves acuáticas en los cuatro humedales costeros, de manera estacional y continua, a excepción del invierno 2020 en que no se realizaron conteos por la contingencia sanitaria del COVID-19. Los censos fueron realizados en momentos de marea alta, mediante puntos fijos de observación, sumando un transecto de observación en el humedal de Amortajado. Los censos consistieron en conteos directos de las especies de aves acuáticas y el número de individuos presentes, utilizando lentes binoculares 10X50 y telescopio 20-60X80.

Análisis de la información

Para ambas especies se utilizaron las abundancias máximas registradas en cada estación climática, para cada humedal estudiado. Se calcularon abundancias medias y desviación estándar para cada estación climática, y humedal, a lo largo de los cinco años de estudio. Para estas medias se calcularon intervalos de confianza al 95%.

Se utilizó la prueba Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$) para evaluar diferencias en las abundancias estacionales de cada especie, en cada humedal. Además, mediante el Coeficiente de correlación de Pearson ($\alpha = 0,05$) se analizó la tendencia temporal de las abundancias estacionales de ambas especie, en las diferentes estaciones climáticas, en cada humedal. Para los análisis estadísticos se utilizaron herramientas en línea disponibles en <https://www.socscistatistics.com/tests/>

3.3 Resultados

Abundancia y tendencia poblacional de *L. haemastica*:

Durante los últimos cinco años, la abundancia de *L. haemastica* ha sido mayor durante verano y primavera, con muy pocos registros en la temporada de invierno (Tabla 4). Al realizar la comparación de las abundancias medias de verano entre los diferentes humedales, se obtuvieron diferencias significativas ($H=15,36$; g.l.= 3; $p= 0,001$; $N = 24$), con mayores concentraciones en Lepihué-La Pasada y menores en Laguna Quenuir. La misma situación se observó al comparar las abundancias medias de primavera entre sitios ($H= 12,54$; g.l.= 3; $p= 0,005$; $N = 24$).

El análisis de tendencia temporal de las abundancias estacionales de *L. haemastica*, logró realizarse de forma correcta para algunos humedales y temporadas (Tabla 2). De esto, la única significancia se registró en el humedal de Lepihué-La Pasada durante verano ($p < 0,05$), con una tendencia positiva en el tiempo (Tabla 5).

Tabla 4. Intervalos de confianza (95%) de las abundancias medias estacionales de *L. haemastica*, en humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, sur de Chile. Donde, E= estación climática, V= verano, O= otoño, I= invierno, P= primavera.

E	Las Lajas	Laguna Quenuir	Lepihué-La Pasada	Amortajado
V	293,74 < 1235,16 < 2176,59	11,91 < 60,75 < 109,58	1547,13 < 2461,66 < 3376,18	486,96 < 1666,66 < 2846,35
O	387,99 < 597,75 < 1583,49	11,27 < 13,5 < 15,72	226,98 < 558 < 1342,98	678,29 < 946 < 1213,71
I	115,81 < 276 < 667,81		95,32 < 103,33 < 111,33	9,72 < 60,33 < 110,93
P	260,41 < 908,33 < 1556,24	8,45 < 86 < 180,45	146,5 < 1032 < 2078,65	255,85 < 530 < 804,15

Tabla 5. Resultados del análisis de tendencia temporal de las abundancias estacionales de *L. haemastica*, en humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, sur de Chile. Donde, E= estación climática, V= verano, O= otoño, I= invierno, P= primavera, r = coeficiente de Pearson, R2= coeficiente de determinación, y grados de libertad= 9.

E	Las Lajas	Laguna Quenuir	Lepihué-La Pasada	Amortajado
V	r= 0,248; R2= 0,06; p = 0,63	r= -0,025; R2= 0,0007; p = 0,96	r= 0,842; R2= 0,709; p = 0,035	r= -0,175; R2= 0,030; p = 0,740
O			r= -0,763; R2= 0,582; p = 0,079	r= 0,600; R2= 0,360; p = 0,208
I				
P	r= 0,582; R2= 0,33; p = 0,22		r= 0,721; R2= 0,521; p = 0,105	r= -0,192; R2= 0,036; p = 0,715

Abundancia y tendencia poblacional de *N. phaeopus*:

Durante los últimos cinco años, las abundancias medias estacionales de *N. phaeopus* han sido mayor durante verano (Tabla 6). Al realizar la comparación de las abundancias medias de verano entre los diferentes humedales, se obtuvieron diferencias significativas ($H= 14,68$; g.l.= 3; $p= 0,002$; $N = 24$), con mayores concentraciones en Amortajado y menores en Laguna Quenuir. La misma situación se observó al comparar las abundancias medias de primavera entre sitios ($H= 14,51$; g.l.= 3; $p= 0,002$; $N = 24$).

El análisis de tendencia temporal de las abundancias estacionales de *N. phaeopus*, no logró realizarse de forma correcta para el humedal de Laguna Quenuir (Tabla 4). De esto, la única significancia se registró en el humedal de Lepihué-La Pasada durante primavera ($p < 0,05$), con una tendencia positiva en el tiempo (Tabla 7).

Tabla 6. Intervalos de confianza (95%) de las abundancias medias estacionales de *N. phaeopus*, en humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, sur de Chile. Donde, E= estación climática, V= verano, O= otoño, I= invierno, P= primavera.

E	Las Lajas	Laguna Quenuir	Lepihué-La Pasada	Amortajado
V	93,29 < 245,66 < 398,02	2 < 5 < 8	129,81 < 207,16 < 284,50	187,59 < 349,83 < 512,06
O	21,36 < 144,16 < 266,95	< 2 <	2,75 < 50,33 < 97,90	16,37 < 116,16 < 248,69
I	16,8 < 101,8 < 201,822	1 < 3 < 6	2,02 < 22,4 < 42,78	4,39 < 41,8 < 87,99
P	9,47 < 97,33 < 204,1311	< 4 <	39,24 < 115 < 190,76	94,14 < 175,16 < 256,17

Tabla 7. Resultados del análisis de tendencia temporal de las abundancias estacionales de *N. phaeopus*, en humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, sur de Chile Donde, E= estación climática, V= verano, O= otoño, I= invierno, P= primavera, r = coeficiente de Pearson, R2= coeficiente de determinación, y grados de libertad= 9.

E	Las Lajas	Laguna Quenuir	Lepihué-La Pasada	Amortajado
V	r= -0,019; R2= 0,0004; p = 0,971		r= 0,05; R2= 0,0025; p = 0,925	r= 0,092; R2= 0,008; p = 0,862
O	r= 0,804; R2= 0,647; p = 0,053		r= 0,549; R2= 0,302; p = 0,259	r= 0,532; R2= 0,283; p = 0,277
I	r= 0,603; R2= 0,364; p = 0,205		r= -0,081; R2= 0,006; p = 0,880	r= -0,431; R2= 0,185; p = 0,393
P	r= -0,047; R2= 0,002; p = 0,94		r= 0,817; R2= 0,668; p = 0,047	r= -0,898; R2= 0,806; p = 0,015

!

3.4 Discusión

En los humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín se han observado importantes abundancias de *L. haemastica* y *N. phaeopus*, durante las estaciones de verano y primavera. Para *L. haemastica*, las mayores abundancias se registraron en el humedal de Lepihué-La Pasada. Mientras que las mayores concentraciones de *N. phaeopus* se observaron en el humedal de Amortajado.

En general, la sumatoria de las abundancias medias durante verano de *L. haemastica* en los humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, resulta en 5424 individuos. Mientras que para *N. phaeopus* resulta en 807 individuos. Al comparar lo anterior, con las estimaciones poblacionales de ambas especies en humedales marinos de Chiloé (CECPAN 2018), los humedales costeros de Maullín contienen una importante fracción de las poblaciones biogeográficas que pasan la época no reproductiva en costas de la Región de Los Lagos.

Por otra parte, las tendencias poblacionales de ambas especies a lo largo de cinco años en los humedales costeros de Maullín indican un crecimiento lineal significativo de *L. haemastica* durante verano y de *N. phaeopus* en primavera, ambos en el humedal de Lepihué-La Pasada. Esto indica la importancia que juega el sitio Lepihué-La Pasada para las poblaciones de ambas especies en el conjunto de humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín.



4. USO DE SITIOS POR EL ZARAPITO DE PICO RECTO (*Limosa haemastica*), MEDIANTE MONITOREO SATELITAL, DURANTE TEMPORADAS NO REPRODUCTIVAS, EN EL SUR DE CHILE.

4.1 Introducción

Las aves playeras migratorias destacan entre la fauna por ser especies carismáticas y vulnerables, debido a que realizan migraciones de gran distancia entre sus rangos de reproducción y no reproducción, para evitar la competencia, escapar de la depredación, reproducirse y aprovechar la variación de los recursos espacio-temporales (Lei *et al.* 2019, Mehlman *et al.* 2020). La mayoría de las aves migratorias dependen de sitios de escala, que son áreas de hábitat que los animales utilizan como estaciones de reabastecimiento de combustible y sitios de descanso temporal a lo largo del viaje de migración, entre áreas de reproducción y no reproducción (Warnock 2010, Sheehy *et al.* 2011). La disponibilidad y calidad de sitios de escala, como también de invernada, tienen gran influencia en la tasa de ganancia de masa individual, lo que a su vez puede tener implicancias en el éxito reproductivo de la temporada, y la supervivencia durante la temporada no reproductiva (Newton 2006, Schaub *et al.* 2008, Trinder *et al.* 2009, Halupka *et al.* 2017).

La protección conjunta de los sitios de escala e invernada de aves playeras migratorias, como parte de una red, puede ser una herramienta poderosa para implementar acciones de conservación (Mehlman *et al.* 2020). Mediante el monitoreo satelital de estas aves es posible conocer sus patrones espaciales y temporales, información que permite identificar sitios de importancia, y focalizar así las acciones de conservación (Chan *et al.* 2019, Choi *et al.* 2019, Lei *et al.* 2019). Con el creciente número de estudios de seguimiento satelital, el análisis de las relaciones espaciales entre estos sitios y los rangos de movimiento de estas aves, es posible contar con información para el desarrollo de una red de áreas protegidas más representativa y completa (Choi *et al.* 2019). Entendiendo que el establecimiento de áreas protegidas es un paso fundamental para la conservación de la vida silvestre y los hábitats (Gaston *et al.*, 2008).

El zarapito de pico recto (*Limosa haemastica*) es un ave playera migratoria considerada como de Alta Preocupación para la Conservación (NABCI 2016). Esta especie anida en las tundras de la región ártica de Norteamérica (i.e., Alaska y Canadá), durante el verano boreal (BirdLife International 2016). A la llegada del otoño boreal, migra hacia el cono sur de Sudamérica, en una de las migraciones más largas conocidas entre las aves (BirdLife International 2016). Sus principales sitios de invernada se ubican en humedales del archipiélago de Chiloé (42°S) y Tierra del Fuego (52°S), en el sur de Chile, donde grandes concentraciones se reúnen para alimentarse y descansar durante la primavera y verano austral (BirdLife International 2016).

En la costa oriental del archipiélago de Chiloé existen humedales marinos reconocidos como ecosistemas de importancia internacional para la conservación de aves playeras migratorias (entre ellas *L. haemastica*), debido a la alta productividad biológica de sus planicies intermareales (Delgado *et al.* 2010). Estos ambientes son críticos por sostener grandes abundancias de *L. haemastica* en la costa Pacífica, durante su temporada no reproductiva (Delgado *et al.* 2010). De hecho, las poblaciones de *L. haemastica* presentes en humedales marinos de Chiloé, representan más del 30% de la población global de esta especie y un 99% de la población del Pacífico que se reproduce en Alaska (Andres *et al.* 2009). Sin embargo, estas poblaciones se encuentran en disminución y bajo amenaza por acciones humanas como la salmonicultura, multicultura, sobreexplotación de recursos bentónicos, desarrollo urbano, contaminación hídrica y turismo no regulado (Andres *et al.* 2009, Delgado *et al.* 2010).

Diferentes autores han propuesto que los humedales marinos de Chiloé conforman una red de sitios insulares que interactúan entre sí, y con otros sitios continentales de importancia para las aves playeras migratorias (Espinosa *et al.* 2005, Andres *et al.* 2009, Delgado *et al.* 2010). Sin embargo, información detallada sobre la abundancia, distribución y calidad del hábitat de estos sitios, todavía es escasa a nivel local. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar sitios de uso de *L. haemastica*, mediante monitoreo satelital, durante temporadas no reproductivas, en la Región de Los Lagos, sur de Chile. Se entrega un listado de sitios identificados como relevantes para esta especie, junto con detalles de los movimientos de las aves entre distintos humedales marinos y estuarinos de la región.



4.2 Metodología

Descripción del área de estudio:

La Región de Los Lagos, en el sur de Chile (Figura 7), se caracteriza por su especial geografía donde la continua línea costera del Pacífico (dominada por planicies litorales) cambia a un gran sistema insular con profusión de golfos, fiordos y canales, con un paisaje complejo resultante del efecto combinado de procesos tectónicos y glaciación (Camus 2001). En el mar suroeste de esta región, se origina el Sistema de Corriente Humboldt, y el clima de la zona es del tipo oceánico con influencia mediterránea (Camus 2001). En las costas de la Región de Los Lagos abundan humedales marinos y estuarinos, en los que se congregan importantes concentraciones de aves playeras migratorias boreales y australes, especialmente las Provincias de Chiloé y Llanquihue (von Meyer & Espinosa 1998, Espinosa *et al.* 2005).

Obtención de la información:

Se elaboró una base de datos espaciales generada por siete transmisores satelitales instalados en individuos de *L. haemastica*. De estos, cinco transmisores Microwave PTT-100 (peso 5 gr, alimentación solar) fueron instalados en noviembre del 2015 en el humedal marino de Chullec (42,47°S; 73,53°W), ubicado en isla Quinchao, archipiélago de Chiloé, Región de Los Lagos, sur de Chile (Figura 1). Mientras que los otros dos transmisores Lotek PinPoint Argos Solar-tag (peso 6 gr, alimentación solar) fueron instalados en noviembre del 2020 en el humedal de La Pasada (41,60°S; 73,59°W), ubicado en el estuario del río Maullín, Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos, sur de Chile (Figura 1). En ambos sitios, para las capturas de *L. haemastica* se utilizó el método "Leg noose", consistente en una línea (cuerda) de 30 m de largo, que en cada 40 cm contó con nudos corredizos de hilo de pesca (80 mm). Se instalaron tres líneas en la zona utilizada para descanso por *L. haemastica*, en momentos de marea alta. A cada ejemplar capturado se tomaron las siguientes medidas: peso (precisión 1 g), longitud de pico (precisión 0,01 mm), longitud de cabeza (precisión 0,01 mm), y longitud del ala derecha (precisión 0,01 mm). Siguiendo el protocolo propuesto por Howes *et al.* (2016), sólo se instalaron transmisores satelitales a ejemplares con peso mayor a 200 gr. El sexo de las aves fue determinado según lo propuesto por Gherardi-Fuentes *et al.* (2020).

Los transmisores satelitales se vincularon a la plataforma de teledetección Argos, que entregó distintas clases de datos, según la precisión de estos. Para este análisis, se utilizaron solamente las clases G y 3. La clase G tiene un error de precisión < 100 metros, mientras que la clase 3 < 250 m. Por lo que todas las geolocalizaciones utilizadas tienen un error de precisión < 250 m. Estas geolocalizaciones fueron analizadas en horario local y en grados decimales, utilizando el datum WGS84 huso 18 Sur.

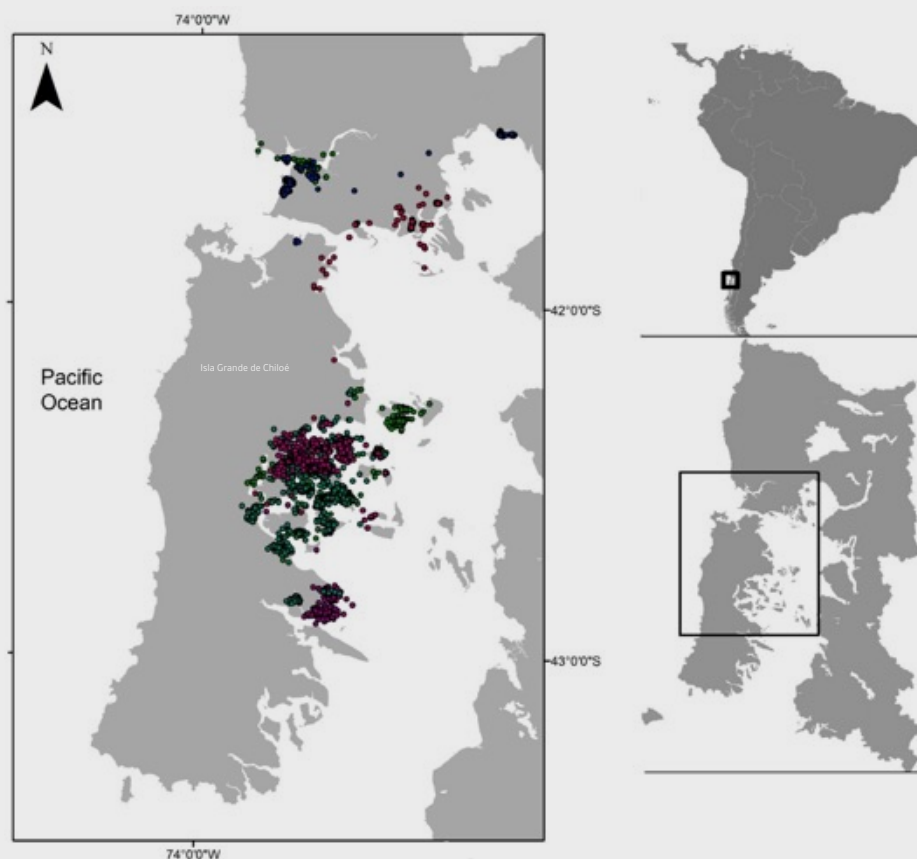


Figura 7. Ubicación geográfica de la Región de Los Lagos, en el sur de Chile, indicando la distribución del total de geolocalizaciones (n = 5428) obtenidas durante los periodos 2015-2017 y 2020-2021, para individuos de *L. haemastica* marcados en los humedales de Chullec y La Pasada, en la Región de Los Lagos, sur de Chile.

Identificación de sitios con mayor uso (Hotspot):

Para identificar zonas de mayor uso por los individuos marcados de *L. haemastica*, se utilizó la herramienta Análisis de Hotspot Optimizado disponible en el programa de análisis de información geográfica Arcmap 10.5. Esta herramienta permite identificar agrupaciones de eventos espaciales (puntos o polígonos) estadísticamente significativos (puntos calientes = hotspot). El análisis de Hotspot Optimizado utiliza los cálculos de distancias promedio y mediana de vecinos más cercanos para la agregación, y también para identificar una escala apropiada de análisis, para la corrección de la dependencia espacial³. La herramienta crea un mapa de puntos calientes estadísticamente significativos, mediante el uso de la estadística GiBin* de Getis-Ord (Getis & Ord 1992, Ord & Getis 1995). Esta herramienta de estadística espacial entrega agregaciones de eventos espaciales (clusters) que son estadísticamente significativo con un nivel de confianza de 90%, 95% y 99%.

Con lo anterior, se consideró como sitios de mayor uso por parte de los individuos marcados, aquellos puntos calientes con un nivel de confianza $\geq 95\%$, y se agregaron en polígonos, uniendo los contornos externos de cada hexágono utilizado. Para el análisis de las geolocalizaciones se utilizaron cuadrículas hexagonales de tamaño optimizado por la herramienta de Hotspot Optimizado.

4.3 Resultados

En total, se obtuvieron 5428 geolocalizaciones (Tabla 8 y Tabla9), distribuidas entre las coordenadas geográficas de referencia 41,47°S y 42,88°S, en la Región de Los Lagos, sur de Chile (Figura 1).

Tabla 8. Número de geolocalizaciones y tiempo de la información recibida por cada transmisor satelital instalado en individuos de *L. haemastica*, en el humedal marino de Chullec, isla de Quinchao, Chiloé, sur de Chile. También se entregan detalles de los individuos que portaron los transmisores satelitales.

Código del transmisor	Sexo	Peso (gr)	Long Ala (cm)	Long. Pico (cm)	Long Cabeza - Pico (cm)	Periodo de tiempo	N° de geolocalizaciones
CH559	Hembra	305	220.4	91.7	124.5	11/11/2015 a 27/01/2016	161
CH660	Hembra	265	212	89.1	122.4	9/11/2015 a 9/4/2017	757
CH661	Hembra	285	215	95.7	133.4	10/11/2015 a 8/04/2016	350
CH662	Hembra	385	220.4	87.3	125.1	9/11/2015 a 4/10/2017	1178
CH663	Macho	255	210	78	114	10/11/2015 a 22/04/2017	638

Tabla 9. Número de geolocalizaciones y tiempo de la información recibida por cada transmisor satelital instalado en individuos de *L. haemastica*, en el humedal La Pasada, Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, sur de Chile. También se entregan detalles de los individuos que portaron los transmisores satelitales.

Código transmisor	Sexo	Peso (gr)	Long Ala (cm)	Long. Pico (cm)	Long Cabeza - Pico (cm)	Periodo de tiempo	N° de geolocalizaciones
MAU982	Hembra	305	220.4	91.7	124.5	11/11/2020 a 22/03/2021	713
MAU984	Hembra	265	212	89.1	122.4	11/11/2020 a 18/02/2021	1631

³ <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/how-optimized-hot-spot-analysis-works.htm>

Zonas de uso de individuos marcados en el humedal La Pasada, estuario del río Maullín

Los dos individuos de *L. haemastica* marcados en noviembre 2020 en el humedal de La Pasada, río Maullín (MAU984 y MAU982), mostraron un cierto grado de sobreposición en las zonas de uso. El individuo MAU984 registró diversos movimientos entre los humedales ubicados en la zona de Maullín, y también desplazamientos hacia el humedal marino de Coihuin-Chamiza (41,50°S; 72,81°W), en el Seno del Reloncaví (Figura 2). Al ejecutar el Análisis de Hotspot Optimizado para identificar zonas de concentración de uso, es posible distinguir para MAU984 cuatro zonas con patrón de uso significativo (GiBin >95%) (Figura 8).

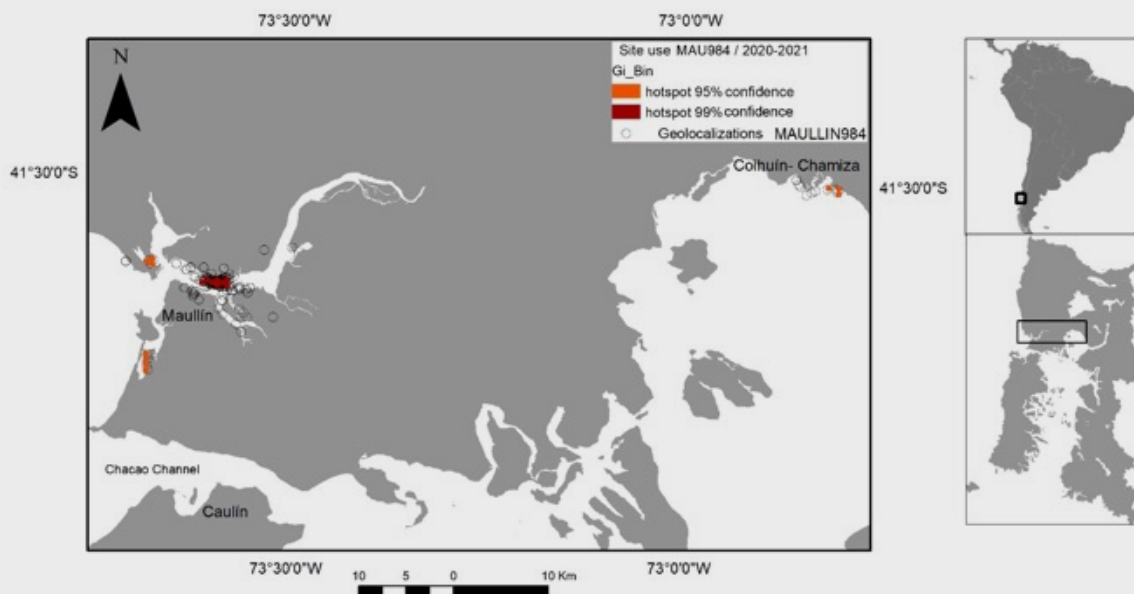


Figura 8. Distribución de las geolocalizaciones (n=1631) y sitios con patrón de uso significativo (GiBin >95% de confianza) para el individuo de *L. haemastica* (MAU984), marcado en el humedal de La Pasada, en el estuario del río Maullín, sur de Chile.

De igual forma, el individuo MAU982 mostró movimientos dentro de la zona de Maullín y hacia el humedal marino de Coihuin-Chamiza, pero también algunos desplazamientos al humedal marino de Caulín (41,81°S; 73,62°W), en la isla Grande de Chiloé (Figura 3). Sin embargo, el análisis no identificó un uso recurrente en este último sitio. De acuerdo con los resultados, es posible distinguir para MAU982 cinco zonas con patrón de uso significativo (GiBin >95%) (Figura 9).

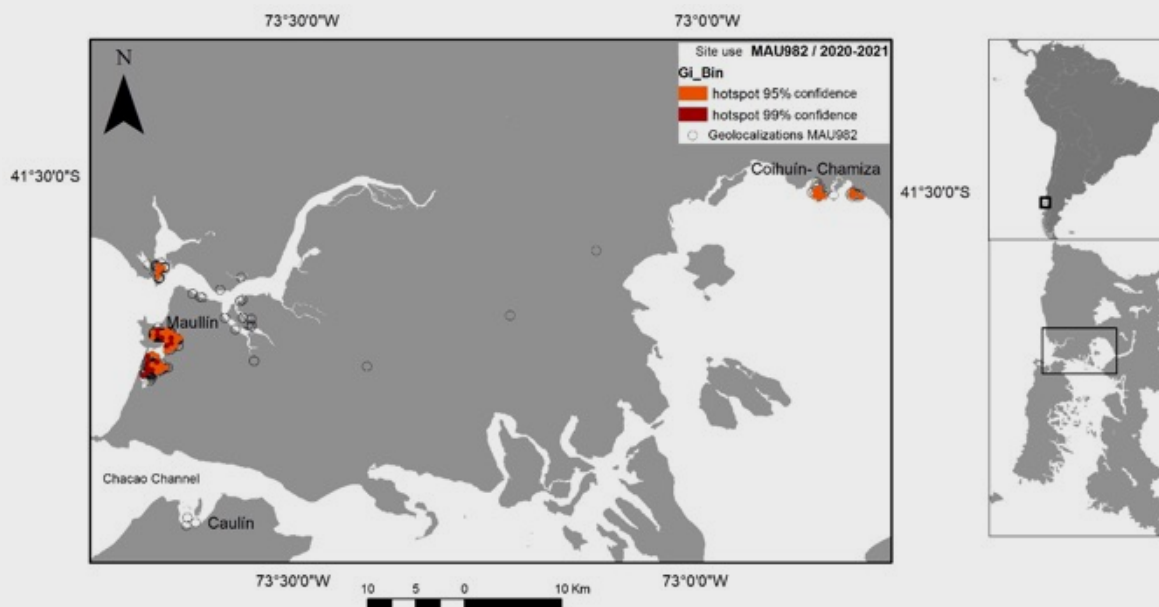


Figura 9. Distribución de las geolocalizaciones (n=713) y sitios con patrón de uso significativo (GiBin >95% de confianza) para el individuo de *L. haemastica* (MAU982), marcado en el humedal de La Pasada, en el estuario del río Maullín, sur de Chile.

Zonas de uso de individuos marcados en el humedal marino de Chullec, isla Quinchao:

Los cinco individuos marcados en noviembre 2015 en el humedal marino de Chullec, y monitoreados hasta el año 2017, mostraron desplazamientos entre distintos humedales del mar interior de la Región de Los Lagos (Figura 4). En base al análisis de 3084 geolocalizaciones se pudo identificar que estos individuos presentan en general sobreposición en sus zonas de uso, especialmente en isla Quinchao y sus alrededores (Figura 10). Sin embargo, algunos individuos mostraron excepciones. El individuo CHI661 se desplazó hacia el sur de isla Quinchao, y estableció su zona de mayor uso en humedales marinos del sector de Rilán ($42,52^{\circ}\text{S}$; $73,62^{\circ}\text{W}$) (Figura 5). Otra situación interesante mostró el individuo CHI559, que se desplazó hacia el norte de isla Quinchao y estableció su zona de mayor uso en humedales marinos del sector de Calbuco ($41,76^{\circ}\text{S}$; $73,14^{\circ}\text{W}$) (Figura 11).

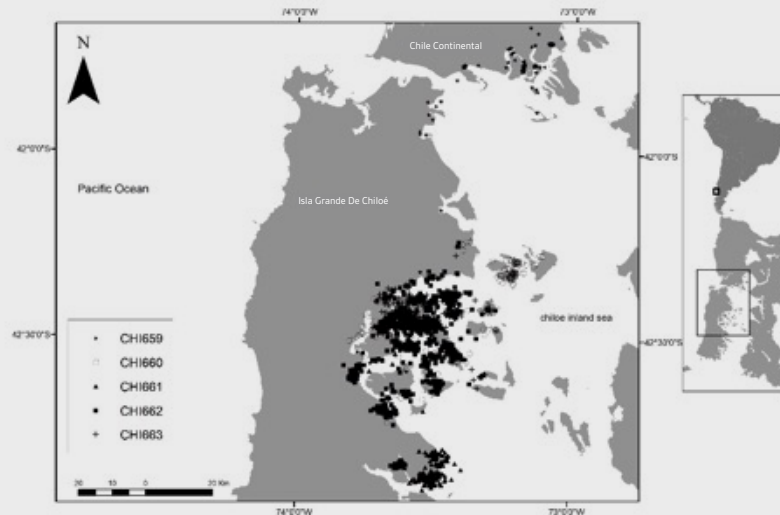


Figura 10. Distribución de las geolocalizaciones ($n = 3084$) obtenidas de cinco individuos de *L. haemastica* marcados en el humedal marino de Chullec, isla Quinchao, Chiloé, sur de Chile.

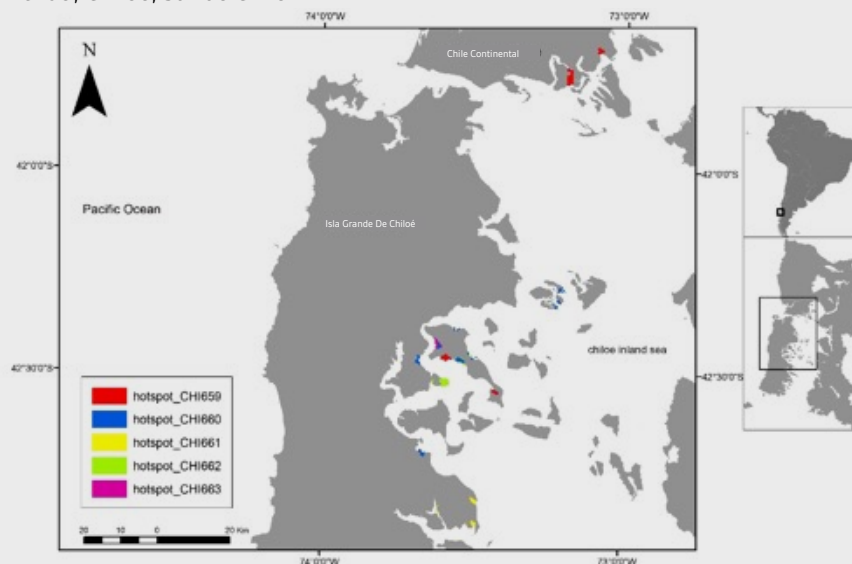


Figura 11. Distribución espacial de sitios con patrón de uso significativo (GIBin >95% de confianza) para cinco individuos de *L. haemastica*, marcados en el humedal marino de Chullec, en isla Quinchao, Chiloé, sur de Chile.

Identificación de sitios importantes o hotspot de uso para *L. haemastica*:

Mediante el uso de la herramienta Análisis de Hotspot Optimizado, se identificaron 25 sitios importantes o hotspot de uso para los individuos estudiados de *L. haemastica* (Tabla 3 y Figura 6). La mayoría de estos sitios (17) corresponden a humedales marinos de la costa oriental de la isla grande Chiloé, mientras que el resto (8) se ubica en el litoral continental de la Provincia de Llanquihue (Figura 6). El movimiento de los individuos estudiados de *L. haemastica*, muestra que estos 25 sitios conforman una red de humedales de importancia o hotspot de uso para esta ave playera migratoria (Figura 11).

El 56% (14) de estos sitios o hotspot de uso identificados para *L. haemastica*, cuentan con reconocimiento de su importancia para la conservación de aves playeras, ya sea como sitio IBA (Important Bird Area), sitio RHRAP (Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras), o Santuario de la Naturaleza (Tabla 3). Mientras que 36% (9) de los sitios o hotspot identificados son por primera vez reconocidos como de importancia para la conservación de *L. haemastica* (Tabla 10).

Tabla 10. Listado de sitios importantes o hotspot de uso para *L. haemastica*, determinados mediante monitoreo satelital de siete individuos marcados en los humedales de Chullec y La Pasada, en la Región de Los Lagos, sur de Chile. Indicando el tipo de reconocimiento existente para cada sitio (IBA = Important Bird and Biodiversity Areas⁴, RHRAP= Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras⁵) y sus fuentes bibliográficas.

Nombre del sitio	Ubicación geográfica	Reconocimiento de importancia
1. Las Lajas-Laguna Quenuir	41,5855°S; 73,6743° W	IBA, RHAP, Santuario de la Naturaleza
2. La Pasada	41,6027°S; 73,5939°W	IBA
3. Amortajado 1	41,6501°S; 73,6610°W	IBA, RHAP, Santuario de la Naturaleza
4. Amortajado 2	41,6760°S; 73,6771°W	IBA, RHAP, Santuario de la Naturaleza
5. Chamiza	41,5034°S; 72,8134°W	IBA, en solicitud RHAP
6. Coihuin	41,5031°S; 72,8584°W	IBA, en solicitud RHAP
7. Los Rulos	41,7023°S; 73,0914°W	El presente estudio
8. Quihua	41,7684°S; 73,1900°W	Sitio con importantes abundancias (Aguirre & Medrano 2018)
9. Voigue	42,2943°S; 73,2059°W	El presente estudio
10. Taucolon	42,3237°S; 73,2126°W	El presente estudio
11. Mechuque	42,3349°S; 73,2231°W	El presente estudio
12. Huyar Bajo	42,3953°S; 73,5523°W	IBA
13. Achao	42,4616°S; 73,5011°W	IBA
14. Curaco de Vélez	42,4330°S; 73,6127°W	IBA, RHAP, Santuario de la Naturaleza
15. La Planchada	42,4658°S; 73,5861°W	IBA
16. Chullec	42,4725°S; 73,5381°W	IBA, RHAP
17. Pullao	42,4722°S; 73,6785°W	IBA, RHRAP
18. Rilán	42,5246°S; 73,6291°W	RHRAP
19. Aguantao	42,5261°S; 73,5895°W	El presente estudio
20. Villa Quinchao	42,5491°S; 73,4197°W	IBA, RHAP, Santuario de la Naturaleza
21. Terao	42,7016°S; 73,6612°W	El presente estudio
22. Detico	42,8758°S; 73,5106°W	Sitio con importantes abundancias (Andres et al. 2009)
23. Queilen	42,8736°S; 73,4851°W	El presente estudio
24. Aituy	42,8175°S; 73,4868°W	El presente estudio
25. Paildad	42,8410°S; 73,6081°W	El presente estudio

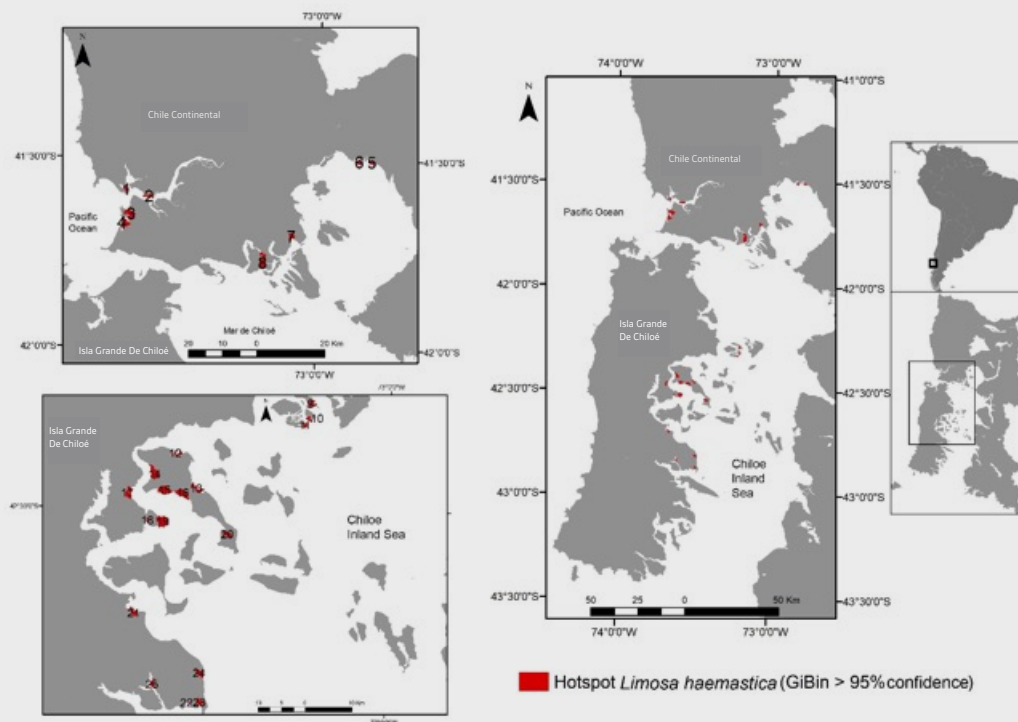


Figura 11. Distribución espacial de los 25 sitios importantes o hotspot de uso para *L. haemastica*, determinados mediante monitoreo satelital de siete individuos marcados en los humedales de Chullec y La Pasada, en la Región de Los Lagos, sur de Chile. Para detalles de cada sitio ver Tabla 3.



4.4 Discusión

El presente estudio permitió identificar 25 sitios importantes o hotspot de uso para *L. haemastica*, en la Región de Los Lagos. De estos, nueve son identificados por primera vez como sitio de importancia para esta especie. Un 64% de los sitios que muestran una alta intensidad de uso son conocidos por su importancia para la conservación de aves playeras migratorias. Esta alta coincidencia, favorece la validación metodológica del presente estudio.

Si bien siempre será mejor contar con un mayor número de individuos en el monitoreo satelital, los presentes resultados corroboran que *L. haemastica* utiliza distintos humedales marinos y estuarinos, continentales e insulares de la Región de Los Lagos. De los tres individuos marcados en Maullín, uno mostró desplazamientos hacia el humedal marino de Caulín (en Chiloé), y dos hacia los humedales de Chamiza y Coihuín (en el Seno de Reloncaví). Los individuos marcados en Chullec se desplazaron entre diferentes humedales marinos de la costa oriental del archipiélago de Chiloé, y uno continuó hacia humedales del litoral continental de Calbuco. Estos movimientos muestran un patrón de uso que permite proponer una red de sitios que integra el paisaje continental e insular de la región.

Esta información es útil para el fortalecimiento de la red de sitios locales de importancia para aves playeras migratorias. Así, la planificación para la conservación de cada sitio puede integrar un enfoque de red, que considere la situación ambiental de los otros sitios, y por tanto mantener una comunicación estable entre estos. Es necesario apoyar la evaluación, monitoreo permanente y protección ambiental de los nuevos sitios identificados, como por ejemplo los ubicados en las cercanías de Calbuco. Para este lugar, se ha estimado una abundancia estival de 1000 a 1500 individuos de *L. haemastica*, que representan entre el 1,5 a 2,1% de su población mundial (Aguirre & Medrano 2018).

A partir de este estudio, futuras investigaciones deben enfocarse en la evaluación de la situación ambiental de los nuevos sitios identificados, en especial los ubicados en islas Chauques y alrededores de Queilen. De igual forma, futuros esfuerzos pueden evaluar las conductas y tipos de usos que se realizan, así como la disponibilidad de alimento existente para la población de *L. haemastica* que hace uso de estos diferentes sitios de la red identificada.

Finalmente, es necesario ampliar el área de planificación para conservación de aves playeras migratorias de Chiloé, integrando sitios ubicados en la Provincia de Llanquihue. Particularmente humedales marinos de Calbuco, Chamiza-Coihuín, y Maullín, con un especial enfoque de redes de sitios orientados a la conservación de las aves y al fortalecimiento de las comunidades locales que se vinculan con estos lugares.



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

➤ Durante los últimos 10 años, en los humedales marinos de Curaco de Vélez y Chullec, se han observado diferencias en las abundancias estacionales de *L. haemastica* y *N. phaeopus*. La mayor abundancia de *L. haemastica* se observó en el humedal marino de Chullec. Mientras que la abundancia de *N. phaeopus* fue relativamente similar en ambos sitios.

➤ En cuanto a las estimaciones poblacionales de ambas especies, durante primavera y verano, en el humedal marino de Curaco de Vélez se registró una media cercana a 3000 individuos de *L. haemastica*, y 4000 en Chullec. Mientras que para *N. phaeopus* esta cifra varió de 80 a 200 individuos, de forma similar en ambos humedales marinos.

➤ Las abundancias medias obtenidas del presente estudio indican que los humedales marinos de Chullec y Curaco de Vélez pueden ser utilizados en conjunto por al menos un 30% de la población total para el Archipiélago de Chiloé estimada en otros estudios previos (Cecpan 2018).

➤ Por lo anterior, los humedales marinos de Chullec y Curaco de Vélez constituirían uno de los sitios más relevantes para la conservación de *L. haemastica* en el Archipiélago de Chiloé.

➤ En base a los resultados del monitoreo de *L. haemastica* y *N. phaeopus* en los humedales marinos de Chullec y Curaco de Vélez, durante los últimos 10 años estas poblaciones se han mantenido relativamente estable a nivel local. Sin embargo, por la tendencia global de disminución poblacional de ambas especies es necesario continuar las acciones colectivas y/o de red a escala continental para la conservación de estas aves playeras migratorias.

➤ En los humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín se han observado importantes abundancias de *L. haemastica* y *N. phaeopus*, durante las estaciones de verano y primavera. Para *L. haemastica*, las mayores abundancias se registraron en el humedal de Lepihué-La Pasada. Mientras que las mayores concentraciones de *N. phaeopus* se observaron en el humedal de Amortajado.

➤ Los humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, mostraron sumatoria de las abundancias medias de *L. haemastica* durante verano de 5424 individuos. Mientras que para *N. phaeopus* resulta en 807 individuos.



Los humedales costeros de Maullín contienen una importante fracción de las poblaciones biogeográficas que pasan la época no reproductiva en humedales costeros continentales de la Región de Los Lagos.

Las tendencias poblacionales de *L. haemastica* y *N. phaeopus* en primavera y verano indican un crecimiento lineal significativo en general y en particular en el humedal de Lepihué-La Pasada. Esto indica la importancia de este sitio para las poblaciones de ambas especies en el conjunto de humedales costeros del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín.

En base al monitoreo satelital realizado en los periodos 2015-2017 y 2020-2021, el presente estudio permitió identificar 25 sitios de uso importantes o hotspot para *L. haemastica*, en la Región de Los Lagos. De estos, nueve son identificados por primera vez como sitio de importancia para esta especie. Un 64% de los sitios que muestran una alta intensidad de uso son conocidos por su importancia para la conservación de aves playeras migratorias. Esta alta coincidencia, favorece la validación metodológica del presente estudio.

De los tres individuos marcados en Maullín en el periodo 2020-2021, uno mostró desplazamientos hacia el humedal marino de Caulín (en Chiloé), y dos hacia los humedales de Chamiza y Coihuín (en el Seno de Reloncaví). Lo que demuestra la conexión de estos sitios en cuanto al uso de los humedales por parte de *L. haemastica*.

Los individuos marcados en Chullec se desplazaron entre diferentes humedales marinos de la costa oriental del archipiélago de Chiloé, y uno continuó hacia humedales del litoral continental de Calbuco. Estos movimientos muestran un patrón de uso que permite proponer una red de sitios que integra el paisaje continental e insular de la región.

A partir de este estudio, futuras investigaciones deben enfocarse en la evaluación de la situación ambiental de los nuevos sitios identificados, en especial los ubicados en islas Chauques y alrededores de Queilen. De igual forma, futuros esfuerzos pueden evaluar las conductas y tipos de usos que se realizan, así como la disponibilidad de alimento existente para la población de *L. haemastica* que hace uso de estos diferentes sitios de la red identificada.

Finalmente, es necesario ampliar el área de planificación para conservación de aves playeras migratorias de Chiloé, integrando sitios ubicados en la Provincia de Llanquihue. Particularmente humedales marinos de Calbuco, Coihuín-Chamiza, y Maullín, con un especial enfoque de redes de sitios orientados a la conservación de las aves y al fortalecimiento de las comunidades locales que se vinculan con estos lugares.



6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Manomet Center for Conservation Sciences y la Fundación David and Lucile Packard por el apoyo permanente para sostener actividades del proceso de conservación de aves playeras migratorias en Chiloé y Maullín. A Fletcher Smith por su apoyo en la captura e instalación de los transmisores satelitales en 2015. También a Teri y Ken Graf-Pulvino por su significativo aporte para el monitoreo satelital de *L. haemastica* en Chiloé, durante los años 2015-2017 y al International Conservation Fund of Canada por su apoyo en la conservación y monitoreo del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, J. & F. Medrano. 2019. Sobre la importancia de Calbuco, Región de Los Lagos, Chile, para el Zarapito de pico recto (*Limosa haemastica*). Revista Chilena de Ornitología 25 (2): 74-76.
- Andres, B. A., Johnson, J.A., Valenzuela, J., Guy Morrison, R. I., Espinosa, L., & Ken Ross, R. 2009. Estimating eastern pacific coast populations of Whimbrels and Hudsonian Godwits, with an emphasis on Chiloé Island, Chile. Waterbirds, 32, 216-224.
- BirdLife International. 2016. *Limosa haemastica*. The IUCN Red List of Threatened Species. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22693154A93386036.en>.
- Bradshaw, C.J., & B.W. Brook. 2010. The conservation biologist's toolbox – principles for the design and analysis of conservation studies, pp. 313-336. In: Navjot S. Sodhi, N.S., & P.R. Ehrlich. Conservation Biology for All. Oxford University Press. New York.
- Camus, P. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. Revista Chilena de Historia Natural 74: 587-617.
- CECPAN. 2018. Monitoreo de poblaciones de *Limosa haemastica* y *Numenius phaeopus*. Reporte de resultados del censo simultáneo de 2017/2018 (comparación con censo 2013/2014). Programa de monitoreo de Aves Migratorias en el Archipiélago de Chiloé. Manomet y CECPAN. Ancud. 24 pp.
- Chan, Y-C, T.L. Tibbitts, T. Lok, C.J. Hassell, H-B Peng, Z. Ma, Z. Zhang, & T. Piersma. 2019. Filling knowledge gaps in a threatened shorebird flyway through satellite tracking. J Appl Ecol. 56: 2305–2315. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13474>
- Choi, C-Y., H-B. Peng, P. Hed, X-T. Renb, S. Zhangg, M.V. Jackson, X. Ganh, Y. Cheni, Y. Jiaj, M. Christiek, T. Flaherty, K-S. Leung, C. Yu, N.J. Murray, T. Piersma, R.A. Fuller, & Z. Ma. 2019. Where to draw the line? Using movement data to inform protected area design and conserve mobile species. Biological Conservation 234: 64–71.
- Conservación Marina. 2015. Humedales prioritarios de Curaco de Vélez para la conservación de aves playeras migratorias. Programa de Planificación para la Conservación. ONG Conservación Marina. Valdivia.
- Conservación Marina. 2016. Guía para el aprendizaje de las aves costeras migratorias y su hábitat en Curaco de Vélez. Fondo de Apoyo a la Educación Pública 2015, Ministerio de Educación. ONG Conservación Marina, Valdivia.
- Delgado, C., C. Ohlendorf & L. Espinosa. 2013. Guía de manejo del sitio de importancia para las aves playeras migratorias “Curaco de Vélez”. Programa de Planificación para la Conservación. ONG Conservación Marina, Valdivia.
- Delgado, C., M. Sepúlveda & R. Álvarez. 2010. Plan de Conservación para las aves playeras migratorias de Chiloé. Valdivia, 112 pp.
- Espinosa, L., von Meyer, A.P. & Schlatter, R.P. 2005. Status of the Hudsonian Godwit in Llanquihue and Chiloé provinces, southern Chile, during 1979–2005. Wader Study Group Bulletin, 109, 77-82.
- Feinsinger, P. 2003. El Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra. Bolivia.
- García-Walther J, Senner N. R, Norambuena H.V, & F Schmitt. 2017. Atlas de las Aves Playeras de Chile: sitios importantes para su conservación. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile. 274 pp.
- Gaston, K.J., Jackson, S.F., Cantú-Salazar, L., Cruz-Piñón, G., 2008. The ecological performance of protected areas. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 39, 93–113.
- Getis, A., & J.K. Ord. 1992. The analysis of spatial association by use of distance statistics. Geographical Analysis 24(3).

- Gherardi-Fuentes, C., Ruiz, J., Verdugo, C., & Navedo, J. G. (2020). Male-biased adult sex ratio in non-breeding areas of an extreme long-distance migratory shorebird population. *Acta Oecologica*, 105, 103560.
- Halupka, L.; Wierucka, K.; Sztwiertnia, H.; Klimczuk, E. Conditions at autumn stopover sites affect survival of a migratory passerine. *J. Ornithol.* 2017, 158, 979–988.
- Howes, L., S. Béraud, & V. Drolet-Gratton. 2016. Shorebird Marking Protocol. Pan American Shorebird Program. Disponible en <https://www.shorebirdplan.org/wp-content/uploads/2016/08/PASP-Marking-Protocol-April-2016.pdf>
- Johnson, J.A., Andres, B.A., Sitters, H.P., Valenzuela, J., Niles, L.J., Dey, A.D., Peck, M.K. & Espinosa, L.A. 2007. Counts and captures of Hudsonian Godwits and Whimbrels on Chiloé Island, Chile, January–February 2007. *Wader Study Group Bulletin* 113: 47–52.
- Lei, J., Y. Jia, A. Zuo, Q. Zeng, L. Shi, Y. Zhou, H. Zhang, C. Lu, G. Lei, & L. Wen. 2019. Bird satellite tracking revealed critical protection gaps in East Asian–Australasian flyway. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 16, 1147. doi:10.3390/ijerph16071147
- Mehlman, D.W., J.A. Fitzsimons, A. Irving, J. Irving & B. Hancock. 2020. Selecting a suite of potential partner sites for the Adelaide International Bird Sanctuary to aid shorebird conservation in the East Asian–Australasian Flyway. *Pacific Conservation Biology*, 26, 67–77. <https://doi.org/10.1071/PC18084>
- NABCI. (2016). State of North America's Birds 2016. Species Assessment Summary and Watch List. <http://www.stateofthebirds.org/2016/resources/species-assessments/>. Accessed 9 October 2020.
- Newton, I. Can conditions experienced during migration limit the population levels of birds? *J. Ornithol.* 2006, 147, 146–166.
- Ord, J.K., & A. Getis. 1995. Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and application. *Geographical Analysis* 27(4).
- Ortiz, P., I. Rodríguez, P. Arrey & A. Jaramillo. 2009. Chile. Pág. 125 –134 en Devenish, C, DF Díaz, RP Clay, I Davidson & I Yépez (Eds.) *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. BirdLife International Series N° 16, Quito.
- Schaub, M., L. Jenni, & F. Bairlein. 2008. Fuel stores, fuel accumulation, and the decision to depart from a migration stopover site. *Behav. Ecol.* 19: 657–666.
- Senner SE, Andres BA, Gates HR. (Eds.). 2017. Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas. National Audubon Society, Nueva York, Nueva York, EE. UU.
- Senner, N.R. 2010. Conservation Plan for the Hudsonian Godwit, version 1.1. Manomet Center for Conservation Science, Manomet, Massachusetts.
- Senner, N.R., Hochachka, W.M., Fox, J.W. & Afanasyev, V. 2014. An exception to the rule: carryover effects do not accumulate in a long-distance migratory bird. *PLoS ONE* 9: e86588.
- Sheehy, J.; Taylor, C.M.; Norris, D.R. 2011. The importance of stopover habitat for developing effective conservation strategies for migratory animals. *J. Ornithol.* 152: 161–168.
- Trinder, M.N.; Hassell, D.; Votier, S. 2009. Reproductive performance in arctic-nesting geese is influenced by environmental conditions during the wintering, breeding and migration seasons. *Oikos* 118: 1093–1101.
- Von Meyer, A. & L. Espinosa 1998. Situación del Flamenco chileno (*Phoenicopiterus chilensis*) en Chiloé y sur de la Provincia de Llanquihue. *Boletín Chileno de Ornitología* 5: 16-20.
- Warnock, N. 2010. Stopping vs. staging: The difference between a hop and a jump. *J. Avian Biol.* 41, 621–626.

