

INFORME FINAL
Proyecto FIPA N°2016-33:
“Censo de Pingüinos de Humboldt”



Consultor:
Corporación CULTAM



CULTAM

AUTORES:

ALEJANDRO SIMEONE C. (JEFE DE PROYECTO)

ROBERTO AGUILAR P.

GUILLERMO LUNA J.

Santiago, julio 2018

ÍNDICE GENERAL

Resumen ejecutivo.....	4
Executive summary	7
Objetivo general y objetivos específicos.....	10
Antecedentes.....	11
Metodología de trabajo.....	12
Resultados.....	20
Discusión.....	41
Conclusiones.....	46
Referencias bibliográficas.....	47
Anexos.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales tipos de nidos utilizados por el pingüino de Humboldt en sus colonias según la clasificación de Simeone & Bernal (2000). Fotografías gentileza Sr. Marcelo Flores (Avitrek).....	15
Figura 2. Índice de Oscilación del Sur para el período 1999 – 2008 en que se realizaron los censos de pingüino de Humboldt en muda (Wallace & Araya 2015). Se muestra el promedio de los meses de septiembre a enero de cada año.....	17
Figura 3. Frecuencia de los tipos de nidos utilizados por los pingüinos de Humboldt XV a la X regiones de Chile. Ver descripción de cada tipo en Metodologías de Trabajo (sección 6.3.4).....	23
Figura 4. Caracterización de los encuestados (n= 134) durante la realización del censo de pingüino de Humboldt entre Arica y Chiloé.....	28
Figura 5. Reconocimiento de pingüinos por zonas de estudio (superior) y por tipo de situación de encuentro (inferior).....	29
Figura 6. Reconocimiento de sitios reproductivos por parte de los usuarios en las zonas de estudio.....	30
Figura 7. Percepción positiva o negativa de usuarios hacia el pingüino de Humboldt (superior) y argumentos libres para la percepción positiva de esta especie (inferior).....	31
Figura 8. Reconocimiento de los usuarios sobre amenazas en el mar (superior) y en tierra (inferior) para el pingüino de Humboldt.....	32
Figura 9. Reconocimiento de usuarios para el estado de conservación del pingüino de Humboldt, ante la pregunta de si en su zona, la especie ha disminuido, se mantiene igual o si ha aumentado.....	33
Figura 10. Tendencia temporal general de la abundancia de pingüino de Humboldt durante la muda del plumaje en la costa chilena. La línea corresponde a un ajuste 'gausiano' de los datos para todas las colonias en el periodo de estudio. Los valores que se muestran corresponden a los totales por sitio.....	34
Figura 11. Abundancia de pingüino de Humboldt durante la muda de plumaje en la costa de Chile. Se muestra el total por año y las barras corresponden al 95% de intervalo de confianza. Los valores corresponden a los datos ajustados mediante GLM. Como se observa, las barras se superponen indicando que no existen diferencias entre los grupos.....	35
Figura 12. De arriba hacia abajo se muestra la serie temporal de los datos de ISO, la componente estacional, la tendencia general de los valores de ISO y los remanentes. Las barras grises a la derecha son de igual altura en las coordenadas correspondientes de cada panel	36
Figura 13. El panel A muestra la distribución de frecuencias de la abundancia media de Pingüino de Humboldt durante la muda entre los años 1999-2008. La abundancia media corresponde a la media aritmética por isla obtenida por medio de un modelo generalizado lineal (ver metodología). Los números sobre las barras corresponden al número de casos. Los paneles B, C y D muestra la relación entre la abundancia media y tres descriptores para los sitios de muda, la Latitud, el Aislamiento (distancia entre las islas y el continente) y la Superficie de las islas, respectivamente.....	37
Figura 14. Modelo aditivo generalizado (GAM) para explicar la relación entre la abundancia de pingüinos mudando y la latitud a la que se ubican las islas os sitios de empleados para la muda. El panel superior corresponde a la línea suavizada para la relación entre ambas variables. Las líneas segmentadas corresponden al 95% de confianza. El panel inferior muestra los residuales del modelo de ajuste.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Colonias de pingüino de Humboldt consideradas en este estudio. *Colonia inicialmente reportada como posadero, **Colonia nueva, reportada en este estudio.....	21
Tabla 2. Fecha (agrupada por quincenas) de realización de los censos de colonias de pingüino de Humboldt en las Zonas de estudio.....	22
Tabla 3. Matriz de amenazas detectadas en las colonias de pingüino de Humboldt visitadas durante el desarrollo de este estudio.....	24
Tabla 4. Posaderos de pingüino de Humboldt considerados en este estudio.....	26
Tabla 5. Fecha (agrupada por quincenas) de realización de los censos de posaderos de pingüino de Humboldt.....	27
Tabla 6. Estadísticos descriptivos para los sitios más importantes utilizados por los pingüinos de Humboldt para la muda. Los valores se estimaron a partir de los datos calculados por un modelo generalizado lineal (ver metodologías de trabajo).....	39
Tabla 7. Resumen del número de colonias y nidos activos censados por zona de estudio. Se indican los valores con sus respectivos intervalos de confianza (95%).....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Composición del equipo de trabajo	50
Anexo 2: Encuesta (versión 2 / 30.09.2017)	51
Anexo 3: Diseño de trípticos y poleras entregados durante la aplicación de las encuestas	53
Anexo 4: Protocolo estandarizado para toma de datos durante el trabajo de terreno	55
Anexo 5: Taller de Difusión de Resultados del Proyecto	57

1. RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los resultados del proyecto FIPA N° 2016-33 “Censo de Pingüinos de Humboldt”. Este proyecto, ejecutado por la Corporación CULTAM de Antofagasta en colaboración con la Universidad Andrés Bello de Santiago y Universidad Católica del Norte de Coquimbo, tuvo como objetivo general “Localizar, caracterizar y cuantificar las colonias de pingüino de Humboldt presentes en el área comprendida entre la XV y X Regiones de Chile, para obtener una estimación poblacional de esta especie a nivel nacional”. Entre los objetivos específicos, las bases del proyecto pidieron: 1) Localizar y describir los sitios de nidificación y no nidificantes de pingüino de Humboldt presentes desde la XV a la X regiones de Chile, 2) Estimar la cantidad de parejas reproductivas y/o nidos activos de pingüino de Humboldt en las colonias localizadas, 3) Cuantificar el número de ejemplares en muda de plumaje en los sitios de nidificación, 4) Cuantificar el número de ejemplares presentes en los sitios no nidificantes y 5) Efectuar la estimación poblacional de pingüinos de Humboldt en cada sitio cuantificado y la población total de esta especie a nivel nacional.

Dada la extensa distribución del pingüino de Humboldt a lo largo de la costa chilena, el área de estudio fue dividida en tres zonas operacionales: Zona I, entre Arica y Chañaral (18-26°S), Zona II, entre Chañaral y Coquimbo (26-30°S) y Zona III, entre Coquimbo y Chiloé (30-42°S). El censo de pingüinos se realizó fundamentalmente entre octubre y diciembre de 2017; sólo dos colonias fueron censadas durante diciembre 2016. En total, se visitaron 45 colonias entre Punta Patillos (20°45´S) e isla Metalqui (42°11´S) y se contabilizaron 5.067 parejas o nidos activos (Intervalo de confianza de 95%= 4.158 - 5.976), lo que indica una población de al menos 10.134 individuos maduros. En la Zona I, las principales colonias fueron Islote Huanillos (68 parejas) e Isla Pan de Azúcar (75 parejas). En la Zona II destacan Isla Chañaral con 1.045 parejas, Isla Choros con 2.859 parejas e Isla Tilgo con 97 parejas. En la Zona III la principal colonia fue Isla Cachagua con 456 parejas. En la Zona I, los pingüinos utilizaron principalmente nidos de tipo expuestos, seguidos por cuevas de tierra. En la Zona II predominaron los nidos cubiertos por vegetación (principalmente cactus) y cubiertos por roca. En la Zona III se encontraron principalmente cuevas de tierra y cubiertos por roca. A lo largo del área de estudio se pudo determinar la presencia de al menos cinco tipos de amenazas en las colonias de pingüinos de Humboldt. La amenaza destrucción/degradación de hábitat se manifestó como la extracción de guano de las colonias y ésta se presentó principalmente en la Zona I (35% de los sitios visitados). Las especies invasoras se registraron principalmente en colonias de la Zona III (46% de los sitios visitados). La contaminación se manifestó como basura depositada en las colonias principalmente en la Zona III, con un 85% de presencia en las colonias visitadas. En la Zona I, la contaminación se manifestó principalmente como emisiones atmosféricas y vertidos industriales al mar asociadas a plantas termoeléctricas y muelles industriales. Las interacciones con pesquerías se presentaron en la forma de interacciones con redes artesanales de enmalle, utilizadas por las comunidades locales de pescadores. Estas interacciones se registraron principalmente en las zonas II y III, con un 100% y 46% de presencia

en los sitios visitados, respectivamente. Las perturbaciones humanas estuvieron muy presentes en las tres zonas y se relacionaron principalmente al turismo alrededor de las colonias y a la entrada a los sitios para la extracción de algas y mariscos.

En total, se visitaron 58 sitios no reproductivos (o posaderos) de pingüino de Humboldt, entre Punta Paloma ($18^{\circ}32'S$) e islote Punta Almanao ($41^{\circ}55'S$). Los censos de los sitios no reproductivos se realizaron principalmente entre los meses de octubre y noviembre de 2017, a excepción de islotes Manquemapu (diciembre 2016) y Punta Paloma-Arica (junio 2017). En general, el número de pingüinos presentes en los posaderos fue muy bajo. De los 58 posaderos visitados, en sólo 7 se observaron pingüinos, con valores que fluctuaron entre 1 y 13 individuos.

El análisis de la serie de datos publicada por Wallace & Araya (2015) muestra que la abundancia de pingüinos de Humboldt mudando es altamente variable entre sitios, pero con un patrón general entre años relativamente estable, pues los valores de abundancia no fueron significativamente diferentes entre los distintos años (LRT = 84,46; $P = 0,291$). Así, el número de animales en muda varió entre 24.144 (95% CI = 3.955) y 35.284 (95% CI = 4.897) individuos entre los años 1999 y 2008. El análisis preliminar del efecto de la variación del ISO (Índice de Oscilación del Sur) sobre el número de animales resultó ser no significativo (LRT = 22,23; $P = 0,76$). Al analizar el número de pingüinos mudando por sitio se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$). Los sitios que agruparon a la mayor cantidad de pingüinos mudando estuvieron en el centro norte de Chile, entre la isla Pan de Azúcar y Pájaros 1, pero destaca por su abundancia la Isla Chañaral en la que el promedio para los diez años de estudio fue de 10.964 (95% CI = 406) animales. Los sitios más estables fueron Isla Cachagua (CV = 1,7) e isla Chañaral (CV = 2,3). Los sitios con mayor variabilidad en el número de animales mudando fueron la Isla Grande, seguido por la isla Pan de Azúcar y Pájaro Niño.

Los valores obtenidos en el presente estudio (5.067 parejas) son sólo comparables a las estimaciones hechas a comienzos de la década de los años 80 (Araya 1983) y sustancialmente menores a los estimados a través de los censos de animales en muda (Wallace & Araya 2015). Si bien estos valores no son del todo comparables por los métodos con que se obtuvieron, la percepción general es que los valores obtenidos en este estudio representan un valor notoriamente bajo. Esta aparente tendencia a la baja en el número de pingüinos de Humboldt coincide con las observaciones realizadas por CONAF en dos colonias del SNASPE en la Región de Atacama (Pan de Azúcar y Chañaral), las que han registrado una disminución sostenida en el número de individuos contabilizados durante la muda desde el año 2009/2010 (Ravanel 2017).

Los motivos que estarían detrás de esta baja poblacional son inciertos y claramente escapan a los objetivos de este trabajo. Sin embargo, es posible ofrecer aquí algunas explicaciones que deberían corroborarse en estudios futuros. Una posibilidad es que el año en que se realizó este censo (2017) haya correspondido a un momento de baja poblacional natural dentro de la dinámica de la especie. El pingüino de Humboldt es conocido por presentar fluctuaciones extremas debido a eventos oceanográficos cálidos como El Niño. En estas

situaciones, se observan disminuciones drásticas en el tamaño poblacional que no son atribuibles a mortalidad, sino a dispersión de los individuos hacia zonas con mejores condiciones ambientales, principalmente, alimento. Luego que se restablecen las condiciones ambientales, los animales regresan a sus colonias a retomar la actividad reproductiva. Situaciones como estas se observaron durante los eventos El Niño de 1982-83 (Araya & Todd 1987, Hays 1986) y 1997-98 (Simeone et al. 2002). La casi ausencia de animales en los posaderos que fue detectada en este estudio sustenta esta idea y sugiere que los pingüinos podrían haber estado principalmente en el mar en busca de alimento.

Otra posibilidad es que efectivamente estemos presenciando una disminución de la población chilena del pingüino de Humboldt. Los datos de CONAF para Pan de Azúcar y Chañaral (Ravanel 2017) sugieren que éste podría ser el caso. Lamentablemente, Wallace & Araya (2015) discontinúan sus censos de pingüinos durante la muda el año 2008, un año antes de que las unidades de guardaparques en las dos colonias mencionadas empiezan a realizar censos anuales de pingüinos en muda.

Finalmente, en el Taller de difusión de resultados del proyecto, realizada en Viña del Mar el día 28 de marzo de 2018, los asistentes manifestaron las siguientes recomendaciones. 1) se hace necesario retomar la realización de censos periódicos durante la época de muda del pingüino de Humboldt para poder estimar el tamaño de la población total; 2) Es necesario contar con metodologías estandarizadas en el país para poder realizar estudios como estos a lo largo de toda la distribución de la especie y así poder comparar los datos entre sitios y entre años; 3) Es necesario estudiar el efecto de las especies invasoras, especialmente las ratas, y cómo éstas están amenazando a los pingüinos.

2. EXECUTIVE SUMMARY

We present the results obtained from FIPA project N° 2016-33 "Humboldt Penguin Census". This project was accomplished by the Corporación CULTAM based in Antofagasta in collaboration with Universidad Andrés Bello at Santiago and Universidad Católica del Norte at Coquimbo. The general aim of this project was to "Locate, characterize and quantify the Humboldt penguin colonies present in the area between the XV and X Regions of Chile in order to obtain a population estimate of this species at the national level". The specific aims were to: 1) Locate and describe nesting and non-nesting sites of Humboldt penguin present from XV to X regions of Chile, 2) Estimate the number of Humboldt penguin breeding pairs and / or active nests at the colonies, 3) Quantify the number of molting individuals at the nesting sites, 4) Quantify the number of individuals present in the non-nesting sites, and 5) Obtain a population estimate of Humboldt penguins in each quantified site so as to draw the total population nationwide.

Due to the extensive distribution of the Humboldt penguin along the Chilean coast, the study was divided into three operational zones: Zone I, from Arica to Chañaral (18°-26°S), Zone II, from Chañaral to Coquimbo (26°-30°S) and Zone III, from Coquimbo to Chiloé (30°-42°S). The census of penguins was carried out mainly between October and December 2017; only two colonies were counted on December 2016. In total, 45 colonies were visited between Punta Patillos (20°-45°S) and Isla Metalqui (42°-11°S). In total, 5,067 pairs or active nests ((confidence interval of 95%= 4.158 - 5.976)) were counted, indicating a population of at least 10,134 mature individuals. In Zone I, the main colonies were Huanillos Islet (68 pairs), and Pan de Azúcar Island (75 pairs). In Zone II, Chañaral Island stands out with 1,045 pairs, Isla Choros with 2,859 pairs and Tilgo Island with 97 pairs. At Zone III, the main colony was Cachagua Island with 456 pairs. In zone I, penguins used mainly exposed nests, following by dirt burrows. In Zone II the most frequent nest types were vegetation-covered (mainly cactus) and rock-covered. In Zone III penguins bred mainly in dirt burrows and rock-covered nests. Throughout the study area it was possible to determine the presence of at least five types of threats in the colonies of Humboldt penguins. Habitat destruction / degradation in the form of guano mining occurred mainly in Zone I (35% of visited sites). Invasive species were recorded mainly at colonies from Zone III (46% of visited sites). Pollution by coastal litter was the main threat in colonies in Zone III (85% of visited colonies). In Zone I, pollution by atmospheric and industrial sewage from thermoelectric plants and industrial docks were frequent. Interactions with fisheries are presented as interactions with artisanal gillnets, used by local fishing communities. These interactions were recorded mainly in zones II and III, with 100% and 46% presence in the sites visited, respectively. Human disturbances were present in the three zones and were mainly related to tourism in or near colonies and extraction of algae and shellfish at the colony periphery.

In total, 58 non-breeding (or rookeries) Humboldt penguin sites were visited, between Punta Paloma (18 ° 32'S) and Punta Almanao islet (41 ° 55'S). The non-breeding sites censuses were carried out between

October and November 2017, with the exception of Manquemapu islets (December 2016) and Punta Palomara (June 2017). In general, numbers of penguins at non-breeding sites were very low. In only 7 out of 58 non-breeding sites we detected penguins, with values ranging from 1 to 13 individuals.

Our analyses of data series published by Wallace & Araya (2015) show that abundance of molting Humboldt penguins is highly variable among sites, but with a general pattern among stable years. The values were not significantly different for distinct years (LRT = 84.46; $P = 0,291$). The number of molting birds varied between 24,144 (95% CI = 3,955) and 35,284 (95% CI = 4,897) individuals between 1999 and 2008. The preliminary analysis of ISO (Southern Oscillation Index) variation in animal numbers was non-significant (LRT = 22.23; $P = 0.76$). When analyzing the number of molting penguins by site, significant differences were detected between sites ($P < 0.05$). The sites with highest number of molting penguins were those at center-northern part of Chile, between Pan de Azúcar Island and Pájaros 1, but Chañaral Island stands out for its high abundance in which the ten-year average study was 10,964 (95% CI = 406) birds. The most stable sites were Cachagua Island (CV=1.7) and Chañaral (CV=2.3). The site with highest variability in molting penguins were Grande Island following by Pan de Azúcar Island and Pájaro Niño.

Population numbers determined in the present study (5,067 pairs) are comparable to the estimates made in the early 80s (Araya 1983) but much lower than those estimated through the molting census (Wallace and Araya 2015). Although these values are not completely comparable due to the differences in the methods employed, the general perception is that present numbers are remarkably low. This apparent downward trend in the number of Humboldt penguins coincides with the observations made by CONAF at two SNASPE colonies within the Atacama Region (Pan de Azúcar and Chañaral), which have showed a sustained decrease in the number of molting individuals from 2009/2010 to the present (Ravanel 2017). The reasons behind this population decline are uncertain and clearly escape the objectives of this study. However, it is possible to offer some explanations that should be corroborated in future studies. One possibility may related that the year in which this census was conducted (2017) penguins experienced a natural extreme fluctuation within the dynamics of this specie. The Humboldt penguin is known to present extreme fluctuations due to warm oceanographic events such as El Niño. In this events, drastic declined in population size are observed but are not attributable to mortality, but to the dispersion of individuals looking for areas with better environmental conditions, mainly food. After the environmental conditions are restored, the animals return to their colonies to resume the reproductive activity. Similar situations were observed during ENSO events of 1982-83 (Araya & Todd 1987, Hays 1986) and 1997-98 (Simeone et al. 2002). The nearly total absence of penguins at non-breeding sites visited in this study, sustains this idea and suggest that penguins were most likely at the sea looking for food.

Another possibility is that the Chilean Humboldt penguin population may be going over a true reduction. Data from CONAF for Pan de Azúcar and Chañaral (Ravanel 2017), sustains this idea. Unfortunately,

Wallace & Araya (2015) discontinued their penguin census in 2008, a year before the park rangers began to conduct annual surveys of molting penguins in the two colonies mentioned.

Finally, at the Workshop conducted in Viña del Mar on March 28th 2018 to present the results of the project, attendees expressed the following recommendations: 1) it is necessary to resume periodic censuses during the molting season for Humboldt penguins in order to estimate the size of the total population. 2) It is necessary to develop a standardized methodology to conduct censuses and counts throughout the distribution of the species in order to make data comparable among sites and years. 3) It is necessary to study the effects of invasive species, specially rats, and how they are threatening to the penguins.

3. OBJETIVO GENERAL

Localizar, caracterizar y cuantificar las colonias de pingüino de Humboldt presentes en el área comprendida entre la XV y X Regiones de Chile, para obtener una estimación poblacional de esta especie a nivel nacional.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Localizar y describir los sitios de nidificación y no nidificantes de pingüino de Humboldt presentes desde la XV a la X regiones de Chile.
2. Estimar la cantidad de parejas reproductivas y/o nidos activos de pingüino de Humboldt en las colonias localizadas.
3. Cuantificar el número de ejemplares en muda de plumaje en los sitios de nidificación.
4. Cuantificar el número de ejemplares presentes en los sitios no nidificantes.
5. Efectuar la estimación poblacional de pingüinos de Humboldt en cada sitio cuantificado y la población total de esta especie a nivel nacional.

5. ANTECEDENTES

El pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) es una especie endémica del Sistema de la Corriente de Humboldt, que habita en el Océano Pacífico a lo largo de la costa oeste de Sudamérica en Perú y Chile, principalmente entre los 5° y los 42° S.

Históricamente, esta especie ha sufrido grandes disminuciones a contar de mediados del siglo XIX debido a la gran explotación guanera que disminuyó la disponibilidad de su hábitat de nidificación (Murphy 1936). Johnson et al. (1965) sugieren que esta especie habitaba las costas de Chile y Perú en “cientos de miles” antes de que se iniciara la explotación masiva del guano. A comienzos de la década de 1980, justo antes de la ocurrencia del evento El Niño de 1982-83, la población global (Chile y Perú) se estimaba en 14.500 a 18.000 individuos (Araya 1983, Hays 1984). Después de este evento oceanográfico, la población fue estimada en no más de 5,000-6,000 individuos. Sin embargo, es poco probable que las aves faltantes hayan muerto, si no que más bien podría tratarse de dispersiones masivas en busca de mejores condiciones ambientales y alimento (Hays 1986, Araya and Todd 1987).

Con posterioridad, se realizaron censos de aves durante el período de muda (principalmente en febrero), tanto en Chile como en Perú. Estos conteos, que incluyen individuos de diversas clases de edad (i.e. juveniles, subadultos y adultos), indicaron que entre 1999 y 2008, en Chile había una población promedio de 33.384 ± 2.372 individuos (Wallace and Araya 2015), mientras que, para un período similar, en Perú había 10.855 ± 6.851 individuos (BirdLife International 2017).

Entre las amenazas que enfrenta esta especie se encuentran principalmente la variabilidad ambiental que introduce la ocurrencia periódica de eventos El Niño, interacciones con pesquerías que producen mortalidad de adultos y juveniles por inmersión en redes de enmalle, especies invasoras en las colonias como ratas y conejos, perturbación humana en las colonias derivada de turismo no regulado y la degradación y destrucción del hábitat por la extracción del guano. Como consecuencia de lo anterior el pingüino de Humboldt en Chile se encuentra clasificado como una especie "vulnerable" (conforme a lo señalado en el D.S.N ° 50/2008 de MINSEGPRES), la misma categoría de conservación a nivel mundial asignada por la UICN (BirdLife International 2017).

En la actualidad, no existen estudios que permitan tener claridad en cuanto al tamaño poblacional actual de esta especie en Chile, como tampoco una actualización del número de colonias que están actualmente en uso y su nivel de amenazas. El presente proyecto constituye probablemente la primera iniciativa a nivel nacional de un censo poblacional con cobertura total, entre las regiones de Arica y Parinacota y de Los Lagos. Se espera que la generación de esta información permita diagnosticar su estatus poblacional, lo cual permitirá definir posteriormente las acciones que el Estado de Chile adoptará en el diseño de medidas de administración que promuevan objetivos de conservación de las especies de aves marinas como el pingüino de Humboldt en el contexto de una gestión pesquera con enfoque ecosistémico.

6. METODOLOGÍAS DE TRABAJO

6.1. Identificación de sitios y metodologías de censos

Para identificar los sitios con presencia de pingüino de Humboldt se utilizaron como referencia los trabajos de Vianna et al. (2014) y Wallace & Araya (2015). El primero corresponde a una revisión bibliográfica de la literatura sobre estudios poblacionales de la especie, mientras que el segundo reporta los resultados de censos de pingüinos en muda en las principales colonias de Chile, entre 1999 y 2008. Adicionalmente, para identificar potenciales sitios no reportados en la literatura, realizamos una búsqueda de sitios ubicados en sectores intermedios a los sitios conocidos. También consultamos a los residentes locales si conocían otros sitios (puntas, islas, islotes) donde se observaran frecuentemente pingüinos.

En base a estos trabajos, se definieron dos tipos de unidades de conteo: posaderos y colonias. Los **posaderos** son sitios utilizados por los pingüinos principalmente para descansar o mudar. En estos sitios no se registra actividad reproductiva y habitualmente corresponden a roqueríos cercanos a la costa. Estos lugares se censaron desde la costa utilizando telescopios 60X y binoculares 10X42. Para posaderos alejados de la costa y con poca accesibilidad por bote, se utilizó un dron DJI Phantom 3 Professional, especialmente en las zonas de estudio I y II (ver sectorización abajo). Las **colonias** son sitios donde se registra actividad reproductiva y hay presencia comprobada de nidos. Para estos sitios se hizo un recuento directo, identificando de manera individual cada nido presente. La aproximación a cada nido se hizo de manera lenta y cuidando de no perturbar excesivamente a sus ocupantes. Para cada uno se anotó el contenido (huevos, pollos, adultos y sus posibles combinaciones) así como el tipo de nido. Para colonias de mayor tamaño (habitualmente mayores a 1.000 parejas), se aplicó el método de Distance Sampling (DS), siguiendo lo propuesto por Buckland et al. (1993).

Debido a su gran extensión, la metodología de DS se utilizó en las colonias de isla Chañaral y Choros. En principio se propuso aplicar también esta metodología en las islas Tilgo y Pájaros, lo que finalmente no se hizo dado que el número de parejas fue menor a lo esperado y por lo tanto se aplicó un recuento directo. En las islas Chañaral y Choros se establecieron transectos lineales de longitud variable a lo largo de los cuáles el observador contabilizó los nidos de pingüino a lo largo de cada transecto. Para cada nido detectado se registró la distancia perpendicular de la línea al nido. Con esta información, se elaboró posteriormente una función probabilística de detección para estimar la proporción de los nidos que no fueron detectados (usualmente, los que quedan más alejados del observador). Una vez ajustada la función de detección se realizaron las estimaciones de abundancia de los nidos en el área de estudio.

El método DS tiene varios supuestos, que para el caso de una estimación de densidad reproductiva en el Pingüino de Humboldt son fácilmente abordables. Por ejemplo, uno de los supuestos es que el objeto (en este caso el nido) no se aleje cuando vean al observador lo cual afecta la detectabilidad del objeto. Otro supuesto

importante del método se refiere a que la medición de la distancia entre la línea de transecto y el nido es perpendicular y exacta (Buckland et al. 1993). Además, las líneas de transecto deben ser definidas en forma completamente aleatoria en el área de estudio. Para ello utilizamos una rutina disponible en el software ArcGis que permite aleatorizar las líneas de transecto al interior de una colonia. Esto, además, permitió identificar los diferentes tipos de hábitats dentro de la colonia y de este modo realizar un muestreo aleatorio estratificado.

Los resultados por colonia fueron expresados en términos de la abundancia total (e.g. número total de parejas) y por unidad de superficie (e.g. número de parejas por Km² o hectárea). Para cada uno de los estimadores se calculó el 95% de intervalo de confianza, el cual corresponde a un rango de valores entre los cuales se encuentra el valor verdadero del estimador. Este estadístico permite realizar comparaciones directas entre dos o más estimadores de una misma variable.

La estimación final del número de parejas reproductivas se obtuvo mediante la adición de los valores obtenidos por colonia. Finalmente, a la suma total se le calculó el 95% de intervalo de confianza y se informan el rango correspondiente al valor mínimo y máximo del intervalo de confianza.

Este estudio contó con el pronunciamiento favorable de la Subsecretaría de Pesca a través del oficio N°2436 del 28 de diciembre de 2016 (extendido por dos años) en el que establece que “... *tanto las actividades a desarrollar, sus fines, el equipo técnico, como sus procedimientos y compromisos, dan garantías de minimizar los riesgos o perturbaciones innecesarias de las especies hidrobiológicas reguladas por el D. S. N° 38 de 2011 y en consecuencia se estima que su metodología de observación directa en madrigueras no contraviene las disposiciones contenidas en el artículo 13 E,- de la Ley General de Pesca y Acuicultura...*” Asimismo, se contó con las autorizaciones N° 045/2016 y N° 030/2017 de la Corporación Nacional Forestal para realizar actividades de investigación al interior del SNASPE.

6.2. Zonación del área de estudio y equipo de trabajo.

Dada la extensa distribución del pingüino de Humboldt a lo largo de la costa chilena, el área de estudio fue dividida en tres zonas operacionales: **Zona I**, entre Arica y Chañaral (18-26°S), **Zona II**, entre Chañaral y Coquimbo (26-30°S) y **Zona III**, entre Coquimbo y Chiloé (30-42°S).

El equipo de trabajo estuvo conformado por un total de 14 personas: 4 en la Zona I (1 coordinador + 3 personas para trabajo de terreno), 5 en la Zona II (1 coordinador + 4 personas para trabajo de terreno) y 4 en la Zona III (1 coordinador + 3 personas para trabajo de terreno). Adicionalmente, se contó con una persona para el diseño y análisis de la encuesta. La identidad y funciones específicas del personal del proyecto se pueden consultar en el **ANEXO 1**.

Como coordinador general del proyecto (y Jefe de Proyecto ante el CIPA) se designó al señor Alejandro Simeone. La coordinación administrativa fue asumida por el señor Roberto Aguilar.

6.3. Caracterización de las colonias

Las colonias se caracterizaron considerando los siguientes aspectos:

6.3.1. *Ubicación geográfica*: para cada colonia se tomó la posición geográfica de la colonia utilizando un GPS.

6.3.2. *Superficie total*: para cada colonia se estimó su superficie total (en hectáreas) sobre la base de la cartografía disponible en Google Earth.

6.3.3. *Distancia a la costa*: para cada colonia se estimó su distancia a la costa (en kilómetros) sobre la base de la cartografía disponible en Google Earth.

6.3.4. *Tipos de hábitats y tipos de nidos*: Para determinar los tipos de nidos utilizados por los pingüinos en las colonias se siguió la nomenclatura propuesta por Simeone y Bernal (2000), quienes para el pingüino de Humboldt reconocen 9 tipos de nidos (Fig. 1):

1. **Cueva de tierra (CT)**: cueva excavada por los mismos pingüinos en sustrato de tierra.
2. **Cueva de guano (CG)**: cueva excavada por los mismos pingüinos en sustrato de guano.
3. **Cueva de roca (CU)**: nidos ubicados en cuevas hechas en sustrato rocoso. Estas cuevas son de formación natural (erosión, abrasión), no excavadas por los pingüinos, y normalmente contienen un solo nido.
4. **Cavernas (CA)**: Corresponden a grandes cavernas naturales. Pueden contener varios nidos.
5. **Cubierto por rocas (CR)**: rocas/bolones proporcionan cobertura desde arriba.
6. **Protegido por rocas (PR)**: la protección viene de los costados y es proporcionada por rocas/bolones.
7. **Cubierto por vegetación (CV)**: igual que en “5”, pero el material es vegetación (arbustos, cactus).
8. **Protegido por vegetación (PV)**: igual que en “6”, pero el material es vegetación (arbustos, cactus).
9. **Expuesto (EX)**: el nido es una simple depresión en el suelo, sin cobertura ni protección.



Figura 1. Principales tipos de nidos utilizados por el pingüino de Humboldt en sus colonias según la clasificación de Simeone & Bernal (2000). Fotografías gentileza Sr. Marcelo Flores (Avitrek).

6.3.5. *Amenazas:* la determinación de las amenazas presentes en cada colonia se realizó mediante dos aproximaciones. La primera fue en base a las observaciones *in situ* de cada equipo en terreno durante las visitas a los sitios. La segunda fue a través de la aplicación de encuestas a personas que viven, trabajan o visitan las inmediaciones de las colonias, incluyendo pescadores, operadores turísticos, pobladores, personal de la Armada de Chile, veraneantes, etc. La información de las encuestas fue agrupada por zona (Zona I, Zona II, Zona III). Las amenazas fueron clasificadas en las siguientes categorías:

1. **Destrucción/degradación de hábitat:** extracción de guano, presencia de vegetación exótica.
2. **Especies invasoras:** cabras, ratas, gatos, perros, conejos, etc.
3. **Contaminación:** animales empetrolados, presencia de plásticos, basura u otros contaminantes en los nidos y/o playas cercanas.
4. **Interacciones con pesquerías:** mortalidad en redes u otros aparejos.
5. **Caza de animales:** uso para consumo humano o como carnada, extracción de huevos y/o pollos.
6. **Perturbaciones:** turismo, extracción recursos (algas, mariscos), pesca recreativa.

6.4. Animales en muda

Las bases del proyecto, en su objetivo específico número 3, requieren “cuantificar el número de ejemplares en muda de plumaje en los sitios de nidificación”. En nuestra propuesta técnica, planteamos el inconveniente de que la nidificación y la muda en el pingüino de Humboldt son eventos temporalmente disociados. Según Simeone et al. (2002), la muda en esta especie se registra principalmente en los meses de enero (juveniles) y febrero (adultos), mientras que la reproducción ocurre en otoño (abril a junio) y primavera (octubre a diciembre). Esto presentaba el inconveniente de que la realización de censos en las épocas de reproducción y muda hacía inviable el proyecto por limitaciones presupuestarias, ya que habría obligado a duplicar las campañas de terreno.

Ante la situación descrita, nuestra propuesta técnica ofreció como alternativa, analizar la serie de tiempo publicada por Wallace & Araya (2015). Estos autores realizaron conteos de pingüino de Humboldt durante la época de muda en las principales colonias del país (entre Iquique y Algarrobo, principalmente) entre los años 1999 y 2008, permitiendo estimar el número de animales en torno a 33.384 ± 2.372 (rango: 28.642–35.284). El trabajo de Wallace & Araya (2015), si bien es muy valioso en cuanto presenta una serie de datos para varios años y sitios a lo largo de Chile, adolece de un análisis detallado de las tendencias poblacionales que considere algunos factores que afectan la dinámica espacial y temporal de estas aves. Con esta consideración, nuestra propuesta técnica planteó como compensación, utilizar la información de Wallace & Araya (2015) (de libre disposición en la web de la revista *Marine Ornithology*) para modelar la tendencia interanual y modelar estadísticamente el tamaño de la población. En forma preliminar se analizó el efecto de los eventos El Niño y La Niña mediante el uso del Índice de Oscilación del Sur (ISO), con el fin de determinar la posible influencia de eventos oceanográficos de gran escala sobre la población de pingüino de Humboldt en Chile.

El Índice de Oscilación Sur (ISO) se define como la diferencia de la presión atmosférica a nivel del mar entre Tahití (Polinesia francesa) y Darwin (Australia), y es una medida de los vientos alisios. Un valor alto de ISO, es decir una gran diferencia de presión atmosférica entre las dos estaciones, se asocia a vientos alisios más fuerte que lo normal y por lo tanto a una condición fría conocida como La Niña. Un valor bajo de ISO se deriva de una pequeña diferencia de presión atmosférica y se asocia a vientos alisios más débiles que lo normal y por lo tanto

a condiciones cálidas en el océano conocido como El Niño. Los valores del índice ISO se obtuvieron del sitio [http://www.climate4you.com/AirPressureVariations.htm#Southern Oscillation Index \(ISO\)](http://www.climate4you.com/AirPressureVariations.htm#Southern Oscillation Index (ISO)). Para los fines de este estudio utilizamos el promedio aritmético (Fig.2) para los meses entre septiembre y enero de cada año. Se eligió este periodo de tiempo considerando que los efectos de un evento El Niño o La Niña afectarían a los individuos durante el período reproductivo y previo al inicio del periodo de muda que ocurre en febrero.

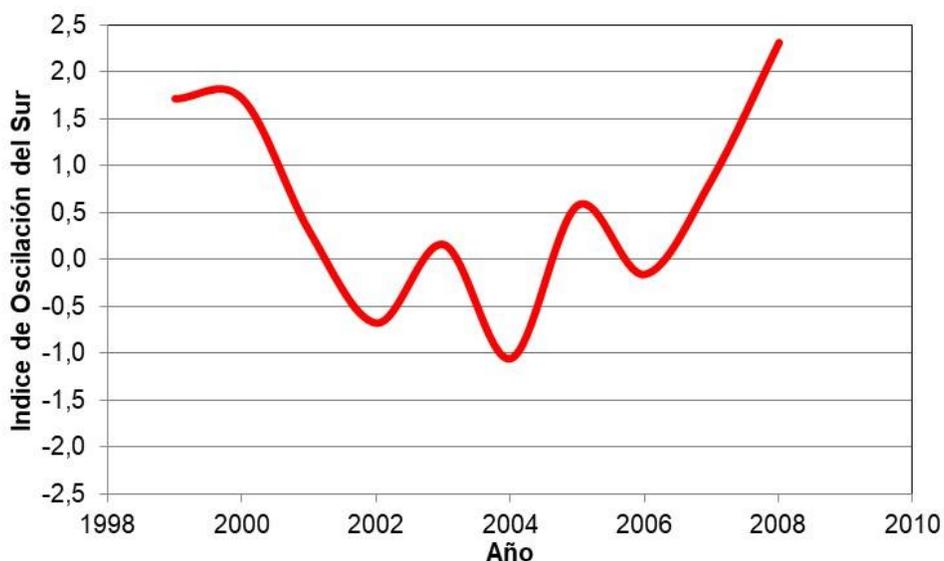


Figura 2. Índice de Oscilación del Sur para el período 1999 – 2008 en que se realizaron los censos de pingüino de Humboldt en muda (Wallace & Araya 2015). Se muestra el promedio de los meses de septiembre a enero de cada año.

Para modelar la variación interanual e intra-sitio de la población de pingüinos de Humboldt en muda, utilizamos la función *manyglm* disponible en el paquete estadístico *mvabund* (Wang et al. 2012). Dicha función se usa para ajustar modelos generalizados lineales (GLM) a datos de alta dimensión, tales como los datos multivariados de abundancia, en este caso, de pingüinos por sitio por año. La función *manyglm* permite calcular los parámetros del modelo generalizado lineal de cada una de las variables en forma simultánea. La ventaja de usar GLM es que está diseñado para datos que no se ajustan a una distribución normal y permite seleccionar el tipo de distribución de probabilidades que se ajusten mejor a la naturaleza de los datos. Habitualmente para datos de recuento (como es el caso de este estudio) se utiliza una distribución de Poisson, la cual es apropiada para el caso de datos que no presente sobre-dispersión, es decir, en casos en que la varianza no sea mayor que la media. Sin embargo, en un examen previo de los residuales de un modelo de Poisson se detectó que los datos presentan una alta sobre-dispersión y por lo tanto el modelamiento de la abundancia de pingüinos fue ajustado mediante una distribución binomial negativa siguiendo las sugerencias de Warton (2005). Cada modelo de ajuste fue validado mediante análisis de los residuales Dunn-Smyth que fueron obtenidos mediante aleatorización (999 iteraciones) y transformados mediante integración de probabilidades. Los residuales fueron examinados en

forma gráfica relacionando los residuales con su predictor lineal, es decir, el valor estimado mediante el modelo de ajuste, con cuantiles Q-Q para una distribución normal y con la posición de la media de los residuales a través de los grupos. Finalmente, el modelo de ajuste fue validado cuando se detectó aleatoriedad (ausencia de algún patrón en la configuración espacial) en la distribución de los residuales y ausencia de datos fuera de rango.

La significancia del modelo validado se obtuvo a través de un análisis de devianza mediante el método de suma de la proporción de verosimilitud estadística. La probabilidad asociada a cada uno de los factores analizados se obtuvo después de 999 iteraciones mediante el método de PIT-trap (probability integral transform residual bootstrap).

La serie temporal de valores del índice ISO (ver arriba) fue separada en los siguientes componentes: estacional, tendencia y remanentes. Este último componente corresponde a los residuales del componente estacional más el ajuste de la tendencia. El modelamiento y separación de los componentes se hizo con la herramienta loess disponible en el software libre R. Se examinó la estabilidad (tendencia a aumentar, disminuir o permanecer estable) de la tendencia de ISO en el periodo en el cual se realizó el estudio de la muda, mediante un test de devianza y máxima verosimilitud para un modelo generalizado lineal mixto. Se usó un modelo mixto debido al alto grado de pseudoreplicación temporal de los datos.

Para el análisis practicado en este estudio se seleccionaron los datos de acuerdo al número de observaciones por año. Algunas islas o puntas sólo fueron visitadas una o dos veces durante los 10 años que duró el trabajo de campo. Los sitios seleccionados (detallados en el Anexo 1 de Wallace & Araya 2015) fueron: Cueva del Caballo, Punta Pierna Gorda, Islote Patillo, Punta Patache, Islote Guanillos, Islotes Algodonales, Cobija Sur, Punta Tames, Islote Angamos, Islote El Chango, Islote Afuera, Punta Taltal, Islotes Blancos, Islotes Punta San Pedro, Isla Pan de Azúcar, Isla Grande, Isla Chañaral, Isla Damas, Isla Choros, Isla Tilgo, Isla Pájaros 1, Isla Cachagua, Islote Concón e islote Pájaro Niño.

6.5. Aplicación de encuestas para evaluar la percepción de los usuarios sobre el pingüino de Humboldt.

Esta encuesta (**ANEXO 2**), ofertada en la Propuesta Técnica, se diseñó con la finalidad de recabar información acerca de cómo el público general, usuario de la zona costera, percibe al pingüino de Humboldt. Además, la aplicación de esta encuesta nos permitió obtener información sobre aspectos que no pudimos evaluar en las visitas que realizamos a los sitios, pero que recogen la percepción de quienes viven, estudian, trabajan o descansan en las cercanías del hábitat de esta especie.

Para identificar rasgos de los usuarios, aplicamos encuestas de percepción a personas distribuidas entre Arica y el Norte de la isla de Chiloé, cubriendo la extensión del Sistema de la Corriente de Humboldt en Chile. Las encuestas incluyeron detalles relacionados a edad, tiempo de residencia/visita en el lugar y actividad desarrollada por los usuarios. La ocurrencia de este último fue representada gráficamente a través del paquete word cloud generator (wordcloud) de R (<http://CRAN.R-project.org>).

Para determinar las probabilidades en la ocurrencia de atributos de cada zona bajo estudio, se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM), así como en percepción hacia los pingüinos (e.g. su potencial beneficio vs perjuicio), se consideró el análisis de estas variables con una estructura de error binomial. Finalmente, para los argumentos de respuesta libre para percepciones positivas/negativas hacia los pingüinos, se aplicó el paquete Text Mining (TM) y Wordcloud en R.

Junto con la aplicación de la encuesta, en cada sitio visitado entregamos a la comunidad los siguientes productos generados por el proyecto con fines de divulgación del proyecto y de educación: 1) tríptico informativo con datos del proyecto, información sobre la biología general y amenazas enfrentadas por el pingüino de Humboldt. 2) poleras (tallas M, L y XL) con logo alusivo al proyecto (ver **ANEXO 3**).

6.6. Estandarización de protocolos y coordinación entre los tres grupos

Desde la adjudicación del proyecto, los coordinadores de área sostuvieron de manera regular reuniones vía Skype para coordinar los trabajos y tomar las decisiones administrativas y de terreno. Además, se realizó una Reunión de Inicio de Proyecto el día 15 de marzo de 2017 que contó con la presencia la SUBPESCA, FIPA e investigadores. Posteriormente sostuvimos una reunión presencial en la ciudad de Santiago el día 4 de agosto de 2017 con la finalidad de abordar los temas de planificación del censo para la primavera 2017. De esta reunión se generó un documento con la estandarización de los protocolos de trabajo (**ANEXO 4**).

La coordinación de los grupos de trabajo se logró a través de los coordinadores de Zonas. Estas reuniones fueron importantes para estandarizar metodologías de trabajo y unificar la toma de decisiones en terreno.

6.7. Realización de Taller de Difusión de Resultados

Dando cumplimiento a lo establecido en las Bases del proyecto, el día miércoles 28 de marzo de 2018, se realizó el Taller de Difusión de Resultados del proyecto. La actividad se llevó a cabo en el auditorio amarillo (piso -1) de la sede Viña del Mar de la Universidad Andrés Bello, ubicada en Calle Quillota 980, Viña del Mar. La actividad se realizó entre las 9:30 y 12:00hrs y en ella participó un total de 21 personas. En el **ANEXO 5** se detallan: 1) el acta de dicha reunión con las principales recomendaciones y conclusiones, 2) copia de la lista de participantes y 3) productos entregados a los asistentes.

7. RESULTADOS

7.1. Localizar y describir los sitios de nidificación y no nidificantes de pingüino de Humboldt presentes desde la XV a la X regiones de Chile (Objetivo específico N°1).

7.1.1. Localización de los sitios de nidificación de pingüino de Humboldt.

En total, se visitaron 45 sitios reproductivos (o colonias) de pingüino de Humboldt, entre Punta Patillos e isla Metalqui (Tabla 1). De los 39 sitios comprometidos en la Propuesta Técnica, se agregaron 7 sitios nuevos (descubiertos en este estudio) y uno, que fue descrito inicialmente como posadero en la Propuesta, resultó tener reproducción. Tres colonias no pudieron ser visitadas debido a la prohibición de acceso por parte de los dueños del terreno (islote Ahuenco) y a las malas condiciones del mar que impidieron el desembarque (Islote El Chango e Islote Lagarto). Destacamos que en la Propuesta Técnica se comprometieron los “islotos Puñihuil” como una sola unidad. Sin embargo, en la Tabla 1 se presentan como dos unidades separadas (Islote Grande e Islote Chico).



Tabla 1. Colonias de pingüino de Humboldt consideradas en este estudio.

*Colonia inicialmente reportada como posadero, **Colonia nueva, reportada en este estudio.

Zona	Nombre sitio	Latitud (°S)	Longitud (°O)	Superficie (ha)	Distancia a costa (km)	Fecha visita	N° Nidos activos
I	Punta Patillos**	-20 45.13400'	-70 12.00200'	2,2	0,04	14.10.2017	43
I	Guaneros Punta Patache**	-20 48.67743'	-70 12.59806'	3,5	0,03	14.10.2017	21
I	Islote Boliche**	-20 58.2090'	-70 08.9890'	0,7	0,1	14.10.2017	7
I	Islote Guanillo	-21 58.32876'	-70 11.16188'	2,3	0,08	13.10.2017	0
I	Islote Blanco /Algodonales	-22 05.68515'	-70 13.14363'	1,1	0,3	15.10.2017	49
I	Islote Duendes	-22 05.76374'	-70 13.23669'	0,5	0,3	15.10.2017	0
I	Islote Punta Atala	-22 17.56206'	-70 14.72376'	1,1	0,05	15.10.2017	11
I	Islotes Punta Guasilla	-22 34.34165'	-70 17.44190'	2,9	0,52	04.11.2017	3
I	Punta Tames*	-22 39.62572'	-70 17.33200'	0,7	0	04.11.2017	4
I	Islotes Punta Itata	-22 55.99484'	-70 18.53701'	0,8	0,09	04.11.2017	8
I	Islote Angamos	-23 01.28346'	-70 31.34112'	0,4	0,7	04.12.2017	6
I	Islote El Chango	-23 05.53464'	-70 34.57578'	0,1	0,1		
I	Islote Lagarto	-23 22.04386'	-70 36.69138'	1,9	0,5		
I	Isla Santa Maria	-23 26.41055'	-70 36.55456'	6,3	0,6	05.11.2017	0
I	Punta Taltal norte**	-25 21.2750'	-70 26.8220'	0,2	0,01	27.10.2017	3
I	Islote de Afuera-Taltal	-25 23.65075'	-70 30.97737'	0,5	0,2	28.10.2017	0
I	Islote Piquero**	-25 23.7480'	-70 308180'	0,2	0,1	28.10.2017	2
I	Islotes Punta Negra	-25 25.10949'	-70 31.51879'	0,2	0,06	28.10.2017	5
I	Islote Las Tórtolas	-25 31.84450'	-70 38.71651'	1,1	0,06	11.11.2017	0
I	Islote Huanillos**	-25 53.46200'	-70 42.14900'	8,9	0,7	13.11.2017	68
I	Isla Pan de Azúcar	-26 09.42233'	-70 41.12083'	103	0,9	12.11.2017	75
II	Isla Ramada**	-27 00.437'	-70 48.587'	14,2	0,27	15.12.2017	4
II	Islotes Punta Padrones	-27 03.00732'	-70 51.26028'	1,2	0,12	15.12.2017	0
II	Isla Grande de Atacama	-27 14.71475'	-70 58.42973'	54	0,9	16.12.2017	24
II	Islote Punta Cachos	-27 39.61289'	-71 02.37762'	2,9	0,23	15.12.2017	15
II	Islote Cima Cuadrada	-27 41.30656'	-71 02.90388'	13,6	0,14	15.12.2017	6
II	Islote Blanco y Erisal	-28 27.60334'	-71 16.17819'	2,6	0,75	14.12.2017	10
II	Isla Chañaral	-29 02.01042'	-71 34.64400'	516	6,3	01-03.12.2017	1.045
II	Isla Damas	-29 14.09039'	-71 31.59488'	56	5,2	28.11.2017	1
II	Isla Choros	-29 15.39174'	-71 32.40154'	301	6	27-28.11.2017	2.859
II	Isla Chungungo	-29 24.76182'	-71 21.42236'	14,7	1,82	02.12.2016	22
II	Islote Totoralillo	-29 29.16544'	-71 19.96353'	6	0,29	13.11.2017	6
II	Isla Tilgo	-29 32.65468'	-71 20.15285'	45	0,2	25.11.2017	97
II	Isla Pájaros 1	-29 33.14166'	-71 32.91567'	124	20,6	07.11.2017	33
III	Isla Verde	-31 51.94516'	-71 32.33089'	4,5	1,70	17.10.2017	3
III	Isla Blanca-Los Vilos	-31 52.63919'	-71 31.73663'	1,4	2,20	17.10.2017	0
III	Isla Huevos	-31 54.38416'	-71 31.59378'	9	0,80	17.10.2017	16
III	Islote Locos	-32 07.88623'	-71 31.85174'	4,5	0,15	18.10.2017	17
III	Islote Los Lobos-Papudo	-32 28.42862'	-71 26.42375'	1,8	0,70	23.10.2017	51
III	Isla Cachagua	-32 35.19622'	-71 27.41954'	5	0,10	01.11.2017	456
III	Islote Concon	-32 53.38356'	-71 31.26873'	1,3	0,90	24.10.2017	4
III	Islote Pájaro Niño	-33 21.59862'	-71 41.24773'	3	0,00	11.10.2017	25
III	Isla Pupuya	-33 58.37714'	-71 53.65331'	3	0,75	22.10.2017	26
III	Islote Pingüino	-40 56.33769'	-73 54.07382'	2,5	0,80	03.12.2016	1
III	Puñihuil Islote Chico	-41 55.32437'	-74 02.44625'	1,5	0,34	19.10.2017	14
III	Puñihuil Islote Grande	-41 55.32437'	-74 02.44625'	2,7	0,70	22.10.2017	18
III	Islote Ahuenco	-42 05.86921'	-74 03.39063'	7	0,10		
III	Isla Metalqui	-42 11.73721'	-74 08.91602'	13	1,00	04.11.2017	9
	TOTAL						5.067

Los censos de los sitios reproductivos se realizaron principalmente entre los meses de octubre y diciembre de 2017 (Tabla 2), mientras que dos colonias fueron censadas en diciembre de 2016 (Islote Chungungo e Islote Pingüino, Tabla 1).

Tabla 2. Fecha (agrupada por quincenas) de realización de los censos de colonias de pingüino de Humboldt en las Zonas de estudio.

	Zona I	Zona II	Zona III	TOTAL	%
1a quincena octubre	7	0	1	8	18
2a quincena octubre	4	0	9	13	29
1a quincena noviembre	7	2	2	11	24
2a quincena noviembre	0	3	0	3	7
1a quincena diciembre	1	6	0	7	16
2a quincena de diciembre	0	1	0	1	2
Otra fecha	0	1	1	2	4
TOTAL	19	13	13	45	100

7.1.2. Descripción de los sitios de nidificación de pingüino de Humboldt.

Se identificaron 9 tipos de nidos utilizados por los pingüinos de Humboldt en el área de estudio (Fig. 3). En la Zona I, los pingüinos utilizaron principalmente nidos de tipo expuestos, seguidos por cuevas de tierra. En la Zona II predominaron los nidos cubiertos por vegetación (principalmente cactus) y cubiertos por roca. En la Zona III se encontraron principalmente cuevas de tierra y cubiertos por roca.

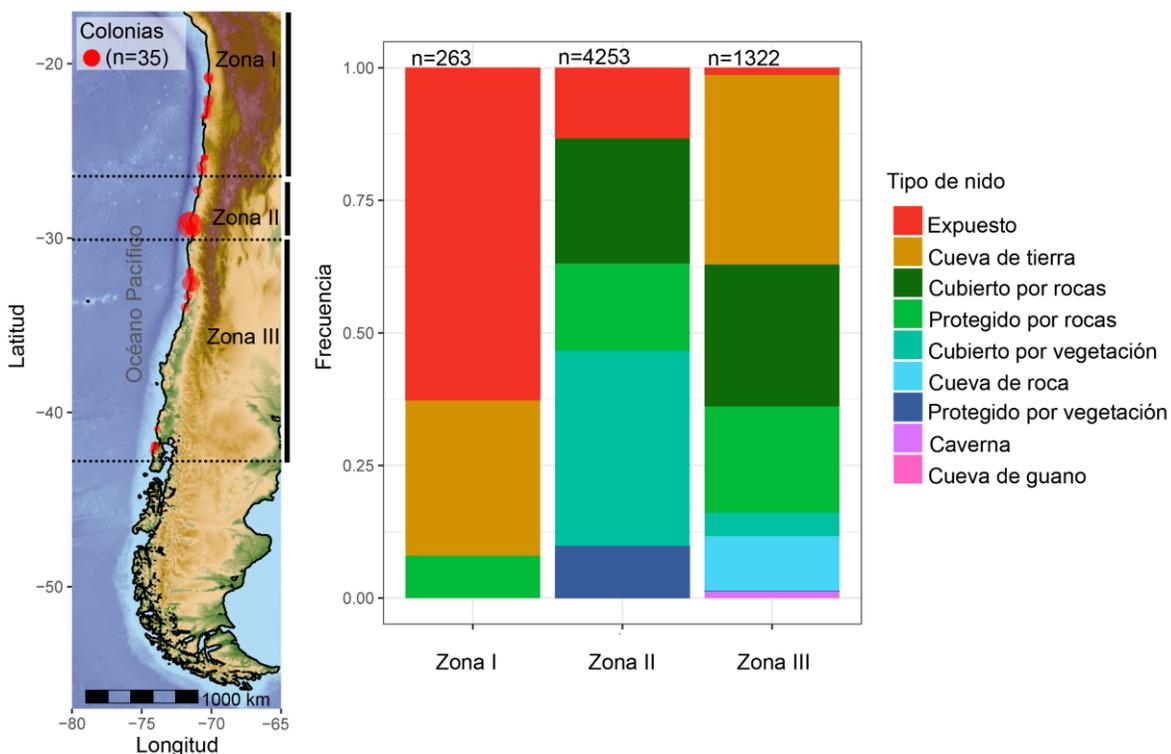


Figura 3. Frecuencia de los tipos de nidos utilizados por los pingüinos de Humboldt desde la XV a la X regiones de Chile. Ver descripción de cada tipo en Metodologías de Trabajo (sección 6.3.4).

7.1.3. Amenazas evaluadas a través de las visitas a las colonias (observación directa).

A lo largo del área de estudio se pudo determinar la presencia de al menos cinco tipos de amenazas en las colonias de pingüinos de Humboldt (Tabla 3). La amenaza destrucción/degradación de hábitat se manifestó como la extracción de guano de las colonias y ésta se presentó principalmente en la Zona I (35% de los sitios visitados).

Las especies invasoras se registraron principalmente en colonias de la Zona III (46% de los sitios visitados), donde destaca la gran variedad de especies presentes en el islote Pájaro Niño, colonia unida a tierra desde 1977.

La contaminación se manifestó como basura depositada en las colonias principalmente en la Zona III, con un 85% de presencia en las colonias visitadas. En la Zona I, la contaminación se manifestó principalmente como emisiones atmosféricas y vertidos industriales al mar asociadas a plantas termoeléctricas y muelles industriales.

Las interacciones con pesquerías se presentaron en la forma de interacciones con redes artesanales de enmalle, utilizadas por las comunidades locales de pescadores. Estas interacciones se registraron principalmente en las zonas II y III, con un 100% y 46% de presencia en los sitios visitados, respectivamente.

La amenaza de perturbaciones humanas estuvo muy extendida en las tres zonas y estuvo principalmente asociada a turismo alrededor de las colonias y a la entrada a los sitios para la extracción de algas y mariscos.



Tabla 3. Matriz de amenazas detectadas en las colonias de pingüino de Humboldt visitadas durante el desarrollo de este estudio.

Zona	Nombre sitio	Latitud (°S)	Longitud (°O)	DH	EI	CT	PQ	PH
I	Punta Patillos	-20 45.13400'	-70 12.00200'	1		3, 4		1, 3
I	Guaneros Punta Patache	-20 48.67743'	-70 12.59806'			1, 3, 4		1, 3
I	Islote Boliche	-20 58.2090'	-70 08.9890'				1	
I	Islote Guanillo	-21 58.32876'	-70 11.16188'	1				
I	Islote Blanco /Algodonales	-22 05.68515'	-70 13.14363'	1		3, 4		
I	Islote Duendes	-22 05.76374'	-70 13.23669'	1		3, 4		2
I	Islote Punta Atala	-22 17.56206'	-70 14.72376'	1				2
I	Islotes Punta Guasilla	-22 34.34165'	-70 17.44190'					2
I	Punta Tames	-22 39.62572'	-70 17.33200'					2
I	Islotes Punta Itata	-22 55.99484'	-70 18.53701'	1				1
I	Islote Angamos	-23 01.28346'	-70 31.34112'					1
I	Isla Santa Maria	-23 26.41055'	-70 36.55456'	1				
I	Punta Taltal norte	-25 21.2750'	-70 26.8220'					1, 3
I	Islote de Afuera-Taltal	-25 23.65075'	-70 30.97737'					
I	Islote Piquero	-25 23.7480'	-70 308180'					
I	Islotes Punta Negra	-25 25.10949'	-70 31.51879'					
I	Islote Las Tórtolas	-25 31.84450'	-70 38.71651'					
I	Huanillos	-25 53.46200'	-70 42.14900'					2
I	Pan de Azúcar	-26 09.42233'	-70 41.12083'					
II	Isla Ramada	-27 00.437'	-70 48.587'				1	
II	Islotes Punta Padrones	-27 03.00732'	-70 51.26028'			1	1	
II	Isla Grande de Atacama	-27 14.71475'	-70 58.42973'			1	1	1, 2
II	Islote Punta Cachos	-27 39.61289'	-71 02.37762'			1	1	2
II	Islote Cima Cuadrada	-27 41.30656'	-71 02.90388'			1	1	2
II	Islote Blanco y Erisal	-28 27.60334'	-71 16.17819'	1			1	2
II	Isla Chañaral	-29 02.01042'	-71 34.64400'				1	
II	Isla Damas	-29 14.09039'	-71 31.59488'				1	1
II	Isla Choros	-29 15.39174'	-71 32.40154'				1	1
II	Isla Chungungo	-29 24.76182'	-71 21.42236'				1	2
II	Islote Totoralillo	-29 29.16544'	-71 19.96353'				1	2
II	Isla Tilgo	-29 32.65468'	-71 20.15285'				1	1, 2
II	Isla Pájaros 1	-29 33.14166'	-71 32.91567'		1		1	1, 2

DH= Destrucción/degradación de hábitat: 1) extracción de guano; **EI= Especies invasoras:** 1) ratas, 2) conejos, 3) perros, 4) gatos; **CT= Contaminación:** 1) basura, 2) empetrolamiento, 3) Emisiones atmósfera (termoeléctricas), 4) Vertidos al mar (muelles industriales); **PQ= Pesquerías:** 1) redes de enmalle; **PH= Perturbación humana:** 1) turismo, 2) extracción recursos (algas, mariscos), 3) pesca recreativa.



Tabla 3. Continuación.

Zona	Nombre sitio	Latitud (°S)	Longitud (°O)	DH	EI	CT	PQ	PH
III	Isla Verde	-31 51.94516'	-71 32.33089'		1	1		1, 2
III	Isla Blanca-Los Vilos	-31 52.63919'	-71 31.73663'			1		1, 2
III	Isla Huevos	-31 54.38416'	-71 31.59378'		1, 2	1		1, 2
III	Islote Locos	-32 07.88623'	-71 31.85174'		1	1		1, 2
III	Islote Los Lobos-Papudo	-32 28.42862'	-71 26.42375'		1	1		1, 2
III	Isla Cachagua	-32 35.19622'	-71 27.41954'		1, 2	1	1	1, 2
III	Islote Concón	-32 53.38356'	-71 31.26873'	1		1	1	1, 2
III	Islote Pájaro Niño	-33 21.59862'	-71 41.24773'		1, 2, 3, 4	1	1	1, 2
III	Isla Pupuya	-33 58.37714'	-71 53.65331'			1	1	1, 2
III	Islote Pingüino	-40 56.33769'	-73 54.07382'			1		2
III	Puñihuil Islote Chico	-41 55.32437'	-74 02.44625'				1	1
III	Puñihuil Islote Grande	-41 55.32437'	-74 02.44625'				1	1
III	Isla Metalqui	-42 11.73721'	-74 08.91602'			1		2

DH= Destrucción/degradación de hábitat: 1) extracción de guano; **EI= Especies invasoras:** 1) ratas, 2) conejos, 3) perros, 4) gatos; **CT= Contaminación:** 1) basura, 2) empetrolamiento, 3) Emisiones atmósfera (termoeléctricas), 4) Vertidos al mar (muelles industriales); **PQ= Pesquerías:** 1) redes de enmalle; **PH= Perturbación humana:** 1) turismo, 2) extracción recursos (algas, mariscos), 3) pesca recreativa.

7.1.4. Localización y descripción de los sitios no nidificantes de pingüino de Humboldt.

En total, se visitaron 58 sitios no reproductivos (o posaderos) de pingüino de Humboldt, entre Punta Paloma (Arica) e islote Punta Almanao en Chiloé (Tabla 4). De los 52 sitios comprometidos en la Propuesta Técnica, se agregaron 9 sitios nuevos y uno, que fue descrito inicialmente como posadero en la Propuesta, resultó tener reproducción. Sólo un sitio no pudo ser visitado debido a las malas condiciones del mar que impidieron la navegación (Punta Foque).



Tabla 4. Posaderos de pingüino de Humboldt considerados en este estudio.

**Posadero nuevo, reportado en este estudio.

Zona	Nombre sitio	Latitud (°S)	Longitud (°O)	Superficie (há)	Distancia a costa (km)	Fecha visita	N° ads/ juvs
I	Punta Paloma-Arica	-18 32.56765'	-70 19.95126'	0	0	29.06.2017	0
I	Punta Colorada	-20 04.06145'	-70 07.94355'	3,97	0	28.10.2017	0
I	Punta Pierna Gorda	-20 06.87471'	-70 08.03124'	0,33	0	28.10.2017	0
I	Cueva del Caballo	-20 07.98034'	-70 08.15875'	0,29	0	28.10.2017	0
I	Punta Chucumata	-20 32.55058'	-70 11.95357'	1,26	0	14.10.2017	0
I	Islote Gaviota	-20 34.04787'	-70 11.87943'	0,75	0,02	14.10.2017	0
I	Islotes Yape	-20 40.65256'	-70 11.62386'	0,46	0,2	14.10.2017	0
I	Punta Chanabaya	-20 54.84935'	-70 08.43135'	2	0	14.10.2017	0
I	Islotes Pájaros-Chomache	-21 02.83533'	-70 10.09918'	0,34	0,65	13.10.2017	6
I	Punta Paquica	-21 54.09271'	-70 11.26350'	7,1	0	13.10.2017	0
I	Punta Mal Paso	-21 58.51090'	-70 11.11696'	0,8	0	15.10.2017	0
I	Punta Blanca	-22 10.27195'	-70 13.77871'	1,16	0,03	15.10.2017	0
I	Islotes Punta Grande	-22 27.71984'	-70 16.24274'	0,63	0,38	15.10.2017	0
I	Islotes Punta Cobija	-22 32.98630'	-70 16.50286'	1,03	0,13	04.11.2017	3
I	Islote Guasillita**	-22 35.17700'	-70 16.87300'	0,02	0,05	04.11.2017	13
I	Punta Guaque	-22 41.14630'	-70 17.06979'	0,27	0	04.11.2017	0
I	Punta Yayes	-22 48.11325'	-70 18.89983'	0,22	0	04.11.2017	0
I	Loberas Punta Angamos	-23 03.25365'	-70 32.95849'	0,41	0,02	04.12.2017	0
I	Islote Punta Baja	-23 05.00759'	-70 34.73072'	0,03	0,05	04.12.2017	0
I	Punta Foque	-23 09.18033'	-70 34.37755'	0,1	0		
I	Punta Bandurrias	-23 18.16636'	-70 36.07697'	0,72	0	05.12.2017	0
I	La Portada	-23 30.39194'	-70 25.61981'	0,4	0	05.11.2017	0
I	Punta de Agua**	-25 12.3680'	-70 26.5150'	1,4	0	28.10.2017	12
I	Islote Caleta Buena-Taltal	-25 26.04479'	-70 31.54802'	0,49	0,02	28.10.2017	6
I	Islotes Blancos-Taltal sur	-25 29.06611'	-70 33.23429'	0,52	0,25	28.10.2017	0
I	Punta San Pedro	-25 30.54223'	-70 37.54490'	0,5	0	27.10.2017	0
II	Islotes Calderilla	-27 05.24424'	-70 52.13622'	0,5	0,51	15.11.2017	0
II	Islote San Pedro	-27 40.20221'	-71 01.22204'	0,1	0,03	14.11.2017	0
II	Islote Las Gaviotas	-27 53.53974'	-71 06.43146'	1,4	0,09	14.11.2017	0
II	Islote Punta Lobos	-28 18.00873'	-71 11.93818'	0,3	0,05	14.11.2017	1
II	Rocas Punta Panul	-30 00.21167'	-71 25.11879'	0,1	0,26	18.10.2017	0
II	Punta Guanaqueros	-30 10.04864'	-71 26.81711'	0,1	0	17.10.2017	0
II	Rocas Punta Barnes	-30 11.91851'	-71 28.65563'	0,1	0,02	17.10.2017	0
II	Punta Lengua de Vaca	-30 14.71674'	-71 37.27446'	0,1	0	17.10.2017	0



Tabla 4. Continuación.

Zona	Nombre sitio	Latitud (°S)	Longitud (°O)	Superficie (há)	Distancia a costa (km)	Fecha visita	N° ads/ juvs
III	Punta Tablas	-31 51.26869'	-71 33.43302'	1,5	0	17.10.2017	0
III	Ist. Penitentes	-31 51.71100'	-71 31.13200'	0,5	0,3	17.10.2017	0
III	Is. de los Lobos - Los Vilos	-31 57.02045'	-71 31.78472'	0,5	0,2	18.10.2017	0
III	Ist. Totalillo-sur	-32 02.62141'	-71 31.61080'	1	0,72	18.10.2017	0
III	Punta Quelén	-32 06.74342'	-71 31.73508'	1	0	18.10.2017	0
III	Roqueros Pichidangui**	-32 08.56342'	-71 32.17443'	0,3	0	18.10.2017	0
III	Islotes Mala Baja	-32 14.01553'	-71 31.57939'	0,17	0,1	19.10.2017	0
III	Islote Puquen	-32 14.20061'	-71 31.72246'	0,45	0,1	19.10.2017	0
III	Rocas Cerro La Cruz	-32 33.09720'	-71 28.29568'	2	0	01.11.2017	0
III	Roca Oceanica - Concon	-32 56.49720'	-71 33.27040'	4	0	24.10.2017	0
III	Rocas Montemar	-32 57.46139'	-71 33.09945'	1	1,5	24.10.2017	0
III	Is. de los Pájaros**	-33 57.28287'	-71 52.46413'	1	0,2	22.10.2017	0
III	Is. de los Lobos - Matanza**	-33 57.58870'	-71 52.00700'	1	0,3	22.10.2017	0
III	Punta de Lobos - Pichilemu	-34 25.45818'	-72 02.93502'	0,15	0	02.11.2017	0
III	Piedra de la Iglesia	-35 19.66332'	-72 26.08146'	0,8	0,2	07.11.2017	0
III	Rocas Calabocillos	-35 19.85323'	-72 26.17170'	0,1	0	07.11.2017	0
III	Roca Mota**	-36 45.04700'	-73 12.39200'	0,1	0	06.11.2017	2
III	Rocas Punta Hualpen	-36 45.04742'	-73 11.64838'	0,1	0	06.11.2017	0
III	Roca Chome	-36 46.39671'	-73 13.03533'	0,5	0,1	06.11.2017	0
III	Islote Chome Sur	-36 47.17347'	-73 13.19180'	6	0,1	06.11.2017	0
III	Rocas Parque Hualpén	-36 47.59473'	-73 11.16681'	1	0	06.11.2017	0
III	Islote Pilolcura	-39 40.36684'	-73 21.22906'	0,45	0,1	05.11.2017	0
III	Rocas Curiñanco**	-39 43.23124'	-73 24.32338'	0,5	0	05.11.2017	0
III	Is. Manquemapu**	-40 53.76699'	-73 51.35322'	0,7	0,1	04.12.2016	0
III	Islote Punta Almanao**	-41 55.78349'	-74 03.26178'	3	0,5	04.11.2017	0

Los censos de los sitios no reproductivos se realizaron principalmente entre los meses de octubre y noviembre de 2017 (Tabla 5), a excepción de islotes Manquemapu (diciembre 2016) y Punta Paloma-Arica (junio 2017) (Tabla 4).

Tabla 5. Fecha (agrupada por quincenas) de realización de los censos de posaderos de pingüino de Humboldt.

	Zona I	Zona II	Zona III	TOTAL	%
1a quincena octubre	9	0	0	9	16
2a quincena octubre	7	4	12	23	40
1a quincena noviembre	5	4	12	21	36
2a quincena noviembre	0	0	0	0	0
1a quincena diciembre	3	0	1	4	7
2a quincena de diciembre	0	0	0	0	0
Otra fecha	1	0	0	1	2
TOTAL	25	8	25	58	100

7.1.5. Caracterización de los conceptos y percepciones rescatados desde los usuarios hacia el pingüino de Humboldt.

Se entrevistaron personas entre los 20 y 80 años de edad (Fig. 4), que incluyeron visitantes esporádicos en las zonas costeras, así como residentes permanentes que pueden alcanzar sobre 70 años asociados a esta comunidad. Las actividades más recurrentes en las zonas de estudio correspondieron a pescador, buzo mariscador y profesor (Fig. 4).

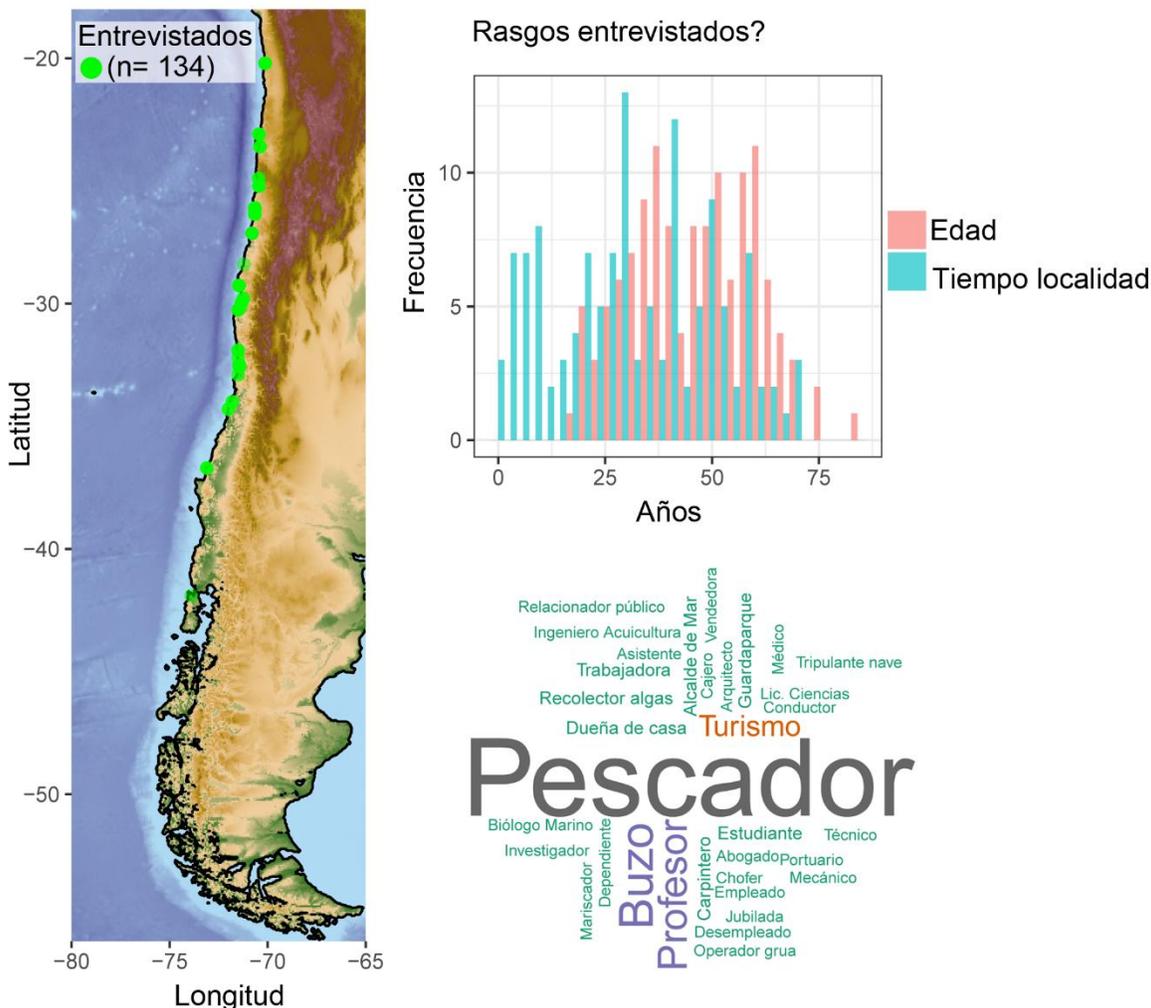


Figura 4. Caracterización de los encuestados (n= 134) durante la realización del censo de pingüino de Humboldt entre Arica y Chiloé.

En cuanto al reconocimiento de pingüinos por parte de los usuarios, éstos observan con frecuencia a este tipo de aves marinas (Fig. 5), con mayor probabilidad de ocurrencia hacia la zona III (media ± Intervalo de Confianza 95%; $0,923 \pm 0,739-0,980$). Por otro lado, los lugares de registro de pingüinos por parte de los usuarios, correspondió encuentros en mar y playas, pero particularmente en la forma de individuos varados para el caso de la zona III (Fig. 5).

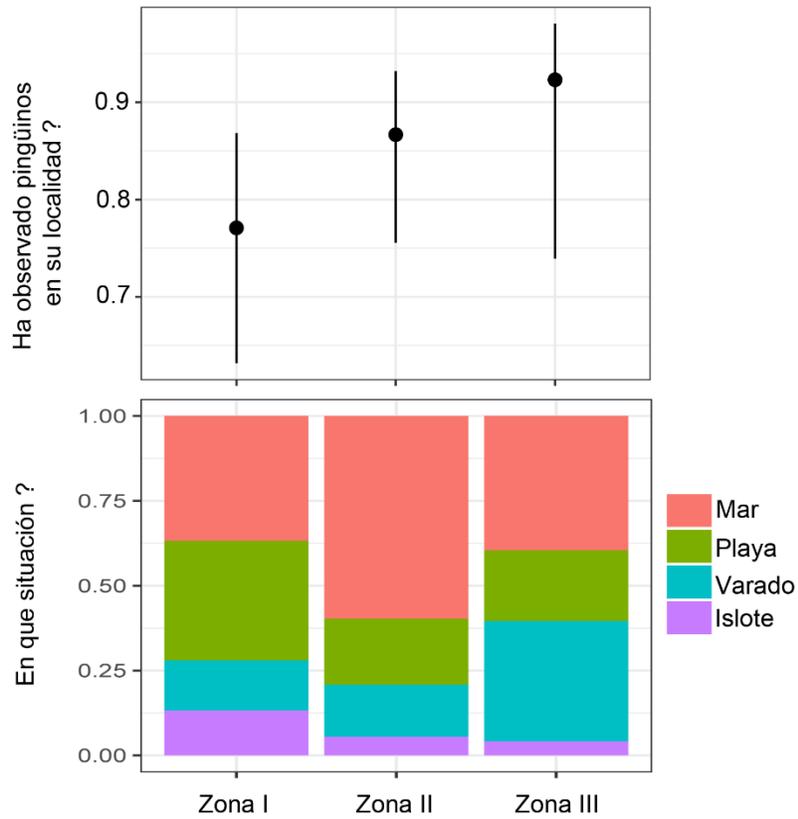


Figura 5. Reconocimiento de pingüinos por zonas de estudio (superior) y por tipo de situación de encuentro (inferior).

En el reconocimiento de sitios reproductivos para pingüinos ($n=35$ colonias activas), estos presentaron una mayor probabilidad en su reconocimiento hacia la zona III ($0,791 \pm 0,586-0,910$). No obstante, cabe destacar que existen sitios reproductivos con mayor ocurrencia en su reconocimiento, tal como Isla Choros en la zona II (Fig. 6) y donde además el reconocimiento de más de una colonia, incluyendo su identidad y ubicación, fue exclusivamente contribución desde los pescadores. A su vez, los pescadores identificaron en un 100% que la especie en cuestión correspondió al pingüino de Humboldt, así como en el sur, se destacó la presencia de colonias mixtas con el pingüino de Magallanes.

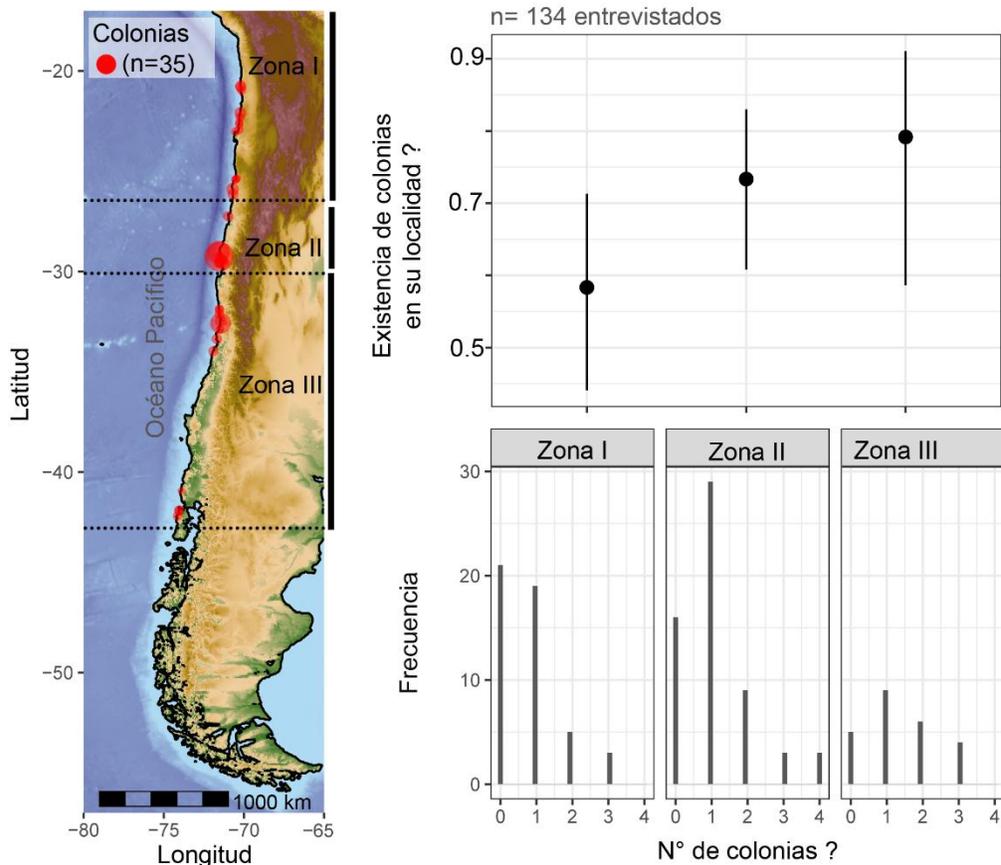


Figura 6. Reconocimiento de sitios reproductivos por parte de los usuarios en las zonas de estudio.

La percepción de los usuarios hacia el pingüino de Humboldt fue principalmente como una especie beneficiosa para las comunidades costeras, especialmente en la Zona I ($0,833 \pm 0,701 - 0,914$). Sólo un entrevistado identificó negativamente al pingüino con potencial de transmitir enfermedades a la población humana (Fig. 7). El argumento más frecuente para la percepción positiva hacia los pingüinos correspondió a su rol como insumo clave en la industria turística de pequeña escala, destacado nuevamente en un 100% por parte de los pescadores entrevistados (Fig. 7). Otros argumentos guardaron relación con su rol en el equilibrio del ecosistema, así como productor de guano e indicador de presencia de peces para la pesca artesanal.

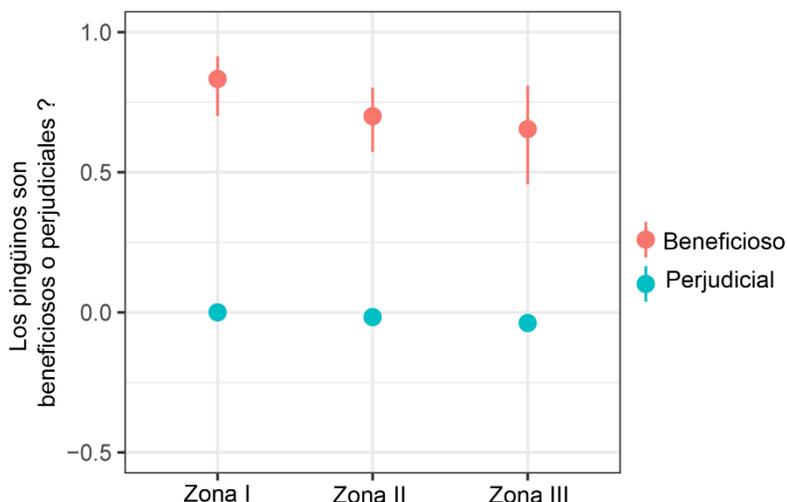


Figura 7. Percepción positiva o negativa de usuarios hacia el pingüino de Humboldt (superior) y argumentos libres para la percepción positiva de esta especie (inferior).

En relación a las amenazas que el pingüino de Humboldt puede enfrentar en el mar (Fig. 8), los usuarios reconocieron cuatro tipos de amenaza para el pingüino de Humboldt: interacciones con pesquerías (captura incidental en redes de enmalle), depredadores naturales (principalmente el lobo marino), contaminación marina (principalmente desechos sólidos y material de pesca abandonado) y naves en el mar (tráfico de botes por operaciones turísticas no reguladas). Cabe destacar que la diversidad de amenazas en el mar disminuye hacia la zona III (sur) de este estudio.

En cuanto a las amenazas en tierra (Fig. 8), los usuarios identificaron al menos seis tipos: depredadores en colonias (principalmente perros), turismo en colonias (cantidad de turistas y senderos no regulados), destrucción del nido (atribuido a actividad de algueros en islotes), caza (captura de pingüinos para alimento o carnada en pesca), contaminación (desechos sólidos, derrames de hidrocarburos y materiales de pesca) y extracción de guano (actividades no reguladas en zonas costeras). Al igual que las amenazas en el mar, hay una mayor diversidad de amenazas hacia la zona I de este estudio (norte).

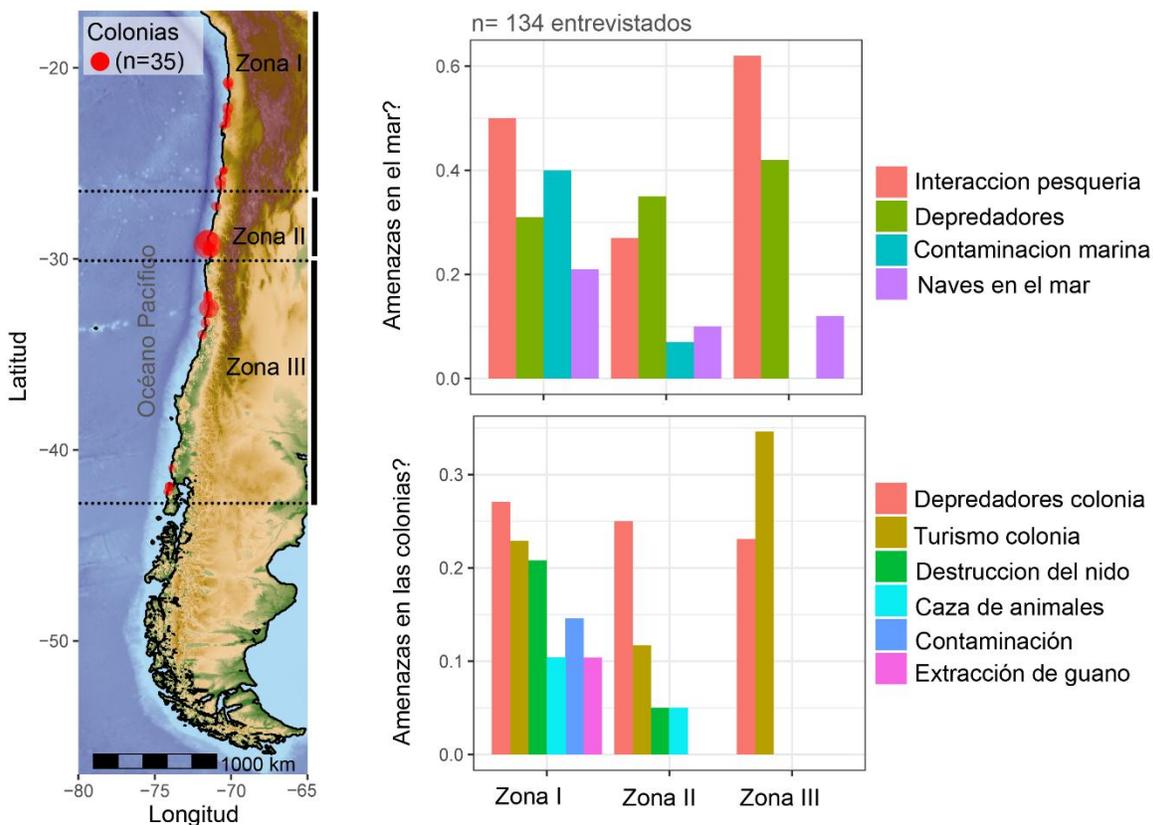


Figura 8. Reconocimiento de los usuarios sobre amenazas en el mar (superior) y en tierra (inferior) para el pingüino de Humboldt.

La percepción del estado de conservación actual de las colonias de pingüinos de Humboldt para los usuarios muestra una tendencia a reconocer una disminución en el número de individuos en los últimos años (Fig. 9). Esto ha alcanzado mayor probabilidad de ocurrencia para las colonias de las zonas al norte de este estudio (Zona I; más= 0,104, menos= 0,416 e igual número de pingüinos= 0,229).

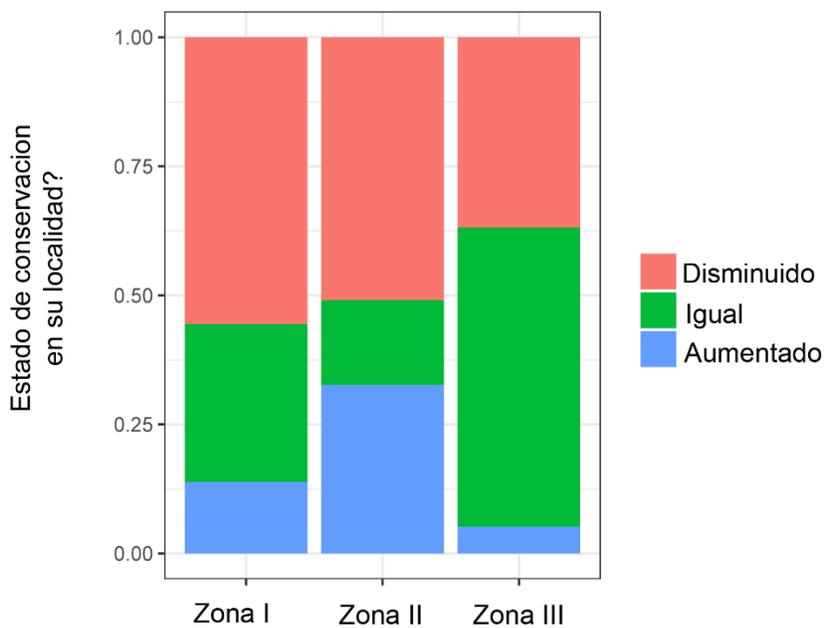


Figura 9. Reconocimiento de usuarios para el estado de conservación del pingüino de Humboldt, ante la pregunta de si en su zona, la especie ha disminuido, se mantiene igual o si ha aumentado.

7.2. Estimar la cantidad de parejas reproductivas y/o nidos activos de pingüino de Humboldt en las colonias localizadas (Objetivo específico N°2).

En la Zona I se visitaron 19 colonias. Esta zona se caracterizó por tener numerosos sitios pequeños (principalmente entre 0,2 y 8,9 hectáreas), siendo isla Pan de Azúcar la de mayor tamaño con 103 hectáreas. En esta zona, la cantidad de nidos activos por colonia fue muy baja, llegando a un máximo de 75 en isla Pan de Azúcar. En 5 colonias no se registró actividad reproductiva y dos sitios no pudieron ser visitados debido a las malas condiciones de viento que impidieron el desembarco. El detalle de la cantidad de nidos activos de pingüino de Humboldt por colonia se muestra en la Tabla 1. Para esta zona el total de nidos activos fue de 266.

En la Zona II se visitaron 13 colonias. Esta zona fue la que presentó las islas de mayor tamaño, destacando entre ellas Pájaros 1, Choros y Chañaral. En estas últimas dos, se contabilizaron 2.859 y 1.045 nidos activos, respectivamente. Sólo una colonia no presentó actividad reproductiva. El detalle de la cantidad de nidos activos de pingüino de Humboldt por colonia se muestra en la Tabla 1. Para esta zona el total de nidos activos fue de 4.122.

En la Zona III se visitaron 13 colonias. Esta zona presentó en su mayoría colonias pequeñas, destacando solamente isla Cachagua con 456 nidos activos. Sólo una colonia no presentó actividad reproductiva. El detalle de la cantidad de nidos activos de pingüino de Humboldt por colonia se muestra en la Tabla 1. Para esta zona el total de nidos activos fue de 640.

7.3. Cuantificar el número de ejemplares en muda de plumaje en los sitios de nidificación (Objetivo específico N°3).

Tal como se indicó en la sección de Metodologías de trabajo, este objetivo fue reemplazado en la Propuesta Técnica por un análisis estadístico de los datos de censos de animales en muda presentados por Wallace & Araya (2015).

7.3.1. Abundancia de pingüinos mudando por año

La abundancia de pingüinos de Humboldt mudando es altamente variable entre sitios, pero al parecer el patrón general entre años es relativamente estable (Fig. 10). Los valores de abundancia no fueron significativamente diferentes entre los distintos años (LRT = 84,46; P = 0,291, Fig. 11). A pesar de que el modelo estadístico aplicado (ver metodología) no detectó diferencias significativas, se determinó que el número de animales en muda varió entre 24.144 (95%.CI = 3.955) y 35.284 (95% CI = 4.897) individuos entre los años 1999 y 2008 (Fig. 11).

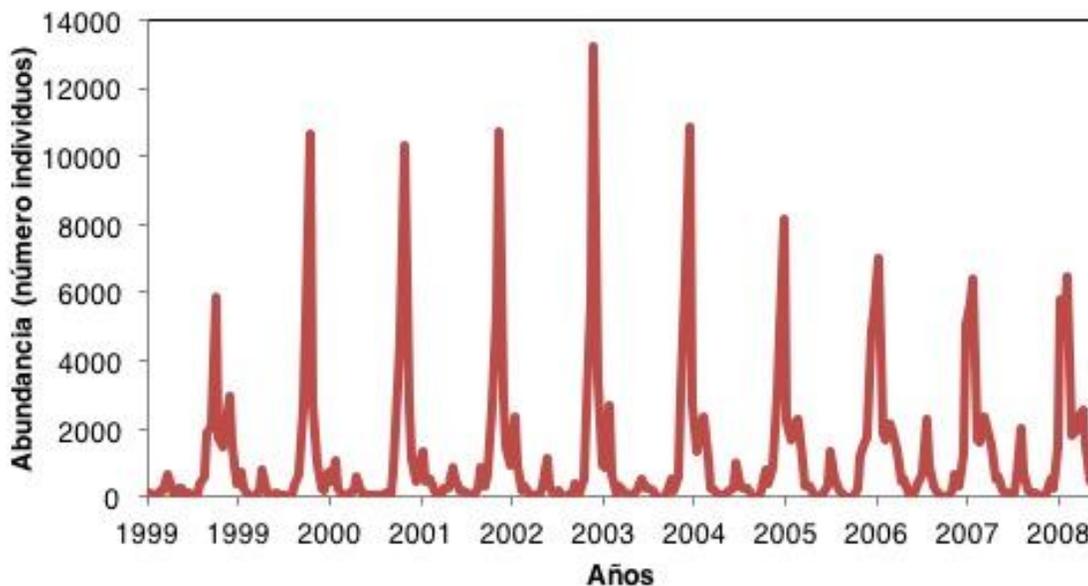


Figura 10. Tendencia temporal general de la abundancia de pingüino de Humboldt durante la muda del plumaje en la costa chilena. La línea corresponde a un ajuste 'gausiano' de los datos para todas las colonias en el periodo de estudio. Los valores que se muestran corresponden a los totales por sitio.

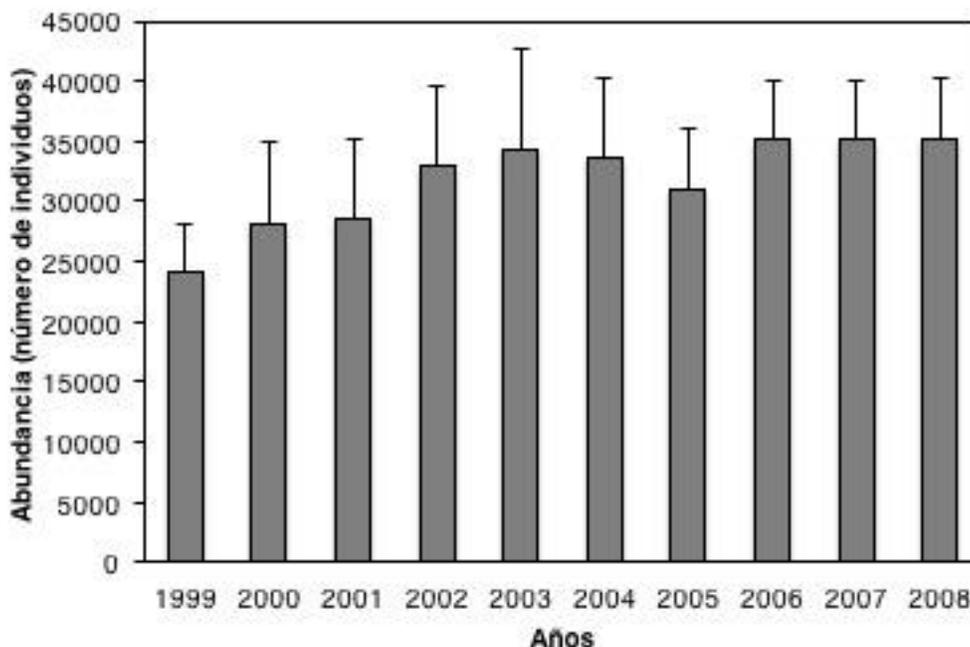


Figura 11. Abundancia de pingüino de Humboldt durante la muda de plumaje en la costa de Chile. Se muestra el total por año y las barras corresponden al 95% de intervalo de confianza. Los valores corresponden a los datos ajustados mediante GLM. Como se observa, las barras se sobrepone indicando que no existen diferencias entre los grupos.

El análisis de devianza indicó ausencia de un efecto significativo ($LRT = 22.23$, $P = 0.76$) de las condiciones oceanográficas medidas por el índice ISO sobre la abundancia de pingüinos para el período de estudio. Como se indicó en la metodología, este análisis se hizo considerando un desfase de seis meses previos a la fecha en que se realizaron los recuentos de las aves mudando. La falta de correlación entre la abundancia anual de pingüinos mudando y el índice ISO podría estar relacionado con la condición imperante en los años 1998 a 2008. Al examinar la serie de tiempo de los valores de ISO (Fig. 12), se observa que la tendencia en los 10 años de estudio fue de años fríos (La Niña), que indica predominancia de vientos alisios que favorecen la productividad de los sistemas de surgencia a lo largo de la costa chilena. Además, a pesar de las variaciones propias registradas a lo largo del período de estudio, se detectó que la tendencia se mantuvo estable ($X^2_{(1)} = 0.7164$; $P = 0.3973$) con un valor promedio para los diez años igual a 0.3689. La relativa estabilidad de las condiciones ambientales durante los 10 años de estudio explicaría el hecho que la población de pingüinos mudando se haya mantenido sin cambios significativos en su abundancia.

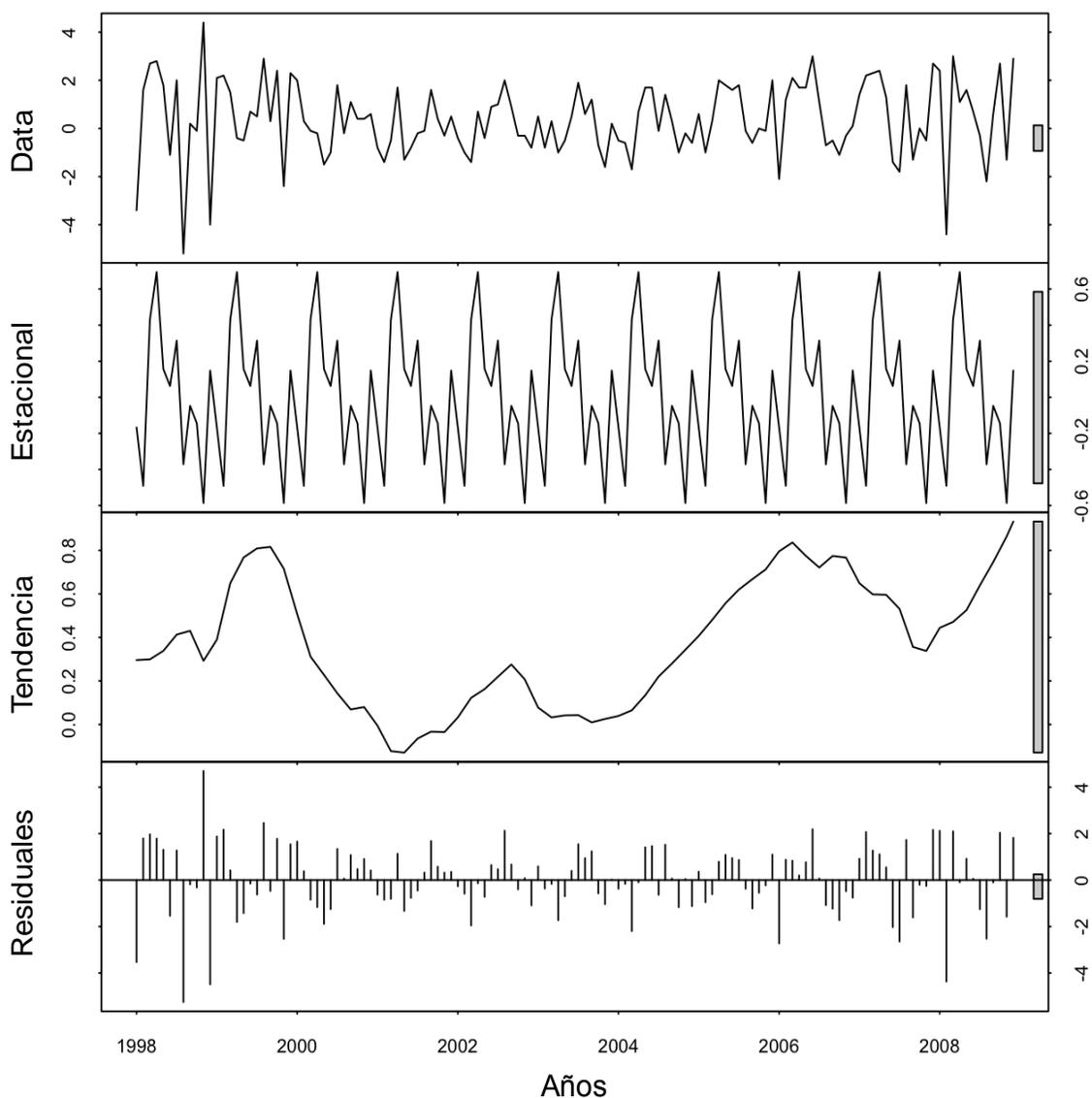


Figura 12. De arriba hacia abajo se muestra la serie temporal de los datos de ISO, la componente estacional, la tendencia general de los valores de ISO y los remanentes. Las barras grises a la derecha son de igual altura en las coordenadas correspondientes de cada panel.

7.3.2. Abundancia de pingüinos mudando por sitio

Como se indicó arriba, la mayor fuente de variación en el número final de animales no se debe a la variabilidad entre años. Al analizar el número de pingüinos mudando por sitio se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$), lo que implica que hay sitios que en algunos años reciben muchos animales y en otros años reciben pocos. Por el contrario, existen sitios que cada año reúnen a un número bastante constante de pingüinos para la muda. A lo largo de todo el rango de distribución estudiado, la mayor parte de los sitios de muda congrega entre 1 y 1000 animales, 4 sitios agrupan hasta 2000 animales y sólo uno concentra más de 10.000 pingüinos. Se examinó el efecto de algunas variables ambientales sobre la abundancia media de pingüinos

en cada una de las islas (Fig. 13). Debido a la sobre dispersión de los datos, el modelo se ajustó con una distribución binomial negativa. Como se esperaba, el factor más importante resultó ser el área de las islas, es decir, a mayor área mayor fue la abundancia de pingüinos mudando ($P = 0.00403$). Además, se encontró un efecto significativo de la Latitud ($P = 0.02812$). Esta última relación, sin embargo no es lineal, lo cual se verificó mediante un modelo aditivo generalizado (GAM) (Fig. 14), que explica en un 66% la devianza del número de pingüinos mudando entre los 20° y 33° S. La línea suavizada para la latitud es altamente significativa ($\chi^2_{(9)} = 24871$, $P < 0.001$) y muestra que Punta Tames y el Islote Angamos son sitios importantes para la muda en el norte del país. Además, al sur de los 26°S existen varios sitios de importancia destacando las islas de la Región de Coquimbo.

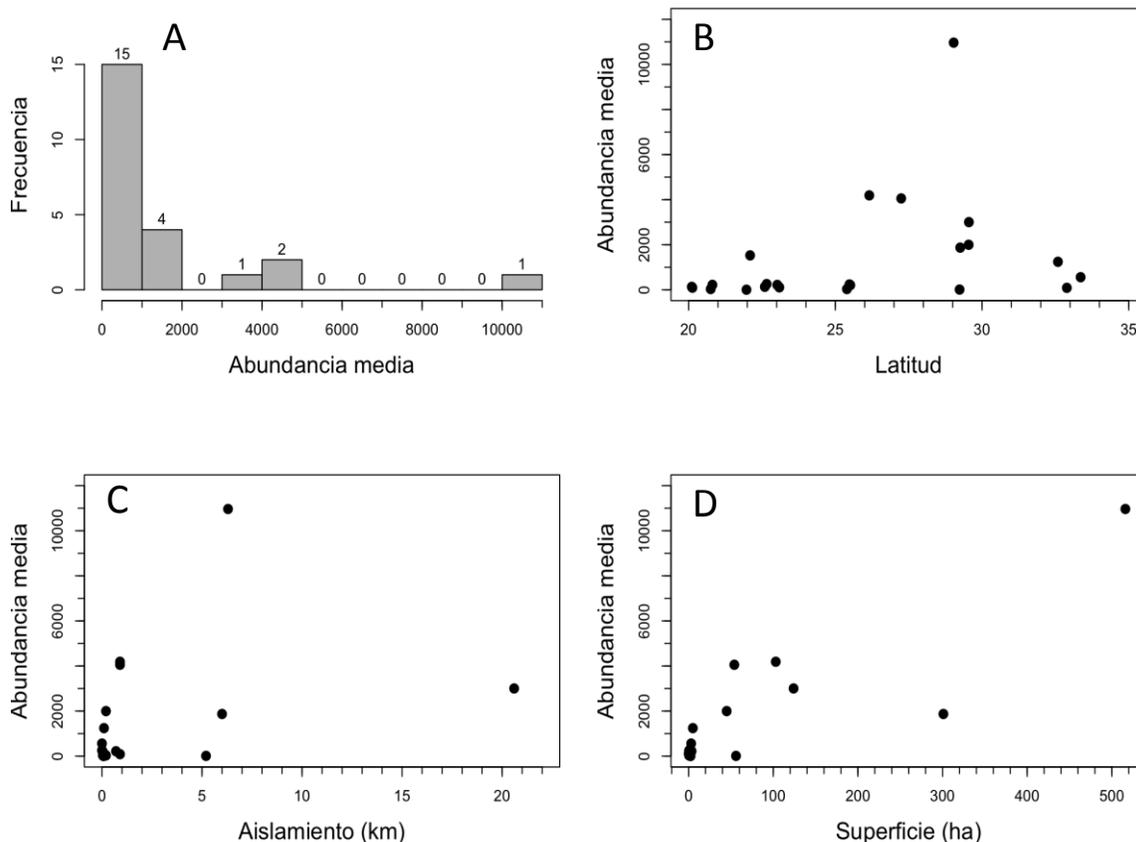


Figura 13. El panel A muestra la distribución de frecuencias de la abundancia media de Pingüino de Humboldt durante la muda entre los años 1999-2008. La abundancia media corresponde a la media aritmética por isla obtenida por medio de un modelo generalizado lineal (ver metodología). Los números sobre las barras corresponden al número de casos. Los paneles B, C y D muestra la relación entre la abundancia media y tres descriptores para los sitios de muda, la Latitud, el Aislamiento (distancia entre las islas y el continente) y la Superficie de las islas, respectivamente.

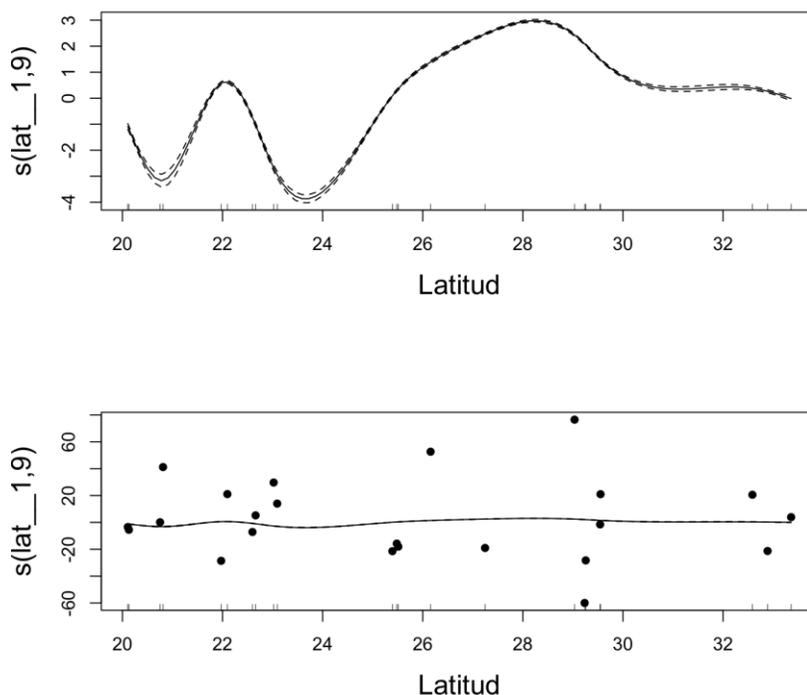


Figura 14. Modelo aditivo generalizado (GAM) para explicar la relación entre la abundancia de pingüinos mudando y la latitud a la que se ubican las islas o sitios de empleados para la muda. El panel superior corresponde a la línea suavizada para la relación entre ambas variables. Las líneas segmentadas corresponden al 95% de confianza. El panel inferior muestra los residuales del modelo de ajuste.

Los sitios más importantes, es decir los que agruparon la mayor cantidad de pingüinos mudando (Tabla 6), corresponden a aquellos ubicados en el centro norte de Chile, entre la isla Pan de Azúcar y Pájaros 1, pero destaca por su abundancia la Isla Chañaral en la que el promedio para los diez años de estudio fue de 10.964 (95% CI = 406) animales (Tabla 6). Es interesante notar que el modelo estadístico detectó además que los sitios más estables, medido como el valor del coeficiente de variación, son la Isla Cachagua (CV = 1,7) e isla Chañaral (CV = 2,3). Los sitios con mayor variabilidad en el número de animales mudando fueron la Isla Grande, seguido por la isla Pan de Azúcar y Pájaro Niño. Considerando la importancia de estas islas se analizó el probable efecto de variables tales como las unidades geomorfológicas de las islas, la presencia de especies exóticas invasivas (ratas o conejos), el status de protección de las islas (e.g. Reserva Nacional Pingüino de Humboldt), y el número de especies que nidifican en las islas. Mediante un modelo generalizado lineal con ajuste binomial negativo para controlar la sobre dispersión, se determinó un efecto significativo del número de unidades geomorfológicas sobre la abundancia de pingüinos mudando ($Z = 4.046$, $P < 0.001$). Esto sugiere que una mayor complejidad del paisaje en las islas genera una mayor oferta de micro-ambiente terrestre que los pingüinos pueden ocupar temporalmente durante la muda. Otro factor que influye sobre la abundancia de pingüinos, pero en este caso

en forma negativa, es la presencia de mamíferos exóticos invasivos ($Z = -3.921$, $P < 0.001$). Se sugiere desplegar esfuerzos para erradicar las especies de mamíferos invasivos que viven en las islas, si lo que desea es conservar las islas en las cuales ocurre la muda y también en la cual viven varias otras especies de aves marinas.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos para los sitios más importantes utilizados por los pingüinos de Humboldt para la muda. Los valores se estimaron a partir de los datos calculados por un modelo generalizado lineal (ver metodologías de trabajo).

Estadístico	Pan Azúcar	Grande	Chañaral	Choros	Tilgo	Pájaros 1	Cachagua	Pájaro Niño
Mínimo	2.363	473	10.625	1.590	1.696	2.646	1.220	378
Máximo	6.016	9.680	11.239	2.112	2.259	3.480	1.272	834
Rango	3.652	9.207	614	522	563	834	52	457
Mediana	4.188	3.034	10.997	1.892	2.021	2.944	1.240	514
Media	4.189	4.055	10.964	1.871	1.999	3.003	1.243	560
95% CI	2.389	6.303	406	343	370	556	35	310
Coficiente Variación	35,8	97,7	2,3	11,5	11,6	11,6	1,7	34,7

7.4. Cuantificar el número de ejemplares presentes en los sitios no nidificantes (Objetivo N°4).

En general, el número de pingüinos presentes en los posaderos fue muy bajo, tal como se aprecia en la Tabla 4. De los 58 posaderos visitados, en sólo 7 se observaron pingüinos, con valores que fluctuaron entre 1 y 13 individuos.

7.5. Efectuar la estimación poblacional de pingüinos de Humboldt en cada sitio cuantificado y la población total de esta especie a nivel nacional (Objetivo N°5).

En el resumen de censos de nidos activos por zona de estudio, presentados en la Tabla 7, se puede observar que en total se contabilizaron 5.067 nidos activos o parejas, lo que incida un tamaño poblacional de al menos 10.134 individuos maduros de pingüino de Humboldt entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Los Lagos.

Tabla 7. Resumen del número de colonias y nidos activos censados por zona de estudio. Se indican los valores con sus respectivos intervalos de confianza (95%).

Zona	N° colonias activas	N° nidos activos	Lim inf.	Lim. Sup.
I	14	305	254	356
II	12	4.122	2328	5916
III	12	640	369	911
TOTAL	38	5.067	4.158	5.976

8. DISCUSIÓN

El presente censo de pingüinos de Humboldt representa, a juicio de los consultores, uno de los esfuerzos más grandes que se han llevado a cabo en las últimas cuatro décadas para determinar el tamaño de la población de esta especie en Chile. El primer censo, con amplia cobertura nacional, fue llevado a cabo por Araya (1983) durante 1981 y 1982. El profesor Araya y su equipo recorrieron las principales colonias de pingüino de Humboldt entre Arica (18°S) e isla Pupuya (34°S), determinando una población estimada en 10.000 a 12.000 individuos. Esta estimación incluyó individuos reproductivos (maduros), pollos, juveniles y adultos no reproductores, tanto en colonias, posaderos como animales en el mar. Cabe señalar que, en la época del citado autor, era desconocida la presencia del pingüino de Humboldt al sur de Pupuya, lo que probablemente explica por qué no se revisaron colonias más allá de esta localidad.

La otra estimación poblacional a escala geográfica similar es el trabajo de Wallace & Araya (2015), quienes realizaron censos de pingüinos de Humboldt durante la época de muda (siempre en el mes de febrero) de manera ininterrumpida entre los años 1999 y 2008. Estos censos, que incluyeron individuos de diversas clases de edad (i.e. juveniles, subadultos y adultos), permitieron establecer una población promedio de 33.384 ± 2.372 individuos para el período indicado, con valores extremos que fluctuaron, según el año, entre 28.000 y 35.000 individuos.

Los valores obtenidos en el presente proyecto se refieren fundamentalmente al tamaño de la población de individuos maduros, es decir, el número de individuos capaces de reproducirse (UICN 2012). Este valor fue de 5.067 parejas (Intervalo de confianza de 95%= 4.158-5.976), lo que indicaría un tamaño poblacional escasamente superior a los 10.000 individuos maduros (cerca de 12.000 si se considera el límite superior del intervalo de confianza). El tamaño poblacional determinado en nuestro estudio es comparable a las estimaciones hechas a comienzos de la década de los años 80 por Araya (1983), pero es aproximadamente 1/3 del valor estimado a través de censos de animales en muda reportado por (Wallace & Araya (2015)). Si bien, por motivos metodológicos nuestros valores obtenidos no son del todo comparables con los citados trabajos, los valores obtenidos en este estudio sugieren que en la última década se habría producido una disminución de la población, aunque es difícil precisar su real magnitud.

Llama particularmente la atención los bajos valores presentes en islas “emblemáticas” de esta especie. Según Birdlife International (2017), las últimas estimaciones indican que Isla Pan de Azúcar mantenía una población de 1,600 individuos maduros (800 parejas), Isla Chañaral 14,000 individuos maduros (7.000 parejas), Isla Choros 1.860 individuos maduros (930 parejas), Isla Tilgo 2.640 individuos maduros (1.320 parejas) e Isla Pájaros I 1.200 individuos maduros (600 parejas). Salvo isla Choros (que en este estudio registró 2.859 parejas), todas las otras colonias muestran valores considerablemente inferiores.

Esta tendencia a la baja en el número de pingüinos de Humboldt coincide con las observaciones realizadas por CONAF en dos colonias que mantienen monitoreo dentro de áreas del SNASPE en la Región de Atacama. Así, Ravanal (2017) reportó que en Isla Pan de Azúcar se ha registrado una disminución sostenida en el número de individuos contabilizados durante la muda (enero y febrero), de 3.885 en 2009 a 148 en 2017. En isla Chañaral, la situación ha sido similar, cayendo el número de individuos durante la muda (enero y febrero) de 1.890 en 2010 a 238 en 2017. Queremos insistir en que, aunque no son datos comparables con nuestro estudio debido a consideraciones metodológicas, hay una coincidencia en la tendencia a la baja en el número de pingüinos observados en estas dos importantes colonias durante la última década.

Más allá de la metodología empleada para estimar los números, nuestros datos se enmarcan dentro de lo que parece ser una disminución general de la especie, especialmente en las colonias ubicadas desde Isla Choros al norte. Es interesante destacar que esta última colonia presentó un valor inusualmente alto si se compara con estimaciones previas. Por ejemplo, Simeone et al. (2003) estimaron 360 parejas para esta isla en la temporada 2001-2002. Birdlife International (2017) indica para esta misma colonia un total de 930 parejas, aunque no se indica el año de la estimación. Podría ser que pingüinos de colonias más norteñas se desplazaron a isla Choros para nidificar por motivos aún poco claros. Si bien esto requiere una comprobación, Simeone & Wallace (2014) mostraron que los pingüinos de Humboldt pueden cambiarse de colonias o bien anidar en colonias distintas a aquellas en las que nacieron.

Los motivos que estarían detrás de esta baja poblacional son inciertos y claramente escapan a los objetivos de este trabajo. Sin embargo, es posible ofrecer aquí algunas explicaciones que deberían corroborarse en estudios futuros. Una posibilidad es que el año en que se realizó este censo (2017) haya correspondido a un momento de baja poblacional natural dentro de la dinámica de la especie. El pingüino de Humboldt es conocido por presentar fluctuaciones extremas debido a eventos oceanográficos cálidos como El Niño. En estas situaciones, se observan disminuciones drásticas en el tamaño poblacional que no son atribuibles a mortalidad, sino a dispersión de los individuos hacia zonas con mejores condiciones ambientales, principalmente, alimento. Luego que se restablecen las condiciones ambientales, los animales regresan a sus colonias a retomar la actividad reproductiva. Situaciones como estas se observaron durante los eventos El Niño de 1982-83 (Araya & Todd 1987, Hays 1986) y 1997-98 (Simeone et al. 2002). La casi ausencia de animales en los posaderos que fue detectada en este estudio sustenta esta idea y sugiere que los pingüinos podrían haber estado principalmente en el mar en busca de alimento.

Otra posibilidad es que efectivamente estemos presenciando una disminución de la población chilena del pingüino de Humboldt. Los datos de CONAF para Pan de Azúcar y Chañaral (Ravanal 2017) sugieren que éste podría ser el caso. Lamentablemente, Wallace & Araya (2015) descontinuaron sus censos de pingüinos durante la muda el año 2008, un año antes de que las unidades de guardaparques en las dos colonias mencionadas empezaron a realizar censos anuales de pingüinos en muda. De ser efectiva esta disminución, se debería ahondar

en las causas, las cuáles podrían incluir, entre otros factores, excesiva mortalidad en redes de pesca (Simeone et al. 1999, Toro-Barros 2017) y situaciones de competencia por alimento por sobrepesca (Sydemann et al. 2017). Aunque son esfuerzos locales, es destacable la gestión de CONAF en desarrollar y mantener este programa de censos que permiten evaluar en el tiempo el estado de las poblaciones. A juicio de los consultores, este programa de censos es en la actualidad el único en tu tipo en Chile que se mantiene activo y sería muy importante que se mantuviera de manera indefinida.

Las encuestas realizadas a usuarios en zonas costeras donde nidifica el pingüino de Humboldt ratifican que la percepción general del público es que en la actualidad hay menos pingüinos que antes. En las zonas I y II, más del 50% de los encuestados es de esta opinión. En el mejor de los casos, la percepción en la Zona III es que las poblaciones se mantienen estables, pero aquí es probable que la mayor abundancia del pingüino de Magallanes enmascare esta tendencia y no sea del todo aplicable al pingüino de Humboldt.

Nuestro análisis de animales en muda a partir de la serie de largo plazo de Wallace & Araya (2015) revela que no todas las colonias se comportan de manera similar en cuanto a la estabilidad del número de animales que las utilizan anualmente para mudar. Claramente hay colonias muy estables y a las que anualmente acuden números muy constantes de pingüinos. Es el caso principal de Chañaral y Cachagua y secundariamente de Tilgo, Choros y Pájaros 1. La interpretación de estos datos no es clara, pero podría sugerir que, al menos en ciertas colonias, los pingüinos regresan a su isla para cambiar de plumaje. Es incierto si esta pudiera ser su colonia natal o bien ser el sitio donde se han reproducido en las últimas temporadas. Kemper & Roux (2005) indican que pingüinos africanos (*Spheniscus demersus*) de colonias en Namibia regresan a mudar a sus colonias natales, al menos durante su fase de juveniles.

Otro importante aspecto de los censos de aves en muda tiene que ver con su valor como instrumento para monitorear la población. Si bien se ha insistido en que los censos de aves durante esta fase incluyen animales en distintos estados y edades, finalmente resulta ser una herramienta muy valiosa ya que, independiente de su edad (juvenil, inmaduro o adulto) o fase (reproductiva o no reproductiva), todos los pingüinos deben cambiar su plumaje al menos una vez al año. Esto obliga a los animales a congregarse en colonias y posaderos en períodos acotados, normalmente durante enero para los juveniles y febrero para los adultos en el caso particular del pingüino de Humboldt (Simeone et al. 2002). Los monitoreos de CONAF Atacama que han sido citados en este estudio (Ravanel 2017) precisamente han logrado documentar las bajas poblacionales en las colonias de Pan de Azúcar y Chañaral a través de los censos anuales de pingüinos en muda en los meses de enero y febrero. Durante el desarrollo del Taller de Difusión de Resultados del proyecto, una de las conclusiones señaladas por los asistentes fue que los censos durante la muda deberían retomarse y mantenerse en el tiempo como una herramienta de monitoreo permanente, independiente de la realización de censos de nidos/parejas.

Con respecto a las amenazas detectadas en este estudio, todas en general coinciden con aquellas reportadas para la especie (BirdLife International 2017). Sin embargo, de este estudio se pudo obtener una visión

más actualizada de estas amenazas y cómo éstas están distribuidas a lo largo del país. La extracción del guano se sigue presentando en la zona norte del país (Zona I de nuestro estudio). El guano puede ser usado por los pingüinos para excavar sus cuevas y en el pasado fue uno de los principales sustratos de nidificación para esta especie (Murphy 1936).

La presencia de animales introducidos fue particularmente alta en la zona central del país (Zona III de este estudio), donde ratas y conejos parecen ser las especies más frecuentes dentro de la fauna introducida. De los conejos no son muy conocidos sus efectos, aunque se han reportado como causantes de erosión y consumo de la vegetación nativa en algunas colonias (e.g. Simeone & Bernal 2000). En cuanto a las ratas, un estudio de Simeone & Luna-Jorquera (2012) demostraron que estos roedores pueden consumir altos porcentajes de huevos de pingüino de Humboldt cuando éstos son dejados sin atención de los padres.

En las zonas II y III destacan por su alta frecuencia las interacciones con pesquerías, especialmente el enmalle artesanal. Este arte ha sido apuntado como uno de los principales causantes de mortalidad en esta especie y en el pingüino de Magallanes (Simeone et al. 1999, Toro-Barros et al. 2017). A través de las encuestas, se detectó que, entre las amenazas en el mar, se reconoce el impacto de la captura incidental en redes de enmalle en las tres zonas de estudio, lo cual fue reconocido por los pescadores entrevistados como un patrón que es recurrente para estas pesquerías artesanales en las costas de Chile (Suazo et al. 2014). No deja de ser importante destacar que, en relación a esta problemática, un número importante de entrevistados dice haber visto pingüinos varados en su localidad, especialmente en la Zona III.

Dentro de la amenaza “Contaminación”, la basura fue particularmente alta en la Zona III y nuestras observaciones constatan que la mayor parte de esta basura corresponde a restos plásticos de diversos tipos y tamaños (bolsas, botellas, envases, cuerdas, redes, etc.). Este tipo de basura puede resultar altamente perjudicial para estas y otras aves marinas ya que pueden ser ingeridas o llevadas a los nidos, entre otros problemas (Franeker et al. 2011).

A lo largo de gran parte de su distribución en Chile, el pingüino de Humboldt es percibido por el público general como una especie beneficiosa tanto para el ecosistema marino como para el ser humano. Esta percepción es especialmente evidente en los pescadores en sus respectivas localidades. La percepción beneficiosa se manifiesta principalmente como una oportunidad de trabajo a través del turismo. Si bien esto puede visualizarse como una ventaja que podría contribuir a su conservación, es necesario tomar en cuenta que toda actividad turística debe ser diseñada y manejada con gran cuidado. El pingüino de Humboldt ha sido señalado como una especie altamente sensible a la presencia humana, especialmente cuando se encuentra en la estación reproductiva (Ellenberg et al. 2006).

Como se indicó al inicio de esta discusión, el presente censo ha sido uno de los esfuerzos más grandes, en términos logísticos y cobertura geográfica, que se han desplegado en las últimas cuatro décadas para determinar el tamaño de la población del pingüino de Humboldt en Chile. Estimamos que los valores



CULTAM

Patrimonio Cultural y Natural • Conservación • Educación

determinados en este trabajo debieran considerarse como un punto de referencia para otros estudios similares que se desarrollen en el futuro. Para facilitar la comparación de la información, dichos estudios debieras replicar las metodologías, esfuerzos logísticos, fechas y unidades de estudio (parejas) empleadas en el presente censo. De manera complementaria, sería muy recomendable que también se desarrollara un monitoreo de individuos durante la muda, en el mes de febrero. Este último podría entregar valiosa información de la población total.

9. CONCLUSIONES

1. El proyecto FIPA N°2016-33 “Censo de Pingüinos de Humboldt” se ejecutó entre los meses de octubre y noviembre de 2017 y abarcó la distribución de la especie entre las regiones de Arica y Parinacota (XV) y Los Lagos (X).
2. Se visitaron 45 sitios reproductivos o colonias y 58 sitios no reproductivos o posaderos.
3. En total, se contabilizaron 5.067 parejas o nidos activos, con un intervalo de confianza (95%) entre 4.158 y 5.976) parejas, lo que indica una población que podría contener un máximo cercano a los 12.000 individuos maduros.
4. De norte a sur, las principales colonias (se indica el número de parejas) fueron: Islote Huanillos (68), Isla Pan de Azúcar (75), Isla Chañaral (1.045), Isla Choros (2.859), Isla Tilgo (97) e Isla Cachagua (456). Estos sitios congregan el 90% de la población chilena.
5. El análisis de los datos de aves mudando indica que hay colonias anualmente presentan cantidades muy similares de pingüinos, mientras que otras son altamente variables. El Niño parece no afectar la cantidad de individuos, al parecer esta variable estaría controlada por factores internos de la colonia.
6. Los valores determinados en este estudio se consideran en general bajos, comparados a estudios anteriores. Las causas de esta baja no están claras, se propone que podría estar vinculadas a fluctuaciones extremas naturales que presenta la especie o bien podría representar una disminución verdadera de la población, cuyas causas deben investigarse.
7. Las encuestas aplicadas a los usuarios de la zona costera dentro de la distribución del pingüino de Humboldt, indican que el público percibe a esta especie como beneficiosa, tanto para el ser humano (turismo) como para el funcionamiento del ecosistema.
8. Los encuestados en su mayoría dicen percibir que hay menos pingüinos que antes y muchos indicaron que la principal forma en que ellos los observan es varados muertos en las playas.
9. Se constataron al menos cinco tipos de amenazas para la especie, incluyendo destrucción/degradación de hábitat (extracción de guano), especies invasoras (ratas y conejos), contaminación (basuras, plástico), interacciones con pesquerías (enmalle artesanal) y perturbaciones humanas (extracción de algas y mariscos en la periferia de las colonias).
10. El taller de difusión de resultados identificó como necesidades prioritarias contar con un censo periódico de aves durante la muda, desarrollar metodologías estandarizadas para facilitar comparaciones entre estudios y determinar los efectos de las especies invasoras (especialmente ratas) en las colonias afectadas.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araya, B. 1983. A preliminary report on the status and distribution of the Humboldt penguin in Chile. Proceedings of the Jean Delacour/IFCB Symposium, Los Angeles : 125–135.
- Araya, B. and F. S. Todd. 1987. Status of the Humboldt penguin in Chile following the 1982–83 El Niño. Proceedings of the Jean Delacour/IFCB Symposium, Los Angeles : 148–57.
- BirdLife International. 2017. *Spheniscus humboldti* (amended version of 2016 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22697817A111228184. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T22697817A111228184.en>. Descargado el 23 de abril de 2018.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham & J. L. Laake. 1993. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations, Chapman & Hall, London, reprinted (1999) by Research Unit for Wildlife Population Assessment, St Andrews.
- Ellenberg, U., Mattern, T. Seddon, P. J. & Luna Jorquera, G. 2006. Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: The need for species-specific visitor management. *Biological Conservation* 133: 95-106.
- Franeker, J. A., Blaize, C., Danielsen, J., Fairclough, K., Gollan, J., Guse, N., Hansen, P-L., Heubeck, M., Jensen, J-K., Le Guillou, G., Olsen, B., Olsen, K. O., Pedersenm, J., Stienen, E. W. M. & Turner, D. M. 2011. Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environmental Pollution* 159: 2609-2615.
- Hays, C. 1984. The Humboldt Penguin in Peru. *Oryx* 18: 92-95.
- Hays, C. 1986. Effects of the 1982-83 El Niño on Humboldt Penguin colonies in Peru. *Biological Conservation* 36: 169-180.
- Johnson, A.W. and J.D. Goodall. 1965. The Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. 1. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires.
- Kemper, J. & J-P. Roux. 2005. Of squeezers and skippers: factors determining the age at moult of immature African Penguins *Spheniscus demersus* in Namibia. *Ibis* 147: 346–352.
- Murphy, R.C. 1936. Oceanic Birds of South America, 1 and 2. American Museum of Natural History, New York. Norman, JR, 1938.
- Paredes, R., C. Zavalaga, G. Battistini, P. Majluf & P. McGill. 2003. Status of the Humboldt Penguin in Peru, 1999-2000. *Waterbirds* 26: 129-138.

- Ravanal, F. 2017. Recopilación de datos obtenidos sobre Pingüino de Humboldt por el cuerpo de guardaparques en las Islas insertas en las Áreas Protegidas de Atacama entre 2010 y 2017. Informe Departamento Áreas Silvestres Protegidas, Corporación Nacional Forestal Región de Atacama. 25 pp.
- Simeone, A. & Bernal, M. 2000. Effects of habitat modification on breeding seabirds: a case study in central Chile. *Waterbirds* 23: 449-456.
- Simeone, A. & G. Luna-Jorquera. 2012. Estimating rat predation on Humboldt Penguin colonies in north-central Chile. *Journal of Ornithology* 153: 1079-1085
- Simeone, A. & R. S. Wallace. 2014. Evidence of philopatry and natal dispersal in Humboldt penguins. *Emu* 114: 69-73.
- Simeone, A., Bernal, M., Meza, J. 1999. Incidental mortality of Humboldt penguins *Spheniscus humboldti* in gill nets, Central Chile. *Marine Ornithology* 27: 157-161.
- Simeone, A. B. Araya, M. Bernal, E. N. Diebold, K. Grzybowski, M. Michaels, J. A. Teare, R. S. Wallace & M. J. Willis. 2002. Oceanographic and climatic factors influencing breeding and colony attendance patterns of Humboldt Penguins *Spheniscus humboldti* in central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 227: 43-50.
- Simeone, A., G. Luna-Jorquera, M. Bernal, S. Garthe, F. Sepúlveda, R. Villablanca, U. Ellenberg, M. Contreras, J. Muñoz & T. Ponce. 2003. Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 323-333.
- Suazo, C.G., L.A. Cabezas, C.A. Moreno, J.A. Arata, G. Luna-Jorquera, A. Simeone, L. Adasme, J. Azócar, M. García, O. Yates & G. Robertson (2014) Seabird bycatch in Chile: A synthesis of its impacts, and a review of strategies to contribute to the reduction of a global phenomenon. *Pacific Seabirds* 41: 1–12.
- Sydeman, W. J., S. A. Thompson, T. Anker-Nilssen, M. Arimitsu, A. Bennison, S. Bertrand, P. Boersch-Supan, C. Boyd, N. C. Bransome, R. J.M. Crawford, F. Daunt, R. W. Furness, D. Gianuca, A. Gladics, L. Koehn, J. W. Lang, E. Logerwell, T. L. Morris, E. M. Phillips, J. Provencherr, A. E. Punt, C. Saraux, L. Shannon, R. B. Sherley, A. Simeone, R. M. Wanless, S. Wanless, S. Zador. 2017. Best practices for assessing forage fish fisheries-seabird resource competition. *Fisheries Research* 194: 209-221.

- Toro-Barros, B., J. González-Garcés, F. Toro-Cortés & B. Bachmann-Moreno. 2017. Varamientos de pingüinos (Spheniscidae) en la costa continental de Chile entre los años 2009-2016. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 66: 11-19.
- UICN. 2012. Categorías y criterios de la lista roja de la UICN, versión 3.1. Segunda edición. Preparado por la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. 42 pp.
- Wallace, R. & B. Araya. 2015. Humboldt Penguin *Spheniscus humboldti* population in Chile: counts of moulting birds, February 1999–2008. *Marine Ornithology* 43: 107–112.
- Wang, Y., U. Neuman, S. Wright & D. I. Warton. 2012. mvabund: an R package for model-based analysis of multivariate abundance data. *Methods in Ecology and Evolution* 3: 471-473.
- Warton, D. I. 2005. Many zeros does not mean zero inflation: Comparing the goodness-of-fit of parametric models to multivariate abundance data. *Environmetrics* 16: 275–289.



11. ANEXOS

Anexo 1: Composición del equipo de trabajo

Alejandro Simeone

Jefe de proyecto

Roberto Aguilar

Coordinación administrativa

Equipo Zona I

Roberto Aguilar, *Coordinación Zona, terreno*

Marietta Perucci, *terreno*

Arami Silva, *terreno*

Patricia Bolados, *terreno*

Equipo Zona II

Guillermo Luna, *Coordinación Zona, terreno*

Matías Portflitt, *terreno*

Nicolás Luna, *terreno*

Macarena Bravo, *terreno*

Diego Miranda, *terreno*

Equipo Zona III

Alejandro Simeone, *Coordinación Zona, terreno*

Paulina Arce, *terreno*

Maximiliano Daigre, *terreno*

Cristóbal Anguita, *terreno*

Diseño y análisis encuestas

Cristián Suazo

Anexo 2: Encuesta (versión 2 / 30.09.2017)

Encuesta N°:	Encuestador:	Fecha:
Localidad, Comuna, Región:		Zona (I, II, III):

1) Estado del encuestado (marcar con una X):

Residente	Trabajador	Turista	Otro
-----------	------------	---------	------

2) Edad y actividad del encuestado:

Edad (años)	Oficio/profesión (respuesta libre):
-------------	-------------------------------------

3) ¿Hace cuántos años que vive o visita esta localidad?

Años:

4) ¿Qué especies de ave marina reconoce en este lugar? (Mencionar nombre común en forma libre y sin restricción en número de especies; e.g., pelícano, gaviota, etc.)

(NOTA: más grupos de especies, por favor anotar en reverso de hoja)

5) Entre las aves marinas que reconoce, ¿Ha visto pingüinos en esta localidad? (Responder alternativa con una X)

Sí:	No:
-----	-----

6) Si su respuesta anterior fue afirmativa ¿En qué situación ha visto pingüinos? (Responder una o más alternativas con una X)

Nadando en el mar:	Vivo en la playa:	Muerto en la playa:	Otro:
--------------------	-------------------	---------------------	-------

7) ¿Sabe usted si hay pingüinos que crían en algún sector de esta localidad? (Responder alternativa con una X, así como mencionar sitios reconocidos en la lista de abajo)

Sí:	No:
-----	-----

Sitios:

(NOTA: más localidades, por favor anotar en reverso de hoja)

8) ¿Sabe usted si en este sector cría uno o más tipos (especies) de pingüinos? ¿Conoce algún nombre para el o los tipos de pingüinos que usted conoce? (Responder alternativa con una X, así como mencionar nombre(s) como respuesta libre)

Sí:	No:	Si es sí la respuesta, cuantos tipos/especies:
-----	-----	--

Nombres:

9) ¿Cuál piensa usted que puede ser el o los perjuicios que le pueden entregar los pingüinos al ser humano? (Respuesta abierta)

10) ¿Cuál piensa usted que puede ser el o los beneficios que le pueden entregar los pingüinos al ser humano? (Respuesta abierta)

11) ¿Conoce usted alguna(s) amenazas que puedan afectar a la sobrevivencia de pingüinos cuando este se encuentra nadando en el mar? (Completar listado en forma libre)

(NOTA: más amenazas para pingüinos en el mar, por favor anotar en reverso de hoja)

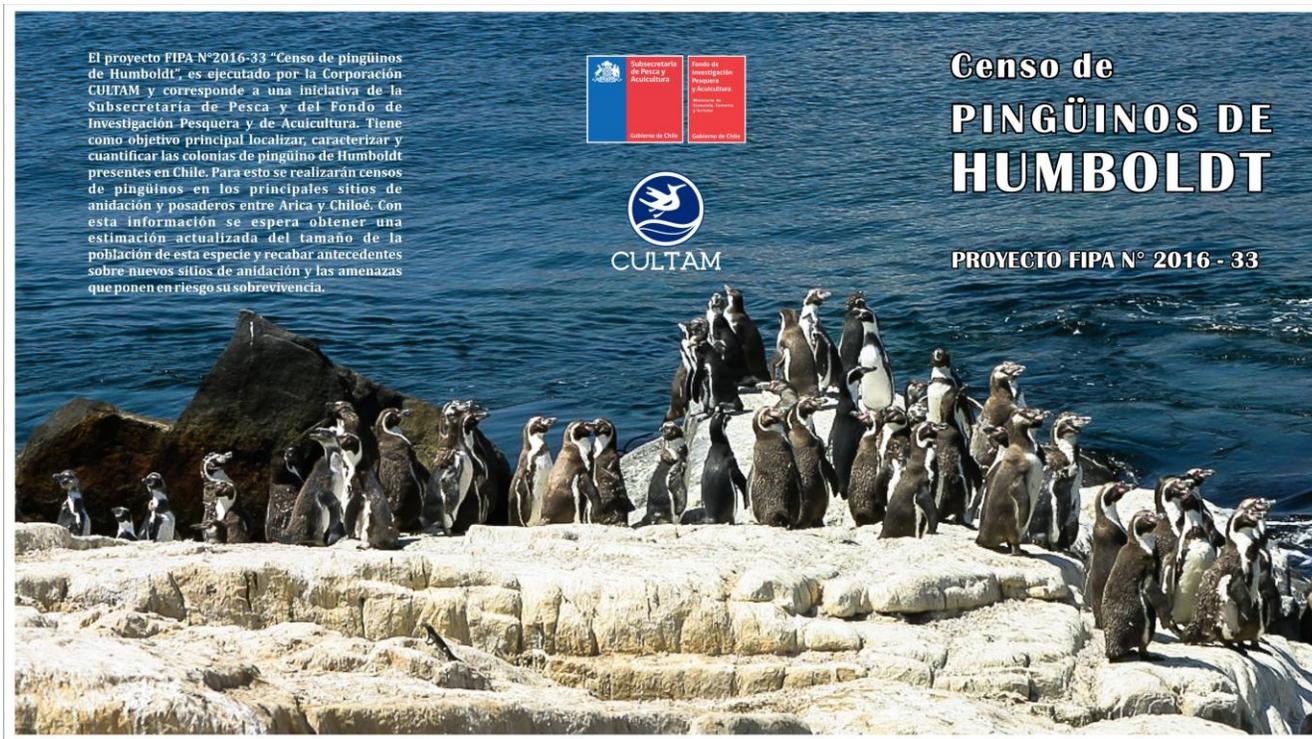
12) ¿Conoce usted alguna(s) amenazas que puedan afectar al pingüino cuando este se encuentra criando en tierra, tal como en islas e islotes de la costa? (Completar listado en forma libre)

(NOTA: más amenazas para pingüinos en tierra, por favor anotar en reverso de hoja)

13) ¿Según lo que percibe en esta localidad, piensa usted que actualmente hay más, menos o igual número de pingüinos? (Responder una sola alternativa con una X)

Más:	Menos:	Igual:
------	--------	--------

Anexo 3: Diseño de trípticos y poleras entregados durante la aplicación de las encuestas



El proyecto FIPA N°2016-33 "Censo de pingüinos de Humboldt", es ejecutado por la Corporación CULTAM y corresponde a una iniciativa de la Subsecretaría de Pesca y del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura. Tiene como objetivo principal localizar, caracterizar y cuantificar las colonias de pingüino de Humboldt presentes en Chile. Para esto se realizarán censos de pingüinos en los principales sitios de anidación y posaderos entre Arica y Chiloé. Con esta información se espera obtener una estimación actualizada del tamaño de la población de esta especie y recabar antecedentes sobre nuevos sitios de anidación y las amenazas que ponen en riesgo su sobrevivencia.



Censo de PINGÜINOS DE HUMBOLDT

PROYECTO FIPA Nº 2016 - 33

Pingüino de Humboldt

El pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) es una de las 10 especies de pingüinos que habitan en Chile. Se distribuye en forma continua por más de 4.000 km de costa entre Isla Foca (5° S) en Perú y la isla Guafo (43° S) en el sur de Chile.



El tamaño de la población mundial del pingüino de Humboldt se estima en unos 44.000 individuos, entre adultos y juveniles. De este total, cerca del 75% vive en territorio chileno. Esta estimación, sin embargo, es antigua y fue obtenida utilizando diversas metodologías, lo que hace difícil conocer en la actualidad el real tamaño de la población.

Anida principalmente en islas e islotes costeros dos veces al año, en otoño y primavera. Los pingüinos anidan en cavernas, cuevas de tierra y guano excavadas por ellos mismos, también bajo rocas y entre medio de vegetación. Ponen dos huevos de color blanco que son incubados por 40 a 42 días. Los polluelos permanecen al cuidado de sus padres por cerca de dos meses, tras lo cual inician su vida independiente.

La dieta del pingüino de Humboldt está constituida principalmente por peces y, dependiendo de la localidad, puede incluir anchoveta, sardina, pejerrey, jurel y agujilla. También pueden comer algunos calamares. Durante la época reproductiva tratan de alimentarse lo más cerca posible de su colonia, normalmente a no más de 35 km de distancia cuando tienen polluelos y a no más de 70 km cuando tienen huevos.



En el pasado, el pingüino de Humboldt era mucho más numeroso y se estima que había varios cientos de miles en las costas de Perú y Chile. Sin embargo, a contar de mediados del siglo 19, la masiva extracción de guano para su uso como fertilizante, disminuyó drásticamente la población de esta especie. El guano era utilizado por el pingüino (y otras especies como el guanay, piquero, pelicano, yunco y gaviotín monja) para construir su nido.



Sin este valioso sustrato, el pingüino vio disminuidos sus sitios para anidar. En la actualidad, los principales problemas de conservación del pingüino tienen que ver con la actividad pesquera. Por una parte, se les dificulta encontrar su alimento que es extraído intensamente, especialmente sardinas y anchovetas, y por otro, cientos de animales mueren cada año ahogados accidentalmente en redes de enmalle. Adicionalmente, en muchas islas donde nidifica el pingüino, el hombre ha facilitado la introducción de animales como ratas, perros, gatos y otros que depredan sobre huevos, polluelos y adultos.



Diseño de tríptico informativo del proyecto



CULTAM

Patrimonio Cultural y Natural • Conservación • Educación



Entrega de trípticos informativos a pescador de caleta Cachagua



Poleras diseñadas para difusión del proyecto

Anexo 4: Protocolo estandarizado para toma de datos durante el trabajo de terreno

Check-list de actividades para las salidas a terreno

Proyecto FIPA N°2016-33 “Censo de pingüinos de Humboldt”

Versión 1, 30/09/2017

1. Recordar que hay dos tipos de sitios a censar: a) **colonias**, que son aquellas en las que hay reproducción comprobada (**nidos activos**, pollos fuera de los nidos). En estas colonias, la unidad de conteo es el nido activo o número de parejas, b) **posaderos**, que son sitios donde se avistan pingüinos, pero donde no hay actividad reproductiva evidente, éstos son sitios de descanso y muda. Eventualmente, en una colonia puede haber pájaros posados en las rocas periféricas. Si es así, deben contarse también, pero se deben reportar de manera separada de los nidos activos o número de parejas, ya que ambos tipos de datos no son sumatorios. El dato más importante es el de los nidos activos, porque permitirá estimar el tamaño de la población reproductiva.
2. En las **colonias**, se consideran **nidos activos** a aquellos que:
 - a. Tienen dos individuos en su interior. La pareja en el nido es indicadora de que se está iniciando la reproducción. Se excluyen casos en que los individuos estén peleando, lo que puede ocurrir cuando un pingüino se mete en el nido de otro para refugiarse. En este caso, no se asume que es una pareja.
 - b. Contienen adulto (s) con huevos y/o pollos.

Los nidos con un solo adulto en su interior no se consideran activos ya que pueden ser pájaros que sólo se están escondiendo o descansando. Hay que asegurarse de que sea un pájaro solo y no que está echado sobre huevos o pollos pequeños. En estos últimos casos, se trataría de un nido activo. De todos modos, se deben reportar en el informe los nidos con un adulto solo, como también se deben reportar los nidos vacíos.

Para las colonias pequeñas se propuso realizar conteo directo, mientras que para las colonias más grandes el grupo de la zona 2 aplicará DISTANCE.

3. Además de registrar la actividad en el nido, se debe reportar **el tipo de nido**:
 - a. **Cueva de tierra (CT)**: cueva excavada por los mismos pingüinos en sustrato de tierra.
 - b. **Cueva de guano (CG)**: cueva excavada por los mismos pingüinos en sustrato de guano.
 - c. **Cueva de roca (CU)**: nidos ubicados en cuevas hechas en sustrato rocoso. Estas cuevas son de formación natural (erosión, abrasión), no excavadas por los pingüinos, y normalmente contienen un solo nido.
 - d. **Cavernas (CA)**: estos tipos son poco habituales. Corresponden a grandes cavernas a nivel de la orilla o grutas donde puede haber varios nidos al mismo tiempo.

- e. **Cubierto por rocas (CR):** nido que tiene rocas/bolones que le proporcionan claramente un “techo”, hay cobertura desde arriba.
- f. **Protegido por rocas (PR):** la protección viene de los flancos, de los costados y es proporcionada por rocas/bolones. No hay cobertura (techo) desde arriba.
- g. **Cubierto por vegetación (CV):** igual que en “e”, pero el material es vegetación (arbustos, cactus).
- h. **Protegido por vegetación (PV):** igual que en “f”, pero el material es vegetación (arbustos, cactus).
- i. **Expuesto (EX):** el nido es una simple depresión en el suelo, sin cobertura ni protección.

4. Es necesario que la información que se recopile en los puntos 2 y 3 sea reportada en una misma nomenclatura (y sus abreviaciones estándar) para todos los grupos y no en variantes “locales”. Por lo mismo, propongo que los informes reporten sus datos usando la siguiente estructura:

	CT	CG	CU	CA	CR	PR	CV	PV	EX
Nidos activos									
Nidos con 1 adulto									
Nidos vacíos									

- 5. Además del punto anterior, se debe **caracterizar cada colonia**. Por favor, a cada sitio que vayan, hagan un **registro fotográfico** y adjunten las fotos con sus informes. Que se vea el sitio de manera general (isla, punta, islote, posadero) y detalles de lo visto (1-2 nidos con huevos/pollos). El revisor del primer informe pidió fotos y no había ninguna. Lo mismo, hagan registros de ustedes tomando las encuestas, entregando poleras y trípticos.
- 6. En cada sitio se deben **aplicar encuestas**, idealmente no menos de 5 por sitio, ojalá hasta 10. Queda a su criterio y disponibilidad de tiempo. La encuesta es una herramienta para caracterizar las amenazas y la manera en que la gente local se relaciona o percibe a los pingüinos. La encuesta (versión 2) se encuentra en el ANEXO 2.
- 7. En cada sitio se debe hacer entrega de **poleras y trípticos**. Las poleras serían un buen regalo para quienes contesten la encuesta. Los trípticos se pueden entregar a los mismos encuestados y dejar otros tantos en las caletas, almacenes, sindicatos, retenes, etc.

Anexo 5: Taller de Difusión de Resultados del Proyecto

Taller de difusión de resultados Proyecto FIPA 2016-33 “Censo de pingüinos de Humboldt”

Lugar: Salón Amarillo, Universidad Andrés Bello, Campus Quillota, Sede Viña del Mar.

Fecha: miércoles 28 de marzo de 2018

Hora de inicio: 10:15 hrs

Hora de término: 12:00 hrs.

Los comentarios y sugerencias del público asistente se pueden resumir en los siguientes puntos:

- 1) Se plantea la necesidad de retomar la realización de censos periódicos durante la época de muda del pingüino de Humboldt (la que ocurre principalmente en febrero de cada año) para poder estimar el tamaño de la población total. Es necesario contar con metodologías estandarizadas para poder realizarlas a lo largo de toda la distribución de la especie y así poder comparar los datos entre sitios y entre años (Charif Tala, Marcelo Inostroza).
- 2) Se consulta si el número de individuos maduros presentado por el proyecto podría ser corregido agregando el número de individuos contabilizados en los posaderos (Mauricio Ulloa). Se indica que esta información no es sumatoria, ya que los individuos en posaderos podrían corresponder a las parejas de los individuos contabilizados en las colonias (Alejandro Simeone).
- 3) Hay preocupación por los bajos números poblacionales presentados por el proyecto, los que se condicen con la situación observada por CONAF en Isla Pan de Azúcar e Isla Chañaral, ambas colonias donde se ha venido observando una disminución progresiva de pingüinos en los últimos 5-10 años. Es posible que los datos presentados por este estudio sean los más bajos reportados hasta ahora (Marcelo Inostroza).
- 4) Pingüinos se presentan como grandes atractivos turísticos a lo largo de su distribución, lo que los hace ser muy visitados en sus colonias y su periferia (John Ewer).
- 5) Es necesario determinar qué islas presentan ratas y cómo éstas están amenazando a los pingüinos (Javiera Meza).
- 6) Se consulta si las mortalidades masivas registradas en los últimos tiempos han sido debidas a enfermedades u otros factores (Miguel Díaz). Se aclara que la base de datos de Sernapesca no registra enfermedades como causantes de estas mortalidades y que la causa atribuida en la mayoría de los casos es el enmalle en redes (Mauricio Ulloa).

- 7) Se menciona que antiguamente en el sector del Islote Locos (en Pichidangui) existía caza de pingüinos para su uso como carnada (Guillermo Cubillos).
- 8) Se indica que existen fondos disponibles para financiar estudios y censos para esta especie, pero que sería necesario abordar una metodología estandarizada para estos monitoreos. El Plan Nacional de Acción de la especie contempla este tipo de instancias y que sería importante invocarlas (María Francisca Contreras).
- 9) Se consulta acerca de la motivación de este censo y cómo se origina su realización (Marcelo Inostroza). Se aclara que este censo surge como una propuesta de investigación del Grupo de Trabajo de Aves Marinas de la Subpesca.
- 10) Se vuelve a plantear la necesidad de desarrollar/proponer una metodología estandarizada para los conteos de pingüinos, de modo que ésta podría ser recogida por la autoridad a través de un decreto supremo. Esto obligaría a futuras licitaciones a exigir dicha metodología en las propuestas técnicas (Marcelo García).
- 11) Los datos obtenidos podrían analizarse a la luz de los criterios de la UICN (especialmente el criterio A) para proponer una nueva categoría de conservación (Moisés Grimberg).
- 12) Se hace ver la necesidad de mejorar la coordinación entre los diferentes servicios del Estado para la facilitación del otorgamiento de permisos para investigación (Guillermo Luna). Se hace ver que efectivamente el Estado tiene dificultades para coordinarse entre los servicios con competencias relacionadas a medio ambiente, pero que la implementación de futuro Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas debiera solucionar gran parte de este problema (Charif Tala).
- 13) Asistentes agradecen esta información, pero la toman con gran preocupación. Hay gran expectativa por la publicación del informe final para poder citarlo (Nancy Duman).
- 14) Se menciona que existen buenas experiencias en cuanto a coordinación entre diferentes servicios del Estado, mencionándose el Plan Operativo de Juan Fernández y el Plan de Manejo de Santuario de la Naturaleza Islote Pájaro Niño (María Francisca Contreras).



CULTAM

Patrimonio Cultural y Natural • Conservación • Educación

Nómina de participantes del Taller

Institución	Asistente	Email
CONAF RM	Moisés Grimberg	moises.grimberg@conaf.cl
CONAF RM	Miguel Díaz	miguel.diaz@conaf.cl
CONAF V Región	Javiera Meza	javiera.meza@conaf.cl
CONAF V Región	Homero Gallardo	homero.gallardo@conaf.cl
Corporación CULTAM	Roberto Aguilar	roberto.aguilar@vtr.net
Costa Humboldt	Luciano Hiriart	l.hiriartbertrand@costahumboldt.org
Fundación Parque Ahuenco	John Ewer	john.ewer@uv.cl
IFOP	Rodrigo Vega	rodrigo.vega@ifop.cl
Ilustre Municipalidad Algarrobo	Marcelo Inostroza	medioambientealgarrobo@gmail.com
Ministerio del Medio Ambiente	Charif Tala	ctala@mma.cl
Oikonos	Valentina Colodro	valentina@oikonos.org
Seremi Medio Ambiente Valparaíso	María Francisca Contretas	MContreras@mma.gob.cl
SERNAPESCA	Mauricio Ulloa	mulloa@sernapesca.cl
Sphenisco	Nancy Duman	nancy.duman@gmail.com
ATF Chile	Cristián Suazo	biosuazo@gmail.com
SUBPESCA	Marcelo García	mgarcia@subpesca.cl
Universidad Andrés Bello	Paulina Arce	pp.arce@gmail.com
Universidad Andrés Bello	Alejandro Simeone	asimeone@unab.cl
Universidad Católica del Norte	Guillermo Luna	gluna@ucn.cl
WCS Chile	Nykol Jara	njara@wcs.org
Zoológico Nacional	Guillermo Cubillos	gcubillos@parquemet.cl



TALLER DE DIFUSIÓN
PROYECTO FIPA N° 2016 - 33
CENSO DE PINGÜINO DE HUMBOLDT
VIÑA DEL MAR - MARZO 2018

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA
CORPORACIÓN CULTAM

LISTA ASISTENCIA TALLER

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO - VIÑA DEL MAR
28 MARZO 2018

NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
Mauricio Ulla Encina	SERNAPESCA	MULLOAPS@sernapesca.cl	
M. Fca. Contreras J.	VERONIA MMA Valpo	mcontreras@mma.gob.cl	
Nykol Jara Reyes	WCS	njara@wcs.org	
Valentina Colero	Oikenes	valentia@oikenes.cl	
Paulina Ace Escobar	UNAB	pp.ace@unab.cl	
JAVIERA MEZA	CONAF Valpo	javierameza@conaf.cl	
Honorio Gallardo	CONAF Valpo	honorio.gallardo@conaf.cl	
CHARIF TALA	MMA	ctala@mna.gob.cl	
John Ewer	U. Valparaíso/Ahuenao	John.ewer@uv.cl	
Licinia Hincapié B	Costa Rica/INIA	licinia.hincapie@inia.cr	
Miguel Díaz G.	CONAF OF. CENTRAL	miguel.diaz@conaf.cl	
Guillermo Osilla	ZOO NACIONAL	gabillos@zoo.cl	
Marcelo Insuaste	PUM Mipmbo	marcelo@pum.cl	
Nancy Ferrera Vidal	CAE. Mipmbo	nancy.ferrera@pum.cl	
Nancy Duman B	SPITENIS W	nancy.duman@pum.cl	

Lista de asistencia al taller de difusión de resultados del proyecto



CULTAM

Patrimonio Cultural y Natural - Conservación - Educación



TALLER DE DIFUSIÓN
PROYECTO FIPA N° 2016 - 33
CENSO DE PINGÜINO DE HUMBOLDT
VIÑA DEL MAR - MARZO 2018

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA
CORPORACIÓN CULTAM

LISTA ASISTENCIA TALLER

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO - VIÑA DEL MAR
28 MARZO 2018

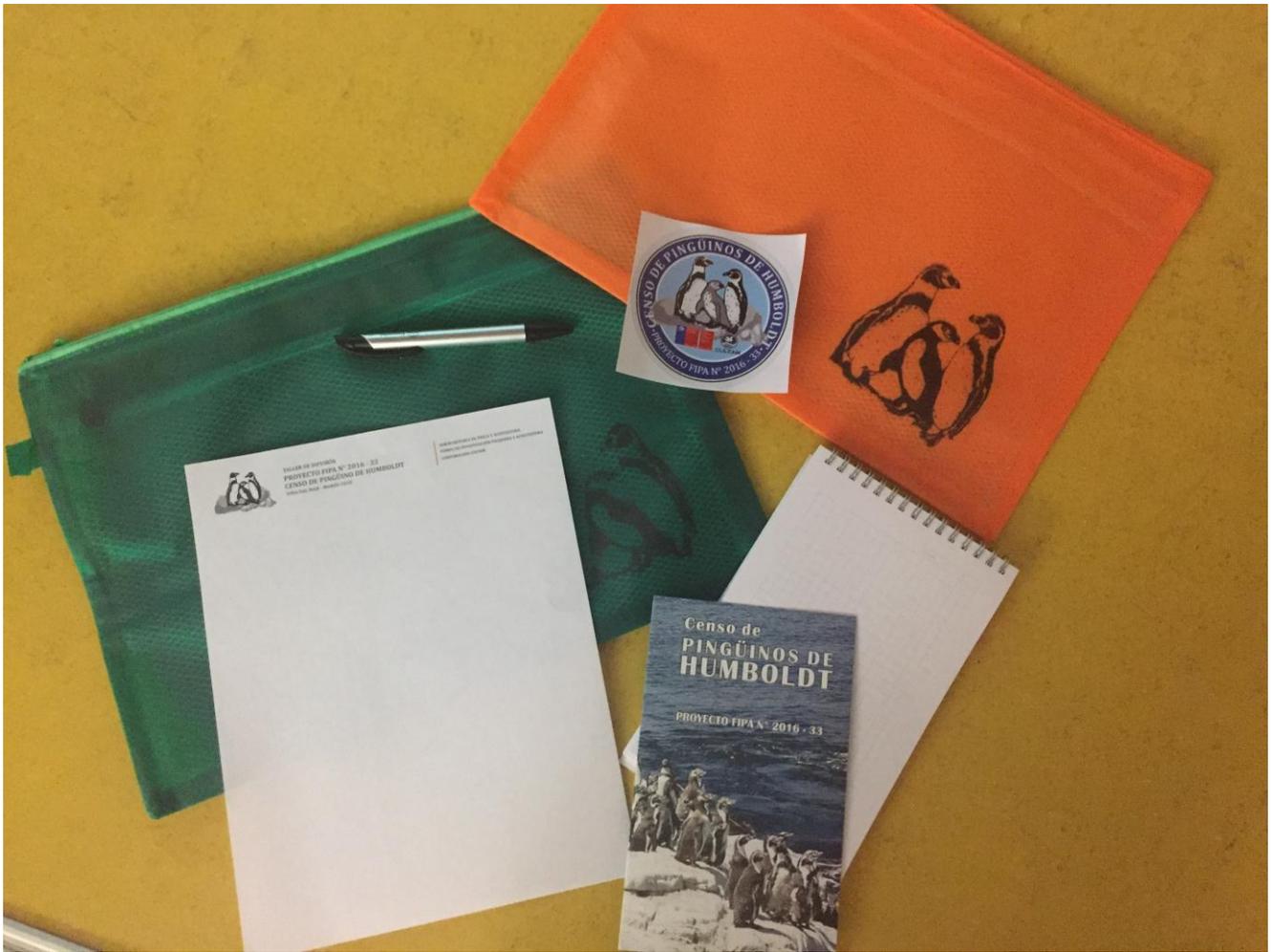
NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
Guillermo Luna	UCW		
Marcelo García A.	SUBPESCA	mgarcia@subpesca.cl	
Moisés Fernández P.	CONAF	moises.fernandez@conaf.cl	
Cristián Suárez O.	ATF - Chile	biosuazo@atf.cl	
Nahuel Fuchs P.	CURMA	nahuel.fuchs@curma.cl	
Rodrigo Vega	IFOP	rodrigo.vega@ifop.cl	
ALEJANDRO SIMONE C.	UNAB	asimone@unab.cl	

Lista de asistencia al taller de difusión de resultados del proyecto



CULTAM

Patrimonio Cultural y Natural • Conservación • Educación



Kit de productos entregados a participantes del taller de difusión de resultados: tríptico de difusión, libreta de anotaciones, hoja para apuntes con membrete del proyecto, calcomanía adhesiva alusiva al proyecto, lápiz y funda para guardado de documentos.