UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza

Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza

EL EFECTO DEL TURISMO SOBRE LAS POBLACIONES DE PILPIPÉN (*Haematopus palliatus*) Y SU RELACIÓN CON LA DIVERSIDAD DE AVES DE LAS PLAYAS DE ARENA DE LA REGIÓN DE ATACAMA, CHILE

Proyecto de grado presentado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza.

AMANCAY DE ATACAMA CEPEDA MERCADO

Bióloga Marina

SANTIAGO - CHILE.

2015

Proyecto de grado presentado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza

Profesor guía	Nombre: Cristián Estades Marfan Nota: 7.0 Firma: _____
Profesora Consejera	Nombre: Carmen Luz de la Maza Asquet Nota: 6.5 Firma: _____
Profesor Consejero	Nombre: Pedro E. Cattán Ayala Nota: 6.0 Firma: _____

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no hubiera sido posible sin el apoyo emocional y sentimental de mi familia, especialmente quiero agradecer a mis padres Héctor Cepeda y Margaret Mercado por el apoyo en la fase terreno, principalmente por su compañía, pero también por su aporte en bienes económicos a este proyecto. Agradezco también a mi sobrina Laura por la compañía en la fase de terreno. A mi hermana Valentina quiero agradecer su siempre disponible apoyo en todos los aspectos logísticos de este proyecto.

La planificación y el desarrollo técnico de este proyecto tuvieron el apoyo de José F. González-Maya, a quién agradezco su disposición, profesionalismo y paciencia para ayudarme a creer en este proyecto y por haberme enseñado tantas cosas.

El apoyo en terreno del equipo de guardaparques del Parque Nacional Llanos de Challe y el Parque Nacional Pan de Azúcar fue fundamental para poder extender el área de estudio de este proyecto. Especialmente quiero agradecer a Don Alberto Villegas y a Yohan Sánchez por brindarme una rica alimentación y acogedora compañía durante el terreno al sur de la región. Agradezco a Isla, Carla y Mario por su apoyo en las gestiones para alojarme en el PN Llanos de Challe. A Rosita agradezco su apoyo en la identificación de la flora de las playas. A Sandrita gracias por todo su acompañamiento y asesoría gráfica.

Gloria Patricia, Tomás, Lilo, Edwin, Julieta y Alex hicieron valiosos aportes sentimentales y económicos para lograr mi título, gracias por su apoyo incondicional y desinteresado.

Este proyecto de grado fue financiado en parte con los fondos de la beca N° 22110095/2011 de CONICYT para estudios de magister en Chile.

Un afectuoso GRACIAS a todos mis compañeros del MASCN promoción 2011 por compartir conmigo ideas y sueños para la conservación de nuestro patrimonio.

Quiero agradecer a Cristian Estades por confiar en mí y en este proyecto y asumir como profesor guía y agradecer a los profesores consejeros por sus aportes al manuscrito.

DEDICATORIA

A mis sobrinos Martín, Laura y Natalie

Les dejo toda mi fuerza y energía para conservar nuestro legado natural

Que el amor por mi trabajo sean la base para crear juntos un mundo mejor

ÍNDICE

RESUMEN....1

SUMMARY....2

1.- INTRODUCCIÓN....3

2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA....5

2.1.- El turismo en las playas de arena....5

2.2. Las aves costeras y el impacto del turismo....7

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS....9

4. MATERIAL Y MÉTODOS....10

4.1. Área de Estudio....10

4.2. Levantamiento de información....11

4.2.1. Selección y descripción de las playas de muestreo....11

4.2.2. Abundancia de las poblaciones de *Haematopus palliatus*....14

4.2.3. Actividad turística en las playas de arena....14

4.2.4. Las aves de las playas de arena....15

4.3. Análisis de datos....16

4.3.1. Abundancia poblacional de Pilpilén y el turismo....16

4.3.2. Análisis de interrelación de variables....17

4.3.3. Análisis de la diversidad de aves y su correlación con la abundancia relativa del Pilpilén....17

5. RESULTADOS....19

5.1. Abundancia y distribución del Pilpilén....19

5.2. Las actividades del turismo y su relación con la población de Pilpilén....21

5.3. Relación del Pilpilén con la diversidad de aves de las playas de arena....23

6. DISCUSIÓN....27

6.1. Dinámica poblacional del Pilpilén....27

6.2. Relación de la abundancia relativa del Pilpilén con las actividades turísticas....29

6.3. Relación entre el Pilpilén y la diversidad de aves costeras....29

7. CONCLUSIONES....31

8. BIBLIOGRAFÍA....33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vegetación, áreas protegidas y playas muestreadas en la Región de Atacama, Chile. 10

Figura 2. Distribución de las 22 playas de arena y los transectos muestreados en la costa de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. 12

Figura 3. Promedio y error estándar de la abundancia relativa del Pilpilén (ind/km) en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. 20

Figura 4. Regresión lineal entre el promedio de la abundancia relativa de los adultos para todas las campañas y la abundancia de los pollos sobrevivientes en la campaña de enero-febrero en las playas de arena de la Región de Atacama. 21

Figura 5. Promedio de la abundancia relativa de las variables del turismo (cantidad/km) en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. Para una misma variable, las letras iguales no son significativamente diferentes (p>0,05). 22

Figura 6. Promedio de la abundancia relativa de huellas de vehículos (cantidad/km) en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. Las letras iguales no son significativamente diferentes (p>0,05). 23

Figura 7. Gráfico rango abundancia relativa de las aves en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. 24

Figura 8. Promedio de la diversidad verdadera (q=0,5) de aves de las playas de arena en la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. 25

Figura 9. Promedio de la riqueza de especies de aves de las playas de arena en la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. 25

Figura 10. Distribución de las subespecies de *Haematopus palliatus* en América (Clay *et al.* 2010). 27

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción general de las playas de arena muestreadas en la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. L = longitud (km); No. T = número de transectos. .13

Tabla 2. Variables de la actividad turística cuantificadas en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. 15

Tabla 3. Abundancias relativas promedio del Pilpilén (ind/km) en las playas de la Región de Atacama. n=tamaño de la muestra; D.E=desviación estándar. 19

Tabla 4. Abundancia relativa de pollos (ind/km) presentes durante la campaña de enero-febrero de 2013. 20

Tabla 5. Promedio (DE) de la abundancia relativa (cantidad/km) de las variables de la actividad turística en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. Cuatri=cuatrimoto; Camp=campamentos. 22

Tabla 6. Mejor modelo que explica la abundancia relativa de pilpilenes adultos en las playas de arena de la Región de Atacama. 23

Tabla 7. Riqueza y diversidad verdadera de especies de aves de las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. 26

Tabla 8. Promedio de la diversidad verdadera (D) y la riqueza en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. D.E.= desviación estándar. ...26

RESUMEN

Se caracterizaron las poblaciones de Pilpilén (*Haematopus palliatus*) en 22 playas de arena (39,6 km) de la Región de Atacama, Chile, durante la temporada reproductiva comprendida entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. La abundancia relativa de la especie tiene una amplia fluctuación entre las playas, con un promedio (DE) para la región de 4,7 (5,5) ind/km. La variación en la abundancia relativa promedio de adultos de Pilpilén explica el 27% de la variación en la abundancia relativa de pollos sobrevivientes en la etapa final de la temporada reproductiva. Las variables del turismo cuantificadas se agruparon en: personas, vehículos, huellas de vehículos y especies exóticas, y todas mostraron sus mayores valores en la campaña de enero-febrero. El modelo que mejor explica la abundancia relativa de pilpilenes contiene como variables predictoras la cantidad de personas y de vehículos. Las playas estudiadas fueron caracterizadas de acuerdo a la presencia de dunas, tipo de vegetación y presencia de caminos e infraestructura permanente; sin embargo, ninguno de estos atributos influyó claramente en la presencia y la abundancia del Pilpilén. Se registraron un total de 46 especies de aves en las playas de arena de la región. La relación de la diversidad de aves con la población de Pilpilén mostró una correlación positiva con la riqueza y la diversidad verdadera de la avifauna. Este estudio presenta datos relevantes sobre el ecosistema de playas de arena de la Región de Atacama, su diversidad asociada, su fragilidad y el impacto del turismo sobre los recursos naturales, dando bases para su manejo en relación a la actividad turística y definiendo líneas de investigación necesarias para hacer una planificación para la conservación.

Palabras claves: Aves costeras, especie indicadora, Haematopodidae, impacto antrópico.

SUMMARY

American Oystercatchers (*Haematopus palliatus*) populations were characterized in 22 sandy beaches (39.6 km) of the Atacama Region, Chile, during the breeding season between September 2012 and March 2013. The relative abundance of the species showed a wide fluctuation between beaches, with an average (SD) for the study area of 4.7 (5.5) ind/km. Variation of adults mean relative abundance explain 27% of the variation of the relative abundance of surviving chickens in the final phase of the reproductive season. Tourism activities were grouped in: people, vehicles, vehicles tracks and exotic species, and all showed their higher values in January-February sampling campaign. The model that better explains the American Oystercatchers relative abundance includes people and vehicle as predictor variables. The studied beaches were characterized in terms of the presence of dunes, vegetation type and presence of roads and permanent infrastructure; however, none of these attributes showed clearly to be modulators of the presence and abundance of American Oystercatchers. A total of 46 species were register in the sandy beaches of the region. The relationship of the birds diversity and the American Oystercatchers population showed a positively correlation with richness and true diversity of the birds. This study provides relevant data of the sandy beach ecosystems of the Atacama Region, the associated avian diversity, its fragility and the impact of tourism on the natural resources, providing bases for ecosystem management focused on tourism activities and defining research needs for conservations planning.

Key words: Anthropic impact, Coastal birds, Haematopodidae, Indicator species.

1.- INTRODUCCIÓN

La conservación de los ecosistemas marinos y costeros ha cobrado relevancia debido a la creciente degradación de los mismso, lo que se ha visto reflejado en la pérdida de la calidad y la cantidad de bienes y servicios que estos proporcionan al bienestar humano (Agardi y Alder 2005). Las playas de arena son ecosistemas que se encuentran entre los más fuertemente intervenidos a nivel global (UNEP 2006), lo cual está relacionado con el alto valor ecológico, social y económico que éstos representan (Brown y McLachlan 2002, Agardi y Alder 2005). En general no existe suficiente información sobre el estado de las poblaciones de fauna y flora que habitan en playas de arena, ni sobre el efecto de las actividades antrópicas en este ecosistema, por lo que no se ha desarrollado una planificación adecuada para su uso con objetivos sustentables (Agardi y Alder 2005). Este vacío de información contribuye a que a nivel global las medidas de manejo para detener la degradación de los ecosistemas marinos y costeros sean muy pocas, de bajo impacto y, en general, se implementen cuando ya la degradación es irreversible a bajo costo (Agardi y Alder 2005).

Las playas de arena proveen de diversos servicios culturales, estéticos, de recreación y de mantención de la biodiversidad, especialmente de las aves migratorias (UNEP 2006). A través de distintos procesos físicos y químicos, entre otros, brindan estabilidad a la línea de costa y contribuyen al reciclaje de nutrientes (Defeo *et al.* 2009). Por su parte, las dunas costeras (ecosistema fuertemente asociado a las playas de arena; Agardi y Alder 2005, Defeo *et al.* 2009), aunque no representan un gran aporte de nutrientes, comparadas con otros sistemas costeros, sí constituyen un aporte a la estabilización de la línea de costa, brindan sitios de anidación y de resguardo para las especies de aves costeras, además de constituir importantes lugares para la recreación y el turismo (Agardi y Alder 2005).

El manejo adecuado de las actividades turísticas es relevante para el mantenimiento de los atractivos naturales, de las identidades sociales y del sustento de esta actividad económica (McIntyre y Hobbs 1999, Yepes Piqueras 1999, Burke *et al.* 2001, Elías *et al.* 2012). Aunque a nivel global el turismo es la industria que produce mayores beneficios económicos y además la actividad que crece más rápidamente (Burke *et al.* 2001), no existe información suficiente para determinar el impacto social y ambiental de esta actividad, la cual, en general, es solamente evaluada en relación a su crecimiento económico o en relación a la cantidad de turistas o el tiempo de su estadía (Burke *et al.* 2001). Estos indicadores no reflejan directamente el efecto

sobre aspectos diferentes a los económicos, aunque en algunos lugares exista una fuerte relación entre la calidad ambiental y el número de visitantes (Burke *et al.* 2001).

Se hace necesario implementar medidas para evaluar el impacto de la actividad turística en las playas de arena, las cuales permitan evidenciar las amenazas que representa para la biodiversidad que éstas sustentan (McIntyre y Hobbs 1999). Entender los mecanismos de degradación del ambiente contribuye a elaborar planes de protección y manejo de estos ecosistemas que ayuden a mantener los atributos estructurales y funcionales de las playas para sustentar procesos ecológicos y al mismo tiempo brindar los servicios estéticos, culturales y sociales que son demandados por la población humana.

En Chile esta necesidad es particularmente importante debido a la gran masa de turistas de playa que desarrollan sus actividades en lugares sin infraestructura adecuada y sin planificación en el uso del territorio, debido a la falta de un soporte legal y administrativo que permita medir tanto la demanda de este tipo de turismo como la capacidad de carga y el uso actual de estos ecosistemas costeros.

2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. El turismo en las playas de arena.

Las fuentes de amenaza generadas por las actividades turísticas en las zonas de playas evidencian un gran abanico de impactos (Honey y Krantz 2007), que en su conjunto logran desequilibrar las condiciones físicas y biológicas del lugar y con esto afectar las especies que allí habitan (*e.g*. Brown y McLachlan 2002, Defeo *et al.* 2009, Lucrezi *et al.* 2009, Dugand y Hubbard 2010, Kindermann y Gormally 2010, Ghosh 2011). Dentro del sinnúmero de especies de fauna y flora amenazadas por las actividades turísticas, las aves han resultado ser buenas indicadoras de los impactos o de la salud de los ecosistemas (Baan y van Buuren 2003, Agadi y Alder 2005, Simons y Schulte 2007, Schulte *et al.* 2007), ya que la presencia de la avifauna refleja la disponibilidad de sitios para el refugio, la alimentación y la reproducción (Defeo *et al.* 2009).

En la línea de costa del norte chileno las playas de arena están pobremente representadas, y se las encuentra interrumpiendo las dominantes formaciones rocosas (CONAMA 2008). Para las playas de arena y las dunas costeras, la caracterización general, el estado de conservación y la representación dentro de los ecosistemas del país son difíciles de establecer, ya que los ecosistemas marinos establecidos para el país se representan sobre unidades a una escala mayor a la que se encuentran las playas de arena y las dunas costeras (CONAMA 2008). Para el caso de los ecosistemas terrestres, éstos se basan únicamente en el componente vegetal y se describe para la costa del Norte del país el tipo de vegetación de matorral desértico (CONAMA 2008). Sin embargo, se reconoce el impacto negativo que los proyectos inmobiliarios ejercen sobre las dunas, y la importancia que este tipo de ecosistema y las playas de arena representan para algunas especies endémicas de Chile (CONAMA 2008).

En la Región de Atacama, la zonificación del borde costero no hace ninguna referencia a la caracterización de los ecosistemas presentes en esta franja, a pesar de que fueron los atributos naturales del territorio la base para elaborar la zonificación del territorio (CRUBC Atacama 2009). En este ejercicio se determinaron las Zonas de Relevancia e Interés Ecológico para la región, dentro de las cuales se ubican los ecosistemas de playa de arena, que se designan tanto como de importancia para la conservación como para el turismo, invitando a su uso recreativo en una amplia gama de actividades (CRUBC Atacama 2009), sin tener en cuenta que muchas de las playas no cuentan con infraestructura para el desarrollo de esas actividades. Según este documento, únicamente las playas ubicadas en Zonas Portuarias y Acuícolas no

son compatibles ni con la conservación ni la recreación (CRUBC Atacama 2009). Por tanto, las playas de esta región se encuentran en gran parte amenazadas por las actividades productivas como el turismo, el que, en general, se desarrolla sin planificación. Las playas presentes en áreas protegidas cuentan con infraestructura para prestar el servicio turístico, pero no se tiene conocimiento si éste efectivamente se desarrolla de forma sustentable (CONAF 1997, 2002). Por su parte, algunas de las formaciones de dunas de la región hacen parte de la Zonas de Relevancia Ecológica Terrestre como zona prioritaria, de las cuales únicamente dos tienen relación con dunas costeras y las que se declaran compatibles con el turismo (CRUBC Atacama 2009), dando paso a su uso sin una planificación correspondiente.

El turismo es considerado una prioridad de la economía de la Región de Atacama, debido a que éste puede generar un crecimiento sostenido y sustentable. La zona costera es uno de los cinco sectores de la región que la han convertido en uno de los destinos más reconocidos en el mercado internacional (SERNATUR 2011). Sin embargo, no se tiene cuantificado el nivel de visitación de turistas nacionales a la zona costera y las áreas de interés turístico no cuentan con planes que regulen esta actividad con el objeto de que se desarrolle de forma sustentable, lo cual se ve reflejado en la ausencia de infraestructura, señalización y personal, elementos que contribuyen a hacer un uso racional del recurso turístico de las playas. Se requiere conocer las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas para poder tomar decisiones fundamentadas sobre su manejo y reducir la degradación de los mismos (Burke *et al.* 2001, Agadi y Alder 2005). Sin embargo, no existe información sobre el nivel de impacto que genera el accionar del humano sobre los sistemas naturales de la región, ni las medidas que se deben tomar para desarrollarlo en armonía con el mantenimiento de los mismos. La falta de regulación del turismo genera beneficios poco efectivos y eficientes en términos, no sólo ambientales, pero también sociales y económicos para los pobladores de las zonas costeras.

El turismo genera distintos tipos de impacto sobre los ecosistemas de playa y dunas costeras, los cuales tienen un efecto directo sobre los componentes estructurales y funcionales del sistema. Estos impactos se pueden resumir, según Brown y McLachlan (2002), como:

- Las acciones de limpieza y restauración de dunas generan proceso de erosión, la modificación de la estructura de hábitats superficiales y profundos, la disponibilidad de nutrientes, la destrucción de la vegetación y de la fauna asociada a esta, además de la extinción temporal de gran parte de las especies.
- Las actividades de recreación y el tránsito frecuente por las playas influyen sobre los procesos naturales de erosión, compactación y drenaje, impactando además

indirectamente la biología y la ecología de los organismos que dependen de este ecosistema.

- La presencia permanente de turistas genera estrés sobre las aves costeras, lo que representa una mayor inversión en vigilancia para los individuos, afectando el comportamiento y el éxito reproductivo, tanto en aves residentes como migratorias; así mismo, un gran número de especies evitan el uso de las playas para su alimentación, generando estrés sobre las poblaciones o provocando migraciones obligadas.

2.2. Las aves costeras y el impacto del turismo.

La pérdida y la degradación del hábitat es la principal amenaza sobre las poblaciones de aves costeras, donde el turismo puede tener un rol importante. Esta actividad económica puede afectar negativamente: 1) los patrones de alimentación, lo cual tiene consecuencias en el menor tiempo dedicado a la alimentación y el cambio en los periodos de alimentación, lo que conlleva a una disminución en el alimento consumido; 2) el cuidado parental, exponiendo los huevos y pollos a la depredación; y 3) las densidades de anidación en los sectores más intervenidos, promoviendo la migración a sectores con menor impacto (Brown y MacLachlan 2002, Davenport y Davenport 2006, Defeo *et al.* 2009).

Como ejemplo de esta relación de impacto sobre las aves costeras, se tomó en este estudio al Pilpilén *Haematopus palliatus*. Sus poblaciones se ven principalmente afectada por el turismo en su fase reproductiva y debido a que son aves longevas (entre 20 a 40 años; George 2002) y los adultos pueden tolerar la presencia de las actividades relacionadas con el turismo, la declinación de sus poblaciones no se evidencia al corto plazo (Simons y Schulte 2007, BirdLife International 2009). Los factores que determinan el fracaso reproductivo en esta especie están asociados a la pérdida de nidos, huevos y pollos por el tránsito de personas, vehículos y perros, los que generan la destrucción directa de los nidos o la interrupción del movimiento de los individuos adultos hacia los nidos, lo que conlleva a la muerte de las crías por depredación o insolación (George 2002, McGowan y Simons 2006, Hodgson *et al.* 2008, Sabine *et al.* 2008).

Por su tamaño y el llamativo color de su pico, el Pilpilén es una especie de fácil identificación, lo que representa una ventaja para su estudio y monitoreo poblacional. Además, su conducta de anidación hace relativamente sencilla la evaluación de su éxito reproductivo. Estas condiciones lo convierten en un potencial candidato para evaluar el impacto del turismo sobre los ecosistemas de playas de arena y/o dunas costeras a través del estado de sus poblaciones. Sin embargo, aunque su uso como herramienta para la conservación de sistemas naturales se ha

sugerido en otras latitudes (Schulte *et al.* 2006, Schulte *et al.* 2007, Simons y Schulte 2007, Clay *et al.* 2010), se requiere confirmar su utilidad en la Región de Atacama basado en la relación que existe entre las poblaciones del pilpilén con el turismo y con las demás especies de aves costeras con las que comparte los ecosistemas de playas de arena.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

Establecer el efecto del turismo sobre las poblaciones del Pilpilén *Haematopus palliatus* y evaluar la especie como posible indicadora de la diversidad de aves en las playas de arena de la Región de Atacama.

Objetivos específicos

Describir la dinámica poblacional del Pilpilén en las playas de arena de la Región de Atacama durante una temporada reproductiva.

Establecer la relación de la abundancia del Pilpilén con la actividad turística presente en las playas de arena de la región.

Determinar la relación entre la abundancia del Pilpilén y la diversidad de aves costeras en las playas de arena de la región.

Hipótesis

La abundancia relativa de la población del Pilpilén en la Región de Atacama se encuentra relacionada negativamente con las actividades turísticas que se realizan en las playas de arena; y las características naturales y antrópicas particulares de cada playa modulan dicha relación.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Área de Estudio.

La Región de Atacama, ubicada en la macrozona Norte de Chile, tiene una línea de costa de 528 km entre los 26°3' y 29°11 latitud Sur (Figura 1). La zona costera se caracteriza por presentar ambientes desérticos y semidesérticos con bajas precipitaciones y temperaturas homogéneas a lo largo de todo el año. La presencia de neblina costera o *camanchaca* genera condiciones de hasta el 70% de humedad, determinando así el tipo de vegetación (CRUBC Atacama 2009).

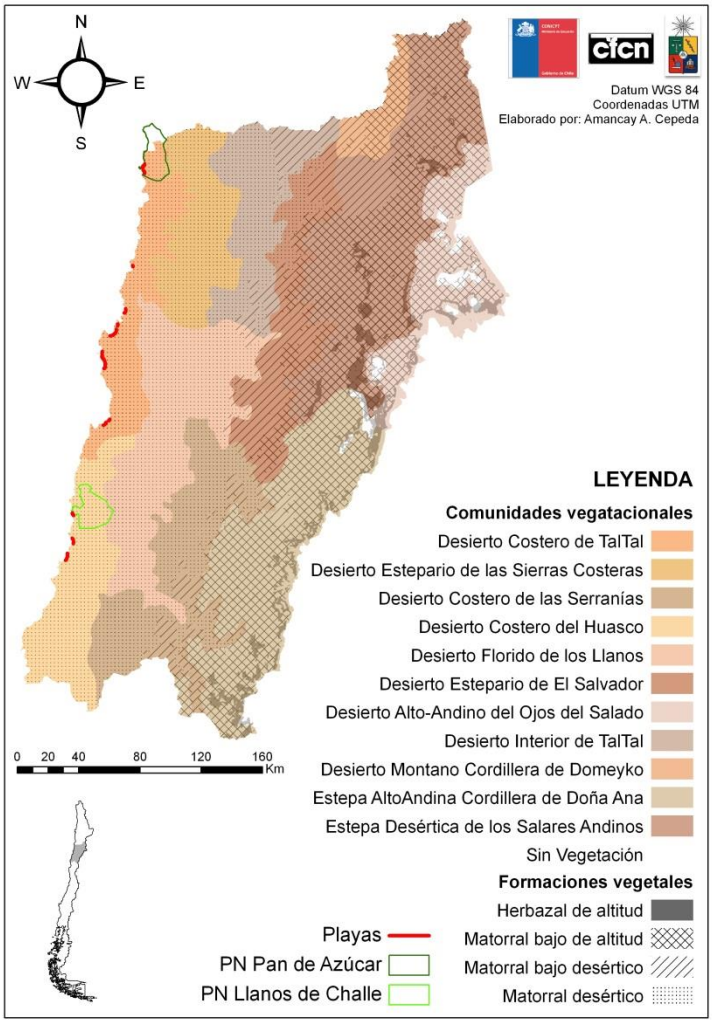


Figura 1. Vegetación, áreas protegidas y playas muestreadas en la Región de Atacama, Chile.

Solamente al norte de la región se exhibe la cordillera costera, lo que hace que la geomorfología de la costa sea irregular, alternando formaciones rocosas con playas de arena que se ubican principalmente en grandes bahías lobulares y abiertas, con amplias planicies. Estas características, junto con el patrón de oleaje determinan la presencia de bahías con potencial de desarrollo turístico (CRUBC Atacama 2009).

La costa de la Región de Atacama está influenciada por la corriente de Humboldt, una corriente marina que se caracteriza por presentar vientos predominantes del Sur, los cuales generan focos de surgencia cerca a la costa, trayendo consigo aguas ricas en nutrientes. Los principales se ubican en Punta Morro en Bahía Inglesa y al Sur en el límite con la Región de Coquimbo (CRUBC Atacama 2009).

4.2. Levantamiento de información.

4.2.1. Selección y descripción de las playas de muestreo.

Se realizó una búsqueda con ayuda de Google Earth de las playas de arena presentes en la Región de Atacama. Se seleccionaron las playas con una extensión de más de un kilómetro de largo y un acceso relativamente fácil en vehículo sin doble tracción o caminando menos de media hora. En una campaña de premuestreo se corroboraron las características observadas en las imágenes de Google Earth de las playas y se determinó la factibilidad de incluirlas dentro del diseño muestral. La selección de playas además consideró los aspectos logísticos para el desarrollo de las campañas de muestreo. Se seleccionó un total de 22 playas, las cuales corresponden a 39,6 km lineales (7,5%) de la costa de la región. Éstas fueron caracterizadas cualitativamente en relación a la presencia de dunas, la presencia de agua dulce y la existencia de infraestructura y caminos permanentes.

Cada playa fue visitada cinco veces entre los meses de septiembre de 2012 y marzo de 2013, y los muestreos se separaron entre sí por seis semanas. Aunque no se ha documentado la temporada reproductiva del Pilpilén en el hemisferio Sur (Clay *et al.* 2010), se cree que puede mostrar el mismo patrón que en hemisferio Norte, desarrollándose durante la primavera y el verano (George 2002). Cada campaña de muestreo tuvo una duración de nueve días, de los cuales siete corresponden a muestreo efectivo entre los días lunes a viernes; los días sábado y domingo no fueron tomados en cuenta para el muestreo con el objeto de reducir la variabilidad en los datos al incluir los días feriados donde hay más visitación a las playas por parte de los

turistas. Cada playa se recorrió a pie durante la mañana (entre las 07:10 y las 13:10 horas), realizándose una réplica en la tarde (entre las 12:30 y las 18:20 horas).

Las 22 playas muestreadas presentan longitudes que fluctúan entre 0,78 y 5,61 km (Tabla 1); el levantamiento de información en cada playa se planificó sobre transectos de aproximadamente 500 metros. El número total de transectos muestreados fue de 83, sin embargo, no fue posible tener transectos homogéneos en longitud y en ocasiones se requirió hacer transectos más cortos o más largos de lo planificado con el objeto de muestrar la longitud total de las playas, debido a esto el largo de los transectos varió entre 260 y 700 metros. Con el objeto de homogeneizar los resultados para su análisis se calcularon abundancias relativas (número de individuos/kilómetros = ind/km) para cada transecto y playa. Los transectos recorridos en cada playa fueron georreferenciados con ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global Garmin GPSMAP 62s (Figura 2).

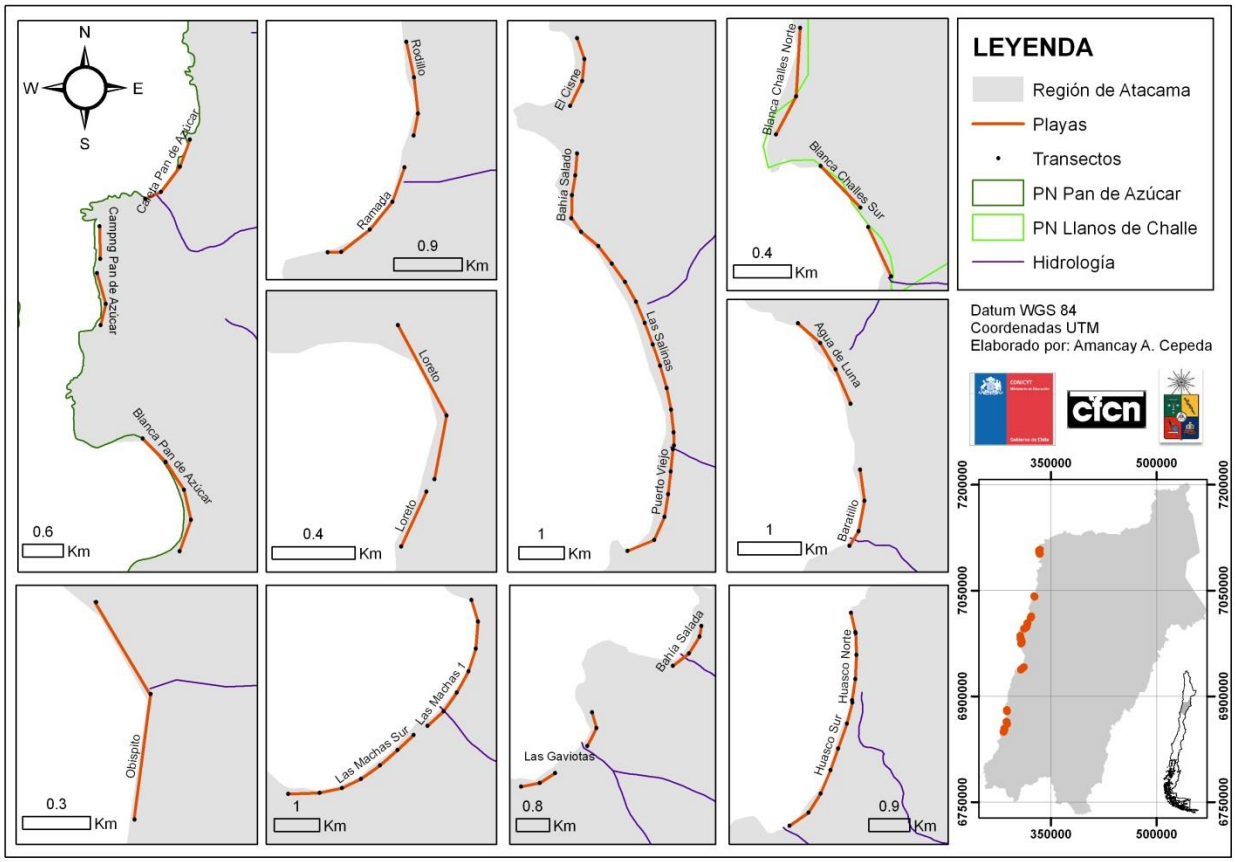


Figura 2. Distribución de las 22 playas de arena y los transectos muestreados en la costa de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013.

Tabla 1. Descripción general de las playas de arena muestreadas en la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. L = longitud (km); No. T = número de transectos.

Comuna	Playa	L	No. T	Agua dulce	Infraestructura	Caminos
Chañaral	Caleta Pan de Azúcar	1,15	3	No	Caleta y camping	0
	Camping Pan de Azúcar	1,28	4	No	Zona de camping	0
	Blanca Pan de Azúcar	1,93	4	No	No	0
Caldera	Obispito	1,04	2	No	No	0
	Rodillo	1,26	2	No	Caserío en toda la playa	2
	Ramada	1,61	3	No	No	1
	Loreto	1,21	3	No	Caserío en toda la playa	1
	Las Machas Norte	3,15	6	No	Zonas de camping	2
	Las Machas Sur	3,18	6	Afloramiento superficial	Zonas de camping	4
	El Cisne	1,57	3	No	No	0
	Bahía Salado	1,43	3	No	No	1
	Las Salinas	5,61	12	Laguna costera Desembocadura del río Copiapó	No	1
	Puerto Viejo	2,68	5	Desembocadura río Copiapó	Caserío en la porción sur	0
	Bahía Salada	1,24	3	No	No	2
	Las Gaviotas Norte	0,88	2	No	No	3
	Las Gaviotas Sur	0,90	2	Afloramiento superficial	Casas aisladas	0
Huasco	Blanca Challe Norte	0,78	2	No	No	0
	Blanca Challe Sur	0,84	2	Afloramiento superficial	No	1
	Agua de Luna	1,55	3	No	No	0
	Baratillo	1,26	3	No	No	0
	Huasco Norte	1,93	4	Desembocadura del río Huasco	No	0
	Huasco Sur	3,13	6	Laguna costera Desembocadura río Huasco	No	0

Todas las playas están compuestas de arena fina de origen fluvial (Paskoff *et al.*, 2003). Siete playas cuentan en parte de su extensión con sistemas dulceacuícolas, lo cual se evidencia por la presencia de cuerpos de agua (humedales costeros o desembocadura de ríos) o de pequeños afloramientos de agua dulce que se ven representados por la presencia de

vegetación azonal, en general dominada por *Distichlis spicata* y *Sarcocornia fruticosa* y en ocasiones por especies del género *Nolana* (Tabla 1).

El total de las playas muestreadas presentan asociadas dunas costeras de diferente magnitud, algunas de las cuales se internan en el continente por varios kilómetros, constituyendo el principal tipo de suelo en todas las playas muestreadas. En tres playas se encuentra caseríos construidos sobre las dunas y en cinco playas se observó sobre las dunas infraestructura en menor magnitud y dispersa. La presencia de caminos permanentes dentro del área de muestreo de las playas se observó en 10 de las 22 playas (Tabla 1). En el Anexo A se encuentra los registros fotográficos de cada playa donde se puede observar la geomorfología general y la estructura de la vegetación.

4.2.2. Abundancia de las poblaciones de Haematopus palliatus

El conteo de pilpilenes se realizó en cada transecto considerando un ancho de 100 metros, faja ubicada adyacente a la marca de marea más alta. Este diseño considera que el Pilpilén presenta un movimiento muy restringido durante la época reproductiva debido a su conducta territorial (George 2002).

Con ayuda de binoculares (Minolta Stand 7x-21x50, 3 grados AT 21x) se contaron todos los pilpilenes presentes en el transecto y se anotó su estado de madurez (adulto, juvenil o pollo), y, en caso de sospechar la presencia de huevos, se intentó detectar los mismos, sin invertir demasiado tiempo en ello (no más de 5 minutos). Se contaron los individuos que se observaron volando en la dirección opuesta al avance de la investigadora. A todos los individuos en vuelo se les prestó atención para determinar el lugar donde se posaron con el objetivo de minimizar el reconteo de individuos.

4.2.3. Actividad turística en las playas de arena.

Para estimar el tipo y la magnitud de las actividades turísticas presentes en las playas de arena, se levantó información sobre ésta al mismo momento de realizar los conteos del Pilpilén, teniendo en cuenta los transectos descritos anteriormente. Las variables registradas (Tabla 2) tienen relación con las actividades que en otros estudios se han identificado como las principales amenazas para el Pilpilén durante la temporada reproductiva (Brown y McLachlan 2002, George 2002, McGowan y Simons 2006, Sabine *et al.* 2006, 2008, Clay *et al.* 2010).

Tabla 2. Variables de la actividad turística cuantificadas en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013.

Variables	Descripción
Turistas	Número total
Pescadores	Número total
Vehículos	Automóviles-Camionetas-Motos-Cuatrimotos
Huellas de vehículos	Número de pares de huellas
Camping	Número de carpas y de campamentos
Animales	Exóticos

En relación a los turistas, se identificó el número total de ellos sin distinción de género o edad, no obstante los niños de brazos no entraron dentro del conteo. Los pescadores fueron las personas que se encontraban realizando actividades de pesca artesanal, pesca deportiva y/o extracción de invertebrados de la arena. Los vehículos presentes en el transecto se contaron en su totalidad y se clasificaron de acuerdo a su tamaño y su capacidad de acceso a las zonas de playa y dunas. Así mismo, se contaron las huellas dejadas por los vehículos en la arena como una variable que da cuenta de un impacto de más larga duración. Para evitar el reconteo de las huellas sólo se contaron las huellas recientes, lo cual fue fácil de determinar debido al efecto del viento sobre la arena, el que las suaviza. La actividad de campismo se cuantificó por medio del número de carpas individuales y de campamentos. Estos últimos son conjuntos de varias carpas organizados como lugares de alojamiento por la temporada de verano y las cuales son ocupadas por una o más familias. Además, se determinó el número total de animales exóticos presentes en las playas.

4.2.4. Las aves de las playas de arena.

Con el objeto de determinar la relación entre los atributos poblacionales del Pilpilén y la diversidad de aves presentes en las playas de arena, durante el recorrido de las playas se identificaron y contaron todas las aves presentes en la franja de 100 metros de ancho descrita anteriormente. Se contaron únicamente los individuos posados sobre la playa, excluyendo a los que volaban sobre ella o los posados en las rocas presentes en las playas, con el objeto de considerar únicamente el uso efectivo de este tipo de ecosistema costero. Debido a que la presencia de la investigadora obligaba a los individuos a volar, éstos fueron contados desde distancias que permitían su identificación evitando el vuelo de los mismos. Para el levantamiento de esta información no se consideraron los transectos descritos anteriormente, debido a que las especies de aves registradas presentan diferentes comportamientos y algunas

una alta movilidad, lo cual dificulta su conteo dentro de las unidades muestreales representadas por los transectos.

4.3. Análisis de datos.

Los valores de la abundancia relativa de pilpilenes (ind/km), de la diversidad y de las variables de la actividad turística (cantidad/km) fueron analizados a nivel de transecto y/o playa mediante modelos lineales. Para los análisis de la población del Pilpilén y su relación con las variables del turismo, se consideró sólo a los individuos adultos de la especie.

4.3.1. Abundancia poblacional de Pilpilén y el turismo.

Por medio de una regresión lineal se procedió a observar la respuesta demográfica de la población del Pilpilén en las playas, de acuerdo con la relación entre el promedio de la abundancia relativa de adultos para todo el periodo de muestreo y la abundancia relativa de pollos sobrevivientes al final de la temporada reproductiva en cada playa (ind/km; campaña de enero-febrero). No se consideró la campaña de marzo para este análisis debido a que en ésta la mayor cantidad de pollos grandes de la temporada se encontraban integrando los grupos de juveniles y la mayoría de parejas reproductivas ya no estaban defendiendo sus territorios, por lo cual se asume que la temporada reproductiva había terminado parcialmente y no era posible estimar el número de pollos sobrevivientes por transecto. Para realizar esta prueba las variables de abundancia relativa fueron transformadas por medio de la función *Log (X+1)*.

La actividad turística se describió con base en 10 variables que representan la existencia de potenciales amenazas de origen antrópico sobre la población de pilpilenes, las cuales se pueden agrupar en la presencia de: 1) personas, 2) vehículos motorizados, 3) infraestructura temporal; y 4) especies exóticas. Preliminarmente no se le puede asignar a las variables su nivel o importancia de impacto en relación a las demás variables; debido a esto, el análisis de la actividad turística se basó primero en describir la presencia de cada una de las variables cuantificadas. En segundo lugar, se calculó un índice de abundancia relativa que representara los cuatro tipos generales de amenaza descrito anteriormente, excluyendo a la infraestructura temporal, debido a que ésta varía en relación al espacio que ocupa en la playa. Para cada una de las amenazas se sumaron las abundancias relativas de las variables que la representan. Para la presencia de personas se sumaron a los turistas y a los pescadores; para los vehículos se sumaron los autos, camioneta, cuatrimotos y motos; la variable de las huellas de los vehículos se consideró independiente de la presencia de los vehículo; y para las especies

exóticas se contó sólo con la presencia de perros, ya que no fue detectada ninguna otra especie. Por medio de la prueba de Kruskal-Wallis se determinó la diferencia de estos cuatro índices entre las campañas de muestreo.

4.3.2. Análisis de interrelación de variables.

Para este análisis se calculó para cada uno de los transectos el promedio de pilpilenes entre el muestreo de la mañana y la tarde, lo cual correspondería a la abundancia relativa de la especie en cada una de las campañas. Con el objeto de identificar posibles relaciones de causalidad entre la abundancia relativa del Pilpilén y las variables de turismo muestreadas, se probó un Modelo Lineal Generalizado. En éste se incluyeron como predictores a las variables de turismo agrupadas por tipo de amenaza: personas, vehículos, huellas de vehículos y perros; además se consideraron como variables la abundancia relativa de pilpilén en la campaña anterior (expresada en logaritmo) y el mes al que corresponde cada campaña de muestreo. El modelo se preparó con base en una distribución Normal y una función de vínculo de tipo Identidad para probar el efecto de las variables regresoras seleccionadas sobre la población del Pilpilén, expresada en el logaritmo de la abundancia relativa. Se realizaron 63 modelos con las seis variables definidas; individualmente y la combinación entre ellas; de las cuales se escogió el modelo que representa una menor pérdida de la información, es decir con un menor valor de Criterio de Información Akaike (AIC), donde el efecto de las variables fueran todas significativas (<0,05).

4.3.3. Análisis de la diversidad de aves y su correlación con la abundancia relativa del Pilpilén.

Se describió la diversidad de aves de las playas de arena con base en la diversidad verdadera y la riqueza de las especies de cada playa. Para el cálculo de la diversidad verdadera se consideró a los individuos adultos y juveniles en conjunto para todas las especies. Se seleccionó como índice de la diversidad los números efectivos de especies, los cuales representan el valor real de la diversidad basada en la riqueza y la abundancia de especies, en contraste con el cálculo de la entropía o la incertidumbre de un proceso de muestreo, índices de diversidad comúnmente usados (Jost 2006, Moreno *et al*. 2011). El valor de los números efectivos de especies o la diversidad verdadera considera la frecuencia de las especies y el orden (*q*) que sea asignado para su cálculo. La fórmula de la diversidad verdadera es:

$$ {}^{q}D = \left(\sum_{i=1}^{S} p_i^q \right)^{1/(1-q)} $$

Donde, D es la diversidad, S el total de especies, q el orden de la diversidad y p_i es la abundancia relativa de la especie i. El orden de la diversidad se define de acuerdo a la sensibilidad que se quiere tener sobre la abundancia relativa de las especies, ya sean las raras o las comunes o a ninguna en particular. Se usa q=0 cuando no se determina ninguna sensibilidad a la frecuencia de las especies, por tanto su resultado es igual a la riqueza; cuando se usa q<1 se quiere sobrevalorar las especies raras y q>1 cuando se sobrevalora las especies comunes; si no se quiere favorecer ningún tipo de frecuencia se ocupa q=1 (Jost 2006).

Para definir la proporción de especies de aves raras o comunes en las playas de arena se generó un gráfico de rango abundancia de especies para determinar el componente de igualdad o equitabilidad de la diversidad (Colwell 2009). Debido a que el Pilpilén para todas las playas es parte de las especies raras, se usó el orden de la diversidad verdadera q=0,5 con el objeto de determinar la relación de la población de Pilpilén con la diversidad de aves.

Para identificar el potencial papel del Pilpilén como especie indicadora de la diversidad de aves de las playas de arena, se realizó el análisis de correlación de Pearson entre la abundancia relativa de los individuos adultos del Pilpilén y los índices de diversidad. Debido a la gran variedad en la longitud de las playas estudiadas, los índices de diversidad no son comparables entre éstas.

Los análisis estadísticos de este estudio se realizaron con ayuda del paquete estadístico InfoStat, versión estudiante 2013 (Di Rienzo *et al.* 2012) y la interfaz de la plataforma R (Baier y Neuwirth 2007) y BioDiversity Professional versión 2 (McAleece *et al.* 1997).

5. RESULTADOS

5.1. Abundancia y distribución del Pilpilén

Se observaron conductas reproductivas en todas las campañas de muestreo, representadas por parejas de pilpilenes con comportamientos territoriales, además de la presencia de huevos y/o pollos. En la campaña de marzo se observó una reducción en el número de parejas con comportamientos territoriales y se detectaron por primera vez pollos de la temporada haciendo parte de grupos de juveniles. Los valores promedios de la abundancia relativa de pilpilenes durante el periodo reproductivo fluctuaron entre 1,5 y 11,1 ind/km (Tabla 3), siendo el promedio general (DE) para todas las playas de 4,7 (± 5,5) ind/km. Para el total de playas muestreadas en la región (39,6 km) se registró un promedio de aproximadamente 186 individuos adultos. Para toda la región se observó una reducción en las abundancias relativas a lo largo de las campañas de muestreo (Figura 3).

Tabla 3. Abundancias relativas promedio del Pilpilén (ind/km) en las playas de la Región de Atacama. n=tamaño de la muestra; D.E=desviación estándar.

Playa	n	Promedio	D.E.
Huasco Sur	60	11,1	7,5
Obispito	20	9,4	6,8
Huasco Norte	40	8,1	9,5
Las Machas Sur	60	6,3	6,9
Rodillo	60	6,3	5,9
Las Machas Norte	30	5,7	4,0
Camping Pan de Azúcar	30	5,1	3,2
Caleta Pan de Azúcar	40	4,7	5,1
Blanca Pan de Azúcar	20	4,5	3,3
Las Gaviotas Sur	20	4,0	3,4
Las Gaviotas Norte	20	3,9	3,2
Las Salinas	30	3,8	4,5
El Cisne	30	3,6	4,4
Ramada	20	3,5	3,0
Bahía Salado	30	3,3	3,6
Loreto	50	2,9	2,8
Blanca Challe Sur	20	2,7	2,7
Puerto Viejo	30	2,2	4,5
Blanca Challe Norte	30	1,7	2,4
Baratillo	30	1,5	2,0

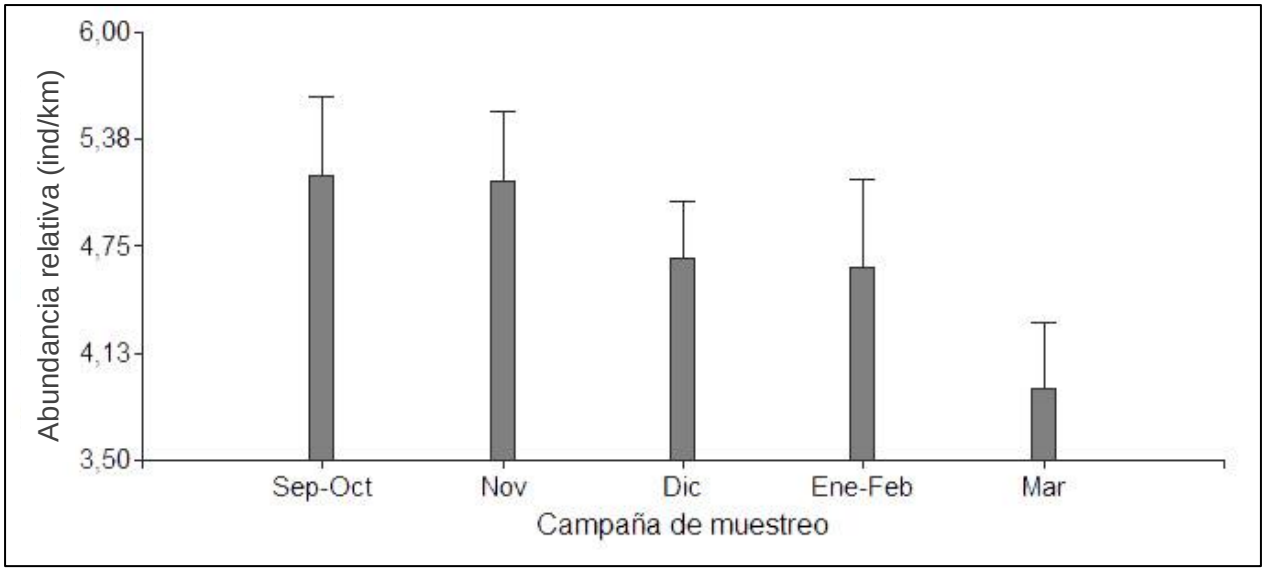


Figura 3. Promedio y error estándar de la abundancia relativa del Pilpilén (ind/km) en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013.

Para la campaña de enero-febrero se registraron pollos en nueve de las 22 playas, con promedios que no superan los 3 pollos/km (Tabla 4). La abundancia relativa promedio de adultos para todas las campañas explica el 27% de la abundancia relativa de pollos sobrevivientes en la campaña de enero-febrero (R^2=0,27; p=0,0142; Figura 4).

Tabla 4. Abundancia relativa de pollos (ind/km) presentes durante la campaña de enero-febrero de 2013.

Playa	Promedio
Obispito	2,7
Rodillo	2,1
Ramada	1,2
Bahía Salado	1,0
Las Machas Norte	0,7
Las Machas Sur	0,7
Huasco Sur	0,5
Loreto	0,3
Blanca Pan de Azúcar	0,3

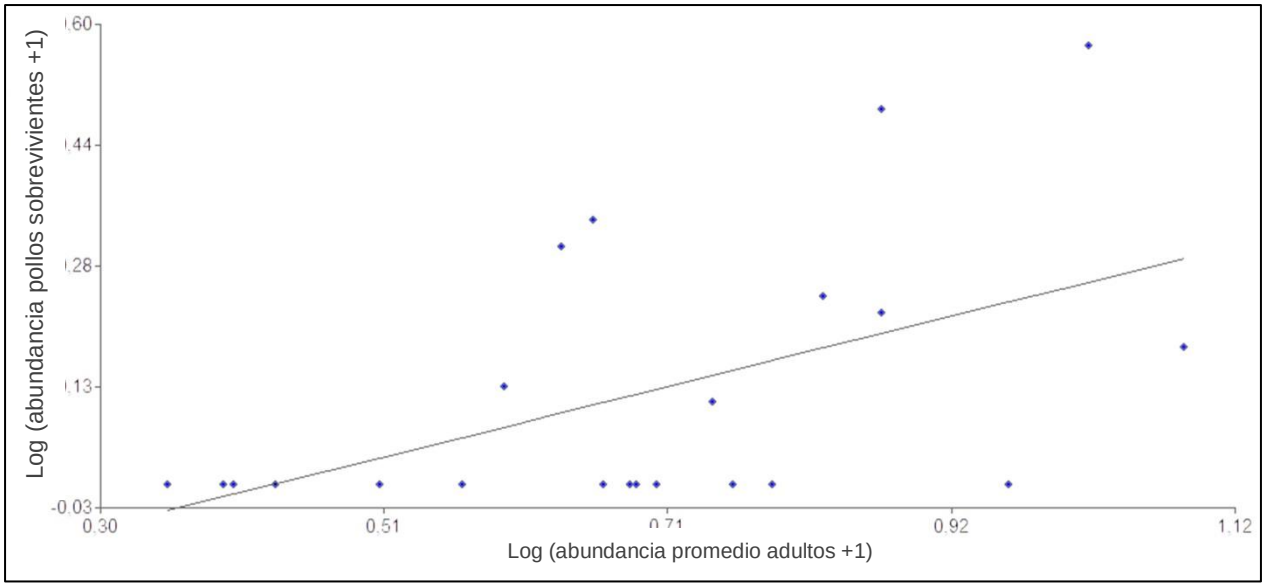


Figura 4. Regresión lineal entre el promedio de la abundancia relativa de los adultos para todas las campañas y la abundancia de los pollos sobrevivientes en la campaña de enero-febrero en las playas de arena de la Región de Atacama.

5.2. Las actividades del turismo y su relación con la población de Pilpilén.

La Tabla 5 muestra el promedio de la abundancia relativa (cantidad/km) de cada una de las variables registradas durante el periodo de muestreo. La agrupación de las variables, definidas como: personas, vehículos, especies exóticas y huellas de vehículos, mostró en todos los casos diferencias significativas entre las campañas, siendo siempre la campaña de enero-febrero la que mostró valores más altos, siendo en todos los casos significativamente diferente a las demás campañas, excepto para el caso de la abundancia relativa de perros (figuras 5 y 6).

Un total de 15 modelos resultaron con efectos significativos de las variables seleccionadas sobre la población de pilpilenes. El modelo que mejor explica la abundancia relativa de pilpilenes incluye las amenazas relacionadas con la presencia de personas y de vehículos y la abundancia del Pilpilén registrados en la campaña anterior (AIC=166,15; $p<0,05$), con las dos variables del turismo relacionadas negativamente con la abundancia relativa del Pilpilén (Tabla 6).

Tabla 5. Promedio (DE) de la abundancia relativa (cantidad/km) de las variables de la actividad turística en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. Cuatri=cuatrimoto; Camp=campamentos.

Campaña	Personas	Pescadores	Autos	Camionetas	Motos	Cuatri	Huellas	Carpas	Camp	Perros
Sep-Oct	0,4 (1,6)	0,3 (1,1)	0,01 (0,2)	0,1 (0,5)	0	0	12,2 (10,5)	0,2 (1,9)	0	0,4 (1,3)
Nov	0,6 (2,5)	0,5 (2,8)	0,04 (0,3)	0,2 (1,0)	0	0	24,6 (17,3)	0,1 (0,5)	0	0,6 (2,7)
Dic	2,5 (18,8)	0,2 (1,2)	0,04 (0,3)	0,2 (0,7)	0	0	20,1 (18,4)	0,2 (1,9)	0	0,4 (2,7)
Ene-Feb	16,7 (47,4)	0,6 (1,8)	0,5 (2,4)	1,4 (2,7)	0,1 (0,5)	0,3 (1,0)	45,8 (32,4)	1,8 (6,8)	0,1 (0,9)	0,8 (3,6)
Mar	0,8 (3,0)	0,3 (1,3)	0,1 (0,5)	0,2 (0,7)	0,01 (0,2)	0	32,8 (27,8)	0,4 (2,5)	0	0,5 (1,5)

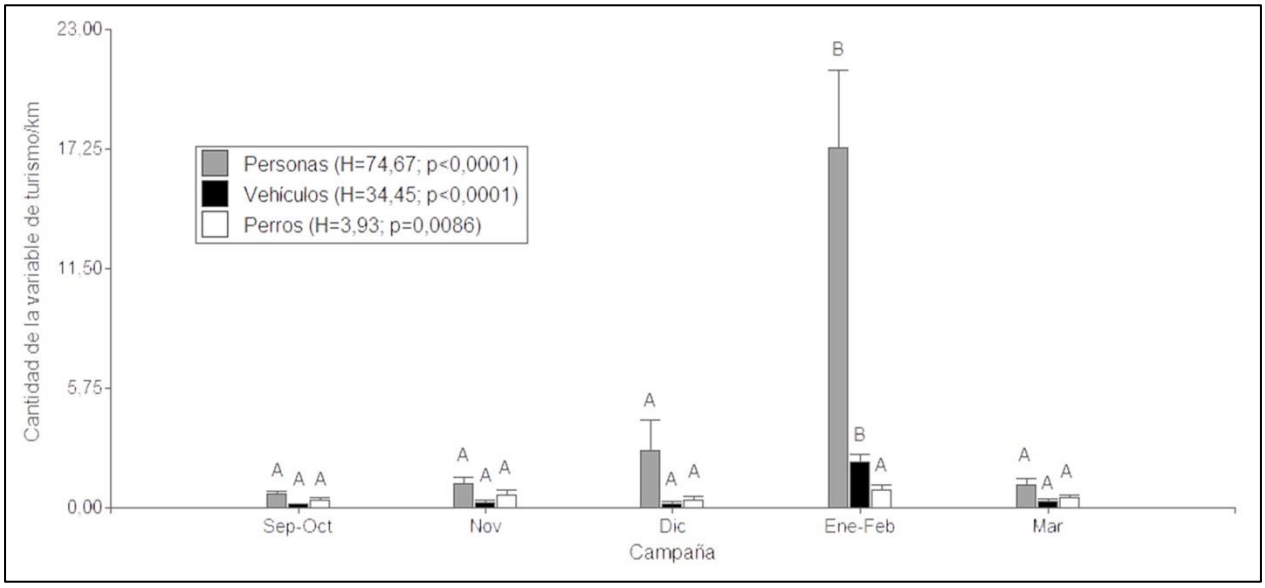


Figura 5. Promedio de la abundancia relativa de las variables del turismo (cantidad/km) en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. Para una misma variable, las letras iguales no son significativamente diferentes (p>0,05).

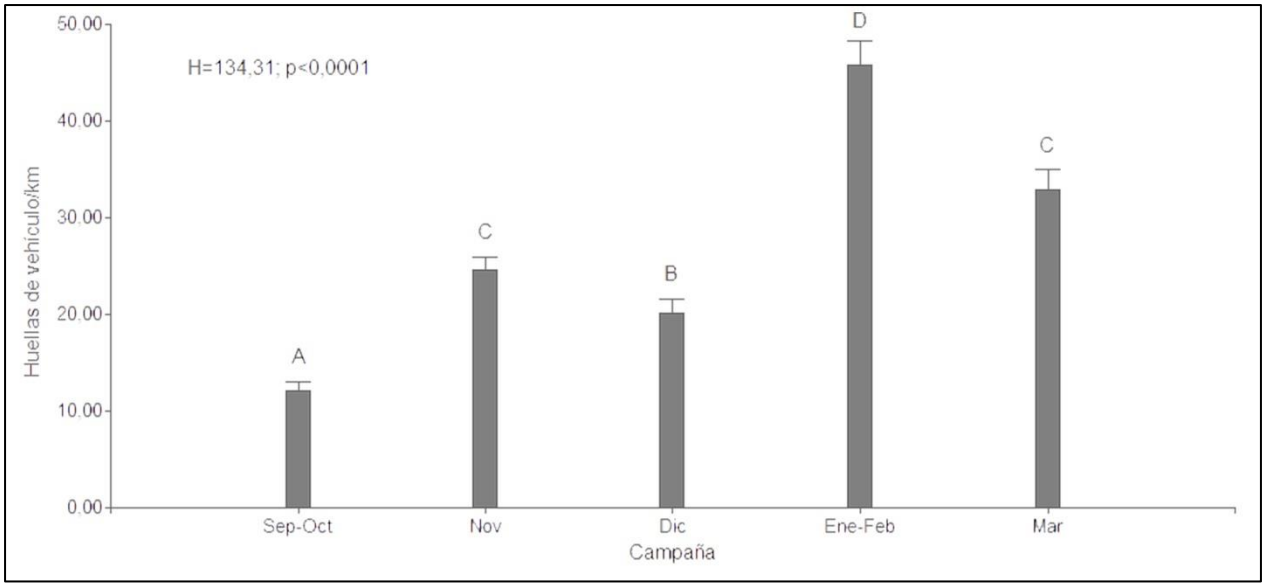


Figura 6. Promedio de la abundancia relativa de huellas de vehículos (cantidad/km) en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. Las letras iguales no son significativamente diferentes (p>0,05).

Tabla 6. Mejor modelo que explica la abundancia relativa de pilpilenes adultos en las playas de arena de la Región de Atacama.

Variables	Coeficiente	p	AIC
Intercepto	0,3	<0,0001	
Personas	-1,7 E-03	0,049	166,15
Vehículos	-0,03	0,003	
Abundancia campaña anterior	0,5	<0,001	

5.3. Relación del Pilpilén con la diversidad de aves de las playas de arena.

Se registró un total de 46 especies de aves en las playas de arena de la región, distribuidas en ocho órdenes, 19 familias y 37 géneros (Anexo B). Para todo el periodo de muestreo, el promedio de la abundancia relativa de las especies fluctuó entre 0,002 y 44,3 ind/km (Anexo C). El gráfico de rango abundancia de las especies (Figura 7) muestra una baja igualdad en la diversidad de aves de las playas de arena de la región, donde en la mayoría de casos, cuatro o menos especies son las dominantes en las playas (Anexo D). En todas las playas el Pilpilén fue una de las especies raras (Anexo D). Para todo el área de muestreo la diversidad verdadera (q=0,5) fluctuó entre 2.675 y 9.388 números efectivos de especies. Por su parte, el promedio de la riqueza de especies fluctuó entre 19 y 32 especies (Tabla 7 y figuras 8 y 9). Se observa una

reducción en los valores a lo largo de las campañas hasta la de enero-febrero, para la campaña de marzo en ambos casos se observa un aumento. En la Tabla 8 se muestran los valores de la riqueza y la diversidad verdadera promedio para cada playa, estos valores son ilustrativos y no pueden ser comparados ya que existe una gran diferencia entre las longitudes de las playas.

El análisis de correlación de la abundancia relativa del Pilpilén en las playas con los índices de diversidad muestra una correlación positiva con la riqueza de especies de aves (Pearson 0,27; p<0,05) y con la diversidad verdadera (*q*=0,5; Pearson 0,36; p<0,05).

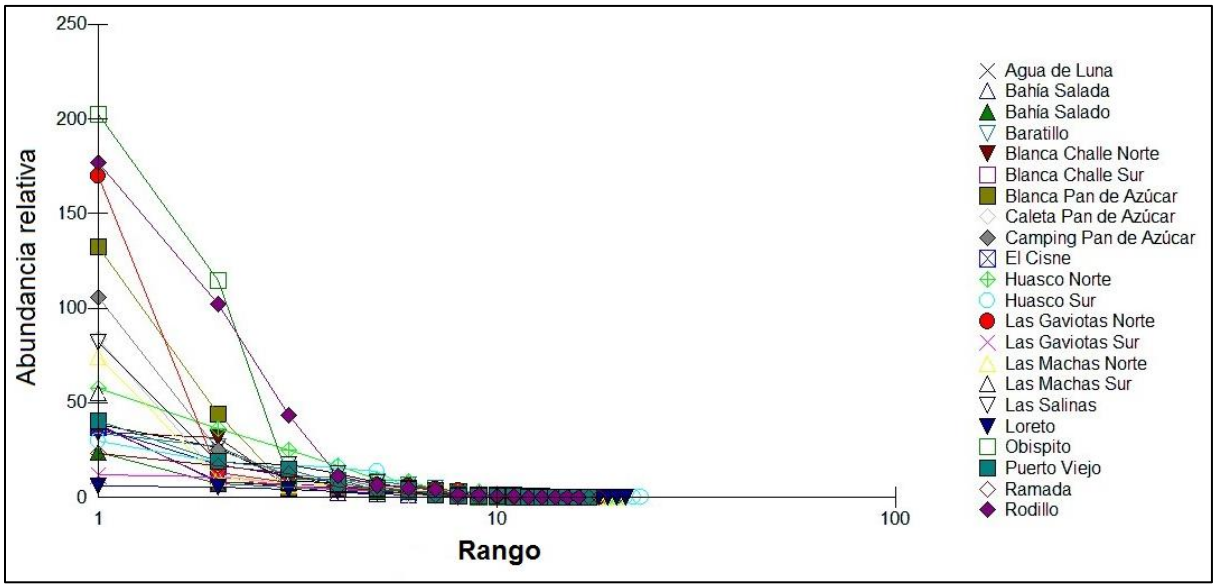


Figura 7. Gráfico rango - abundancia relativa de las aves en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013.

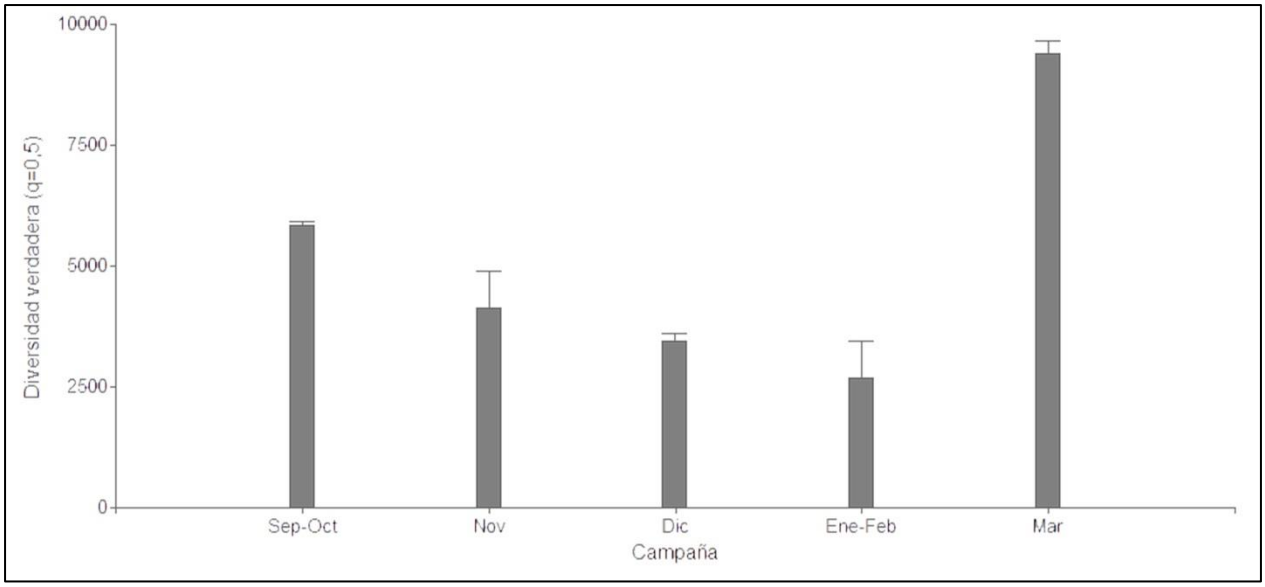


Figura 8. Promedio de la diversidad verdadera (q=0,5) de aves de las playas de arena en la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013.

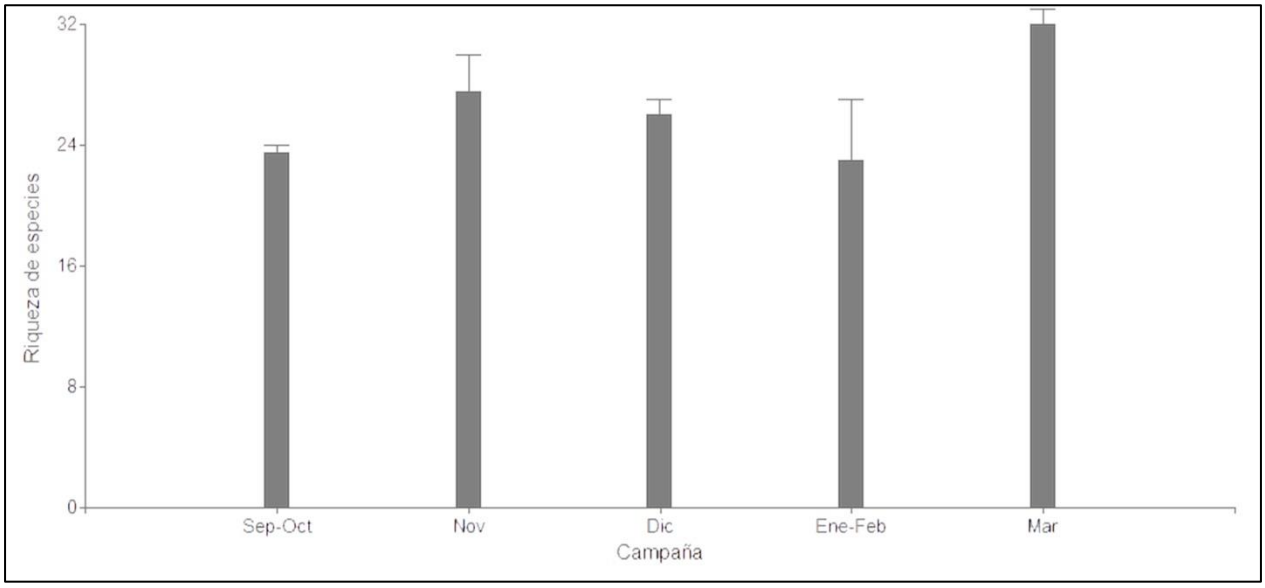


Figura 9. Promedio de la riqueza de especies de aves de las playas de arena en la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013.

Tabla 7. Riqueza y diversidad verdadera de especies de aves de las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013.

Campañas	Riqueza			$D_{q=0,5}$		
	Mañana	Tarde	Promedio	Mañana	Tarde	Promedio
Sep-Oct	23	24	23,5	5.924	5.772	5.848,0
Nov	30	25	27,5	4.894	3.363	4.128,5
Dic	27	25	26,0	3.284	3.616	3.450,0
Ene-Feb	27	19	23,0	3.446	1.904	2.675,0
Mar	31	33	32,0	9.117	9.659	9.388,0

Tabla 8. Promedio de la diversidad verdadera (D) y la riqueza en las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. D.E.= desviación estándar.

Playa	D (D.E.)	Riqueza (D.E.)
Agua de Luna	5,3 (1,9)	10,2 (2,1)
Bahía Salada	6,1 (1,5)	10,0 (1,8)
Bahía Salado	7,0 (1,0)	9,4 (1,7)
Baratillo	5,5 (1,8)	9,0 (2,5)
Blanca Challe Norte	5,5 (1,6)	8,6 (1,5)
Blanca Challe Sur	6,2 (1,6)	8,3 (1,4)
Blanca Pan de Azúcar	5,5 (1,2)	8,2 (1,7)
Caleta Pan de Azúcar	5,2 (1,8)	7,4 (2,2)
Camping Pan de Azúcar	6,9 (2,0)	7,3 (1,8)
El Cisne	6,8 (2,1)	7,1 (2,3)
Huasco Norte	7,7 (1,8)	6,9 (1,6)
Huasco Sur	10,1 (2,4)	6,9 (1,3)
Las Gaviotas Norte	5,4 (1,1)	6,7 (1,8)
Las Gaviotas Sur	7,9 (2,0)	6,6 (1,7)
Las Machas Norte	8,1 (1,6)	6,6 (1,0)
Las Machas Sur	8,9 (2,9)	6,0 (1,3)
Las Salinas	6,9 (2,0)	5,8 (1,6)
Loreto	9,0 (2,0)	5,7 (1,3)
Obispito	4,9 (0,9)	5,7 (2,6)
Puerto Viejo	8,1 (2,0)	5,6 (1,9)
Ramada	6,4 (1,5)	5,3 (0,9)
Rodillo	5,5 (1,4)	5,1 (1,7)

6. DISCUSIÓN

6.1. Dinámica poblacional del Pilpilén

Se estimó un promedio de 186 individuos de Pilpilén en las playas muestreadas en la Región de Atacama. Este valor representa el 12,4% de la población estimada para Chile (1.497; Wetlands International 2007 en Clay *et al.* 2010) y entre el 1,24 y 1,86% de la población total estimada para *H. palliatus pitanay*, la subespecie que se distribuye en el Pacífico entre Colombia y Chile (10.000 a 15.000 individuos; Clay *et al.* 2010; Figura 10). Debido a la falta de estudios puntuales en el área de distribución de esta especie en Chile, los valores estimados para el país deben ser confirmados.

La abundancia relativa promedio estimada para la especie en las playas de arena de la Región de Atacama (4,7 ind/km) se encuentra dentro de los rangos de las abundancias relativas estimadas para las subespecies en su área de distribución en el Atlántico Sur (Figura 10). Para *H. p. palliatus* se ha estimado entre 3,42 y 6,88 ind/km en Brasil (Vooren y Chiaradia 1990) y en poblaciones de *H. p. durnfordi* en Argentina se ha estimado 6,6 (DE: 21,9) ind/km (Blanco *et al.* 2006). No se ha estimado su abundancia para la subespecie del Pacífico Sur (Clay *et al.* 2010).

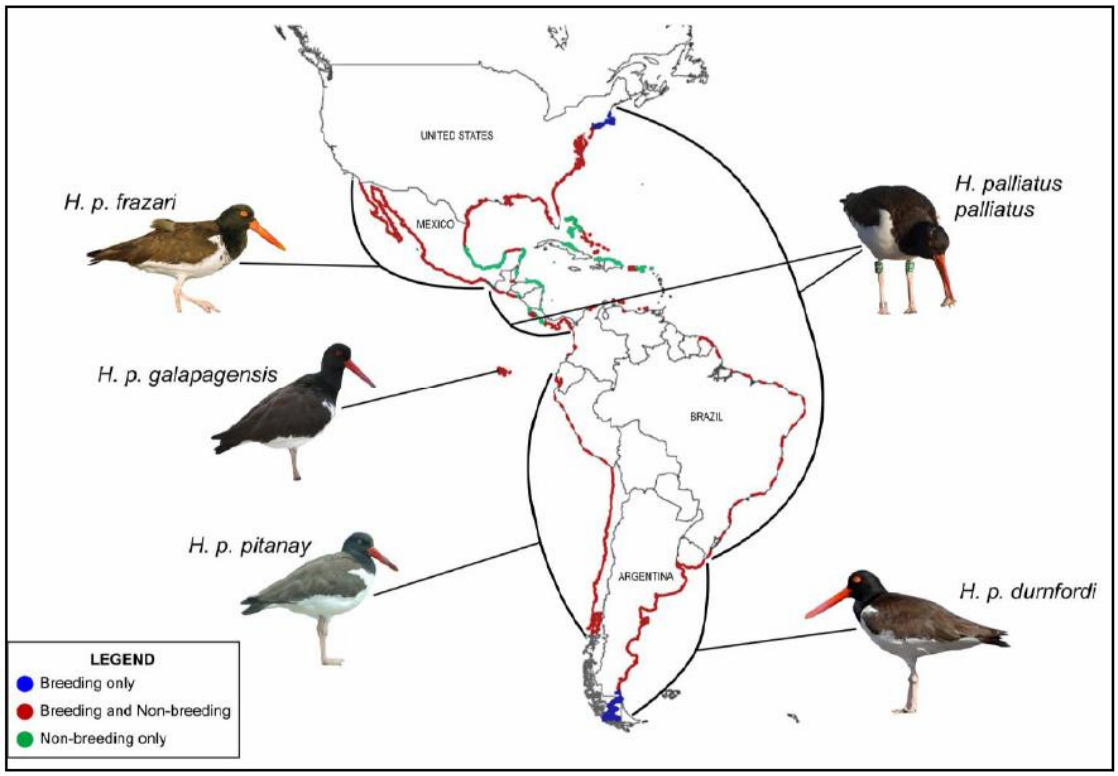


Figura 10. Distribución de las subespecies de *Haematopus palliatus* en América (Clay *et al.* 2010).

La presencia de pollos de Pilpilén se observó al comienzo de la primavera, en la primera campaña de muestreo (septiembre-octubre), lo cual coincide con lo descrito por George (2002) en el Atlántico de los Estados Unidos. La época en la que ocurre la selección y el establecimiento de los territorios reproductivos presenta una situación del turismo que no tiene relación con las condiciones antrópicas que se observaron en la campaña de enero-febrero bajo las presiones generadas por la temporada de turismo, principalmente representados en la presencia de personas y de vehículos.

A pesar de haber observado huevos y pollos en todas las playas muestreadas durante el periodo reproductivo, solamente en el 40,9% de las playas se observó la presencia de pollos en la etapa final del periodo reproductivo, lo cual mostró una baja relación con la abundancia relativa de adultos observada durante todo el periodo de muestreo. Esto indica que para las playas de arena de la Región de Atacama, además de conocer la abundancia relativa de los adultos, se requiere monitorear variables relacionadas con el éxito reproductivo para explica la adecuación biológica de la especie. Dentro de los parámetros que deben estudiarse está la sobrevivencia de los huevos y pollos, el reclutamiento e identificar de qué forma el turismo y/o las características ecológicas de cada sector afectan la reproducción de la especie.

Las playas ubicadas en Huasco, Las Machas, el Parque Nacional Pan de Azúcar, Rodillo y Obispito representan los lugares con la mayor concentración de individuos adultos, con valores por encima del promedio general (4,70 ind/km). Entre estas playas, sólo en Obispito y Rodillo se registró las más alta sobrevivencia de pollos (>2 pollos/km) al final de la temporada reproductiva, mientras que en las demás playas los valores estuvieron por debajo de 1 pollo/km y en algunas no sobrevivió ninguno, lo cual evidencia que las altas abundancia de adultos no necesariamente tiene una relación positiva con la sobrevivencia de pollos.

Las variables descriptoras de las playas en términos ecológicos y físicos no mostraron modular la abundancia relativa de la especie. En general todas las playas presentan una estructura vegetal y dunar similares. La diferencia más marcada entre las playas es la presencia de agua dulce, ya sea por infiltración, lagunas costeras o desembocadura de ríos. Sin embargo, esta variable no mostró ninguna relación clara con la abundancia relativa de pilpilenes. Por ejemplo la presencia de afloramientos de agua en Las Machas y Huasco cuenta con altas abundancias relativas de pilpilenes, contrario a lo que ocurrió en las playas Blanca Challe y Las Gaviotas con valores de la abundancia relativa medios y bajos, respectivamente. Para el caso de la presencia de infraestructura o zonas de camping se presentan tanto en Las Machas, Pan de Azúcar,

Rodillo con valores altos de abundancia relativa del pilpilén como en Las Gaviotas, Loreto y Puerto Viejo que presentan valores medios y bajos.

6.2. Relación de la abundancia relativa del Pilpilén con las actividades turísticas.

Se observó una relación negativa entre la abundancia relativa de pilpilenes y la abundancia relativa de personas y de vehículos en las playas, este efecto también se ha observado en el hemisferio norte para esta especie (McGowan y Simons 2006, Hodgson *et al.* 2008, Sabine *et al.* 2008). El mejor modelo que explica la abundancia relativa de pilpilenes se construye con las variables de abundancia de personas y de vehículos, considerando variables que representan la presencia directa de la amenaza.

Se ha demostrado en otras latitudes que el aumento en la frecuencia de campistas, la presencia de depredadores exóticos y el desarrollo de infraestructura en las zonas de playa afectan la abundancia de la especie (Wilke *et al.* 2005, Hodgson *et al.* 2008). Para la Región de Atacama la abundancia relativa de perros no se relacionó con la población de Pilpilén. Por su parte, la infraestructura presente en algunas de las playas no mostró una relación clara con los patrones de distribución de la abundancia relativa de la especie. La presencia de campistas en las playas de arena de la región debe ser evaluada considerando no sólo la ocupación del espacio, la cual varía desde carpas sencillas hasta campamentos de más de 100 m^2, sino también considerando las variables asociadas a los mismos, entre ellas la presencia de personas, vehículos de diferentes tipos, el manejo de los residuos y la presencia de perros, entre otras. Debido a esta complejidad observada para la variable campismo, no se consideró apropiado hacer un análisis directo de su relación con la población del Pilpilén, ya que los conteos realizados no diferenciaron los diferentes tipos de carpas y/o campamentos y por tanto las posibles relaciones encontradas no necesariamente pudieran estar relacionadas con el tipo de intervención en las playas.

6.3. Relación entre el Pilpilén y la diversidad de aves costeras.

Las especies de aves que usaron las playas de arena de la Región de Atacama durante la temporada reproductiva estudiada representan aproximadamente el 10% de la diversidad de aves de Chile (Jaramillo 2005). Este grupo de aves presenta una baja igualdad en términos de diversidad, donde el Pilpilén hace parte de las especies con baja abundancia relativa o raras. Se infiere que la abundancia relativa de adultos del Pilpilén puede ser un buen indicador de la

riqueza de especies en las playas de arena y de la diversidad verdadera sobrevalorando las especies raras (*q*=0,5).

Otros autores han propuesto al Pilpilén (Schulte *et al.* 2006, 2007; Clay *et al.* 2010) y otras especies del género (*H. bachmani* Tessler *et al.* 2010, *H. ostralegus* Monks *et al.* 2013) como especie indicadora, principalmente por ser especies altamente sensibles a los cambios en la calidad de su hábitat, su amplia distribución, e incluso ha sido usada como especie indicadora para la gestión del territorio, esto principalmente por su fácil detección, identificación y monitoreo. Los resultados de este estudio entregan más bases para proponer a *Haematopus palliatus* como una buena herramienta para la conservación de las playas de arena con alta incidencia turística, principalmente en términos de la planificación de las actividades.

La relación encontrada en este estudio entre la población de Pilpilén y las demás aves presentes en las playas de arena puede representar la similitud en los requerimientos de recursos en este ecosistema por parte de las aves, principalmente en términos de espacio para el descanso y la reproducción; y la disponibilidad del alimento de origen marino.

7. CONCLUSIONES

Este estudio brinda una línea base de información sobre el patrimonio natural presente en las playas de arena de la Región de Atacama, el cual, a pesar de considerar únicamente las aves, refleja la existencia de un ecosistema diverso con base en la avifauna, esencial para: 1) la reproducción, no sólo del pilpilén sino de otras aves que también anidan en la arena y 2) el refugio para aves migratorias del hemisferio Norte y la Antártica.

A pesar de que este estudio considera una sola temporada reproductiva del Pilpilén, entrega información que muestra la importancia de estudiar las aves en ecosistemas altamente demandados por el ser humano, en este caso para usar sus recursos con objetivos de recreación. Las aves son un componente altamente sensible de estos ecosistemas, debido a sus requerimientos alimenticos y reproductivos, y pueden ser usados como herramienta para la planificación de las actividades turísticas, además de servir como especies para el monitoreo del estado de los sistemas naturales.

Sin duda que este estudio es la base para el desarrollo de otros que principalmente deben enfocarse en mejorar el entendimiento en la selección de sitios para la reproducción de la especie y la determinación del efecto del turismo sobre el proceso reproductivo, principalmente la sobrevivencia de huevos y pollos. Se recomienda este enfoque ya que estos permitirán definir medidas más efectivas para la planificación del turismo en las playas de arena.

Los resultados encontrados en este estudio identifican dos amenazas principales y que son de fácil manejo, como el acceso a las playas en vehículo, el cual en algunas playas altamente concurridas es efectivamente controlado. Es el caso de la Ordenanza Municipal de la Municipalidad de Huasco que se decreta en temporada de vacaciones en la playa Sur de Huasco. Por su parte, el control de las personas requiere de mayores recursos, ya que se debe determinar la capacidad de carga de los sistemas y crear una cultura de conciencia en la sociedad para respetar las medidas de manejo requeridas.

Determinar el potencial uso del Pilpilén como una especie bioindicadora de las aves refuerza el valor de las aves como herramienta para la conservación, particularmente esta especie que ha sido efectivamente ocupada en otras latitudes de América y en Oceanía. Este estudio además confirmó que las amenazas sobre la especie son compartidas con las encontradas en otros lugares, por consiguiente ya existen avances en la propuesta de medidas de protección,

conservación y uso de las playas que han sido aplicadas en otros países y que servirán de base para implementar la planificación en las playas de arena de la región y de Chile.

Las aves de playas de arena registradas en la Región de Atacama incluyen especies de alto valor ecológico como las migratorias y las especies que se reproducen en la temporada estival y que requieren de protección no sólo para mantener la diversidad de las playas de arena, pero también la de otros ecosistemas, entre los que existe transferencia de energía a través de la migración latitudinal y altitudinal de las aves.

8. BIBLIOGRAFÍA

AGARDI, Tundi y ALDER, Jacqueline. Coastal systems. (Eds.). *En*: HASSAN, R., SCHOLES, R. y ASH, N. (Eds.). Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1. Washington, USA, Millenium Ecosystem Assessment, 2005. pp. 513-549.

BAAN, P. J. A. y VAN BUUREN, J. T. Testing of indicators for the marine and coastal environment in Europe Part 3: Present state and development of indicators for eutrophication, hazardous substances, oil and ecological quality. Copenhagen, European Environment Agency, 2003. 64p.

BAIER, Thomas y NEUWIRTH, Erich. Excel::COM::R. Computational Statistics 22(1): 91-108, 2007.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. *Haematopus palliatus*. *En*: IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. 2009. [consulta 15 de septiembre de 2012].

BLANCO, D.E., Yorio, P., Petracci, P. F., Pugnali, G. Distribution and abundance of nonbreeding shorebirds along the coasts of the Buenos Aires province, Argentina. Waterbirds 29(3): 381-390, 2006.

BROWN, A. C. y McLACHLAN, A. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. Environmental Conservation 29(1): 62–77, 2002.

BURKE, Lauretta, KURA, Yumiko, KASSEM, Ken, REVENGA, Carmen, SPALDING, Mark, McALLISTER, Don. Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems. Washington D.C., World Resources Institute, 2001. 77p.

CLAY, Robert, LESTERHUIS, Arne, SCHULTE, Shiloh, BROWN, Stephen, REYNOLDS, Debra, SIMONS, Theodore. Conservation plan for the American Oystercatcher (*Haematopus palliatus*) throughout the western hemisphere. Version 1.1. Manomet, Massachusetts, Manomet Center for Conservation Sciences, 2010. 53p.

COLWELL, Robert. Biodiversity: Concepts, Patterns and Measurement. *En*: SIMON, L. The Princeton Guide to Ecology. Princeton:Princeton University Press, 2009. pp. 257–263.

CONAF. Plan de Manejo del Parque Nacional Llanos de Challe. Corporación Nacional Forestal, 1997. 129p.

CONAF. Plan de Manejo del Parque Nacional Pan de Azúcar. Corporación Nacional Forestal, 2002. 185p.

CONAMA. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos. Santiago de Chile, Ocho Libros Editores, 2008. 640p.

CRUBC Atacama. Zonificación de los usos del borde costero Región de Atacama. Copiapó, Comisión Regional de Uso del Borde Costero, Región de Atacama, 2009. 55p.

DAVENPORT, J. y DAVENPORT, J.L. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review. Estuarine, Coastal and Shelf Science 67: 280-292, 2006.

DEFEO, O., McLACHLAN, A., SCHOEMAN, D. S., SCHLACHER, T. A., DUGAN, J., JONES, A. LASTRA, M. y SCAPINI, F. Threats to sandy beach ecosystems: A review. Estuarine, Coastal and Shelf Science 81: 1-12, 2009.

DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., ROBLEDO, C.W. InfoStat versión 2012. Argentina, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar, 2012.

DUGAN, J. y HUBBARD, D. Loss of Coastal Strand Habitat in Southern California: The Role of Beach Grooming. Estuaries and Coasts 33: 67–77, 2010.

ELÍAS, S., FERNÁNDEZ, M. R. y CASTRO, M. Propuesta de un sistema de indicadores para evaluar el impacto del turismo en la pobreza de la localidad de Monte Hermoso. Anuario Turismo y Sociedad 8: 41-53, 2012.

GEORGE, Russell C. Reproductive ecology of the American Oystercatcher (H*ematopus palliatus*) in Georgia. Tesis (Master of Science). Athens, Georgia, USA. University of Georgia, 2002. 86p.

GHOSH, Tuhin. Coastal Tourism: Opportunity and Sustainability. Journal of Sustainable Development 4(6): 67-71, 2011.

HODGSON, A. B., PAUL, A. F., RACHAL, M. L. American oystercatcher nesting in Hillsborough Bay, Florida: Population trends 1990-2007 and management recommendations. Florida Coastal Islands Sanctuaries, Tampa, FL. Sovereign Lands Management Initiatives Program 2006. Tampa Port Authority, 2008. 40p.

HONEY, M. y KRANTZ, D. Global trends in coastal tourism. Center on Ecotourism and Sustainable Development –CESD, 2007. 140p.

JARAMILLO, Álvaro. Aves de Chile. Barcelona, Lynx Edicions, 2005. 240p.

JOST, Lou. Entropy and diversity. OIKOS 113(2): 363-375, 2006.

KINDERMANN, G. y GORMALLY, M. Vehicle damage caused by recreational use of coastal dune systems in a Special Area of Conservation (SAC) on the west coast of Ireland. J Coast Conserv 14: 173–188, 2010.

LUCREZI, Serena, SCHLACHER, Thomas, WALKER, Simon. Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: a test of ghost crabs (*Ocypone spp.*) as biological indicators on an urban beach. Environ Monit Assess 152: 413-424, 2009.

McALEECE, N., Gage, J.D.G., Lambshead, P.J.D. y Paterson, G.L.J. BioDiversity Professional statistics analysis software, 1997.

McGOWAN, C. y SIMONS, T. Effect of human recreation on the incubation behavior of American Oystercatchers. The Wilson Journal of Ornothology 118 (4): 485-493, 2006.

McINTYRE, S. y HOBBS, R. A Framework for conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research model. Conservation Biology 13(6): 1282-1292, 1999.

MONKS, J.M., O'DONNELL, C.F.J. y WRIGHT, E.F. Selection of potential indicator species for measuring and reporting on trends in widespread native taxa in New Zealand. DOC Research and Development Series 338. Department of Conservation, Wellington. 2013. 18 p.

MORENO, Claudia, BARRAGÁN, Felipe, PINEDA, Eduardo, NUMA, Pavón. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1249-1261, 2011.

PASKOFF, Roland, CUITIÑO, Lucía, MANRÍQUEZ, Hermann. Origen de las arenas dunares de la región de Copiapó,Desierto de Atacama, Chile. Revista Geológica de Chile 30 (2): 355-361, 2003.

SABINE, John, SCHWEITZER, Sara, MEYERS, Michael. Nest Fate and Productivity of American Oystercatchers, Cumberland Island National Seashore, Georgia. Waterbirds 29(3): 308-314, 2006.

SABINE, John, MEYERS J., Michael, MOORE, Clinton, SCHEWEITZER, Sara. Effects of Human Activity on Behavior of Breeding American Oystercatchers, Cumberland Island National Seashore, Georgia, USA. Waterbirds 31: 70-82, 2008.

SCHULTE, Shiloh, BROWN, Stephen, AMERICAN OYSTERCATCHER WORKING GROUP. American Oystercatcher Conservation Plan for the United States Atlantic and Gulf Coasts. Version 1.0., 2006. 42p.

SCHULTE, Shiloh, BROWN, Stephen, REYNOLDS, Debra, AMERICAN OYSTERCATCHER WORKING GROUP. American Oystercatcher Conservation Action Plan for the United States Atlantic and Gulf Coasts. Version 2.0., 2007. 41p.

SERNATUR. Plan para el desarrollo turístico de la Región de Atacama 2011-2014. Servicio Nacional de Turismo. Gobierno de Chile. 2011. 66p.

SIMONS, Theodore. R. y SCHULTE, Shiloh. American Oystercatcher (*Haematopus palliatus*) research and monitoring in North Carolina. USA, USGS North Carolina Cooperative Fish and Wildlife Research Unit Department of Zoology, North Carolina State University, 2007. 58p.

TESSLER, David, JOHNSON, James, ANDRES, Brad, THOMAS, Sue, LANCTOT, Richard. Black Oystercatcher (*Haematopus bachmani*) Conservation Action Plan. Version 1.1., 2010, 109p.

UNEP. Marine and coastal ecosystems and human well-being: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. United Nations Environment Programme, 2006. 76p.

VOOREN, C.M. y CHIARADIA, A. Seasonal abundance and behaviour of coastal birds on Cassino Beach, Brazil. Ornitología Neotropical 1: 9-24, 1990.

WILKE, A., WATTS, B., TRUITT, B., BOETTCHER, R. Breeding Season Status of the American Oystercatcher in Virginia, USA. Waterbirds 28(3): 308-315, 2005.

YEPES PIQUERAS, V. Las playas en la gestión sostenible del litoral. Cuadernos de Turismo 4: 89-110, 1999.

Anexo A. Registro fotográfico de las playas muestreadas en la Región de Atacama.

Caleta Pan de Azúcar

Camping Pan de Azúcar

Blanca Pan de Azúcar

Obispito

Rodillo

Ramada

Loreto

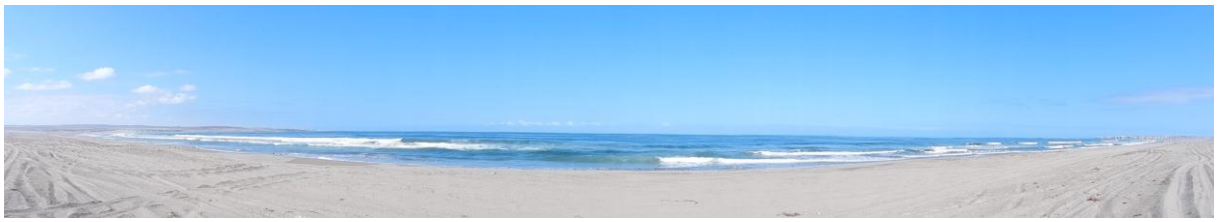
Las Machas Norte

Las Machas Sur

El Cisne

Bahía Salado

Las Salinas



Puerto Viejo

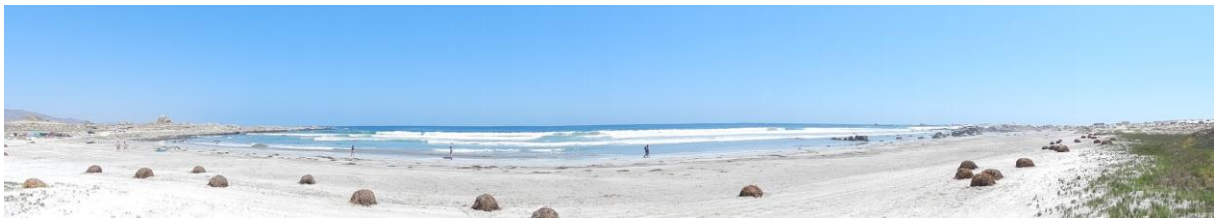
Bahía Salada

Las Gaviotas Norte

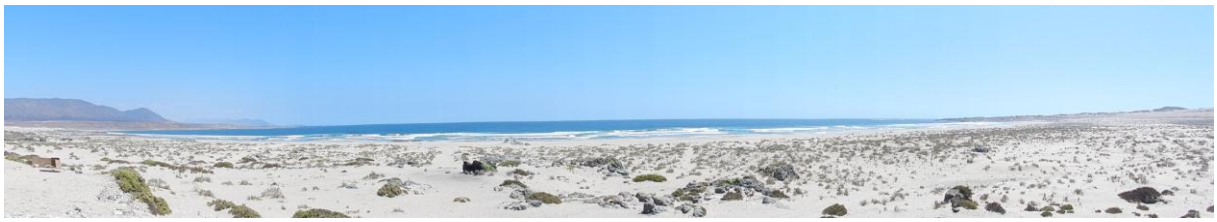
Las Gaviotas Sur

Blanca Challe Norte

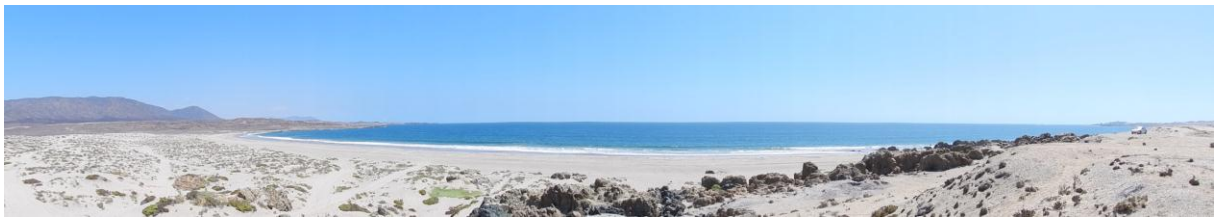
Blanca Challe Sur



Agua de Luna



Baratillo



Huasco

Anexo B. Lista de las especies de aves de las playas de arena de la Región de Atacama registradas entre septiembre de 2012 y marzo de 2013.

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anseriformes	Anatidae	*Anas sibilatrix*	Pato real
		Lophonetta specularioides	Pato juarjual
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada
		Coragyps atratus	Jote de cabeza negra
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado
		Charadrius semipalmatus	Chorlo semipalmado
		Pluvialis squatarola	Chorlo ártico
		Vanellus chilensis	Queltehue
	Haematopodidae	*Haematopus ater*	Pilpilén negro
		Haematopus palliatus	Pilpilén
	Laridae	*Larus belcheri*	Gaviota peruana
		Larus dominucanus	Gaviota dominicana
		Larus modestus	Gaviota garuma
		Larus pipixcan	Gaviota de Franklin
		Rynchops niger	Rayador
		Sterna hirundinacea	Gaviotín sudamericano
		Sterna hirundo	Gaviotín boreal
	Recurvirostridae	*Himantopus melanurus*	Perrito
	Scolopacidae	*Aphriza virgata*	Playero de las rompientes
		Arenaria interpres	Playero vuelvepiedras
		Calidris alba	Playero blanco
		Calidris bairdii	Playero de Braid
		Catoptrophorus semipalmatus	Playero grande
		Limona haemastica	Zarapito de pico recto
		Numenius phaeopus hudsonicus	Zarapito
		Phalaropus fulicaria	Pollito de mar rojizo
		Tringa melanoleuca	Pitotoy grande
	Thinocoridae	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma
		Zenaida meloda	Paloma de alas blancas
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Traro
		Milvago chimango	Tiuque
Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes nigrofumosus*	Churrete costero
	Hirundinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina chilena
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión
	Screrurinae	*Geositta cunicularia*	Minero
	Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial
		Muscisaxicola maclovianus	Dormilona tontita
		M. maculirostris maculirostris	Dormilona chica
		Muscisaxicola rufivertex	Dormilona de nuca rojiza
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza grande
		Egretta thula	Garza chica
		Nycticorax nycticorax	Huairavo
	Pelecanidae	*Pelecanus thagus*	Pelícano
	Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán

Anexo C. Promedio de la abundancia relativa de las especies de aves de las playas de arena de la Región de Atacama entre septiembre de 2012 y marzo de 2013. D.E.: Desviación Estandar.

Especie	Promedio	D.E.
Calidris alba	44,3	74,3
Larus modestus	41,0	110,3
Larus dominicanus	11,7	20,2
Numenius phaeopus hudsonicus	9,2	10,8
Charadrius nivosus	6,8	8,4
Haematopus palliatus	5,9	5,0
Larus pipixcan	3,3	20,3
Haematopus ater	1,6	2,9
Arenaria interpres	1,3	3,5
Rynchops niger	0,89	2,6
Pluvialis squatarola	0,65	1,6
Cathartes aura	0,60	1,3
Pelecanus thagus	0,32	2,4
Calidris bairdii	0,25	1,0
Lessonia rufa	0,22	0,6
Vanellus chilensis	0,19	0,6
Aphriza virgata	0,18	1,2
Phalacrocorax brasilianus	0,18	1,0
Tachycineta meyeni	0,15	0,8
Muscisaxicola maclovianus	0,14	0,7
Larus belcheri	0,08	0,4
Geositta cunicularia	0,08	0,5
Muscisaxicola rufivertex	0,04	0,2
Cinclodes nigrofumosus	0,04	0,3
Theristicus melanopis	0,03	0,3
Passer domesticus	0,03	0,4
Catoptrophorus semipalmatus	0,02	0,1
Ardea alba	0,02	0,1
Charadrius semipalmatus	0,02	0,2
Coragyps atratus	0,02	0,1
Lophonetta specularioides	0,02	0,3
Anas sibilatrix	0,02	0,2
Limona haemastica	0,01	0,06
Tringa melanoleuca	0,01	0,09
Thinocorus rumicivorus	0,01	0,1
Columba livia	0,01	0,2
Sterna hirundinacea	0,01	0,07
Zenaida meloda	0,01	0,09
Egretta thula	0,01	0,05
Milvago chimango	4,60 E-03	0,04
Sterna hirundo	4,50 E-03	0,05
Nycticorax nycticorax	2,90 E-03	0,06
Phalaropus fulicaria	2,70 E-03	0,06
Muscisaxicola maculirostris maculirostris	2,50 E-03	0,04
Himantopus melanurus	2,30 E-03	0,03
Caracara plancus	2,30 E-03	0,03

Anexo D. Abundancia relativa (AR) de las especies de aves en las playas de arena de la Región de Atacama.

Agua de Luna	AR	Bahía Salada	AR	Bahía Salado	AR	Baratillo	AR	Blanca Challe Norte	AR
L. modestus	39,01	*C. alba*	38,12	*C. alba*	24,03	*L. modestus*	33,89	*C. alba*	34,73
C. alba	26,27	*L. dominicanus*	8,22	*L. modestus*	7,39	*C. alba*	27,01	*C. nivosus*	31,60
N. phaeopus	9,27	*C. nivosus*	5,92	*N. phaeopus*	5,66	*L. dominicanus*	11,05	*A. interpres*	5,72
C. nivosus	7,19	*N. phaeopus*	2,49	*C. nivosus*	4,22	*H. ater*	8,97	*N. phaeopus*	5,69
L. pipixcan	5,10	*L. modestus*	2,22	*H. palliatus*	3,30	*N. phaeopus*	8,37	*L. modestus*	3,46
L. dominicanus	2,55	*A. interpres*	1,40	*L. dominicanus*	2,93	*L. pipixcan*	6,81	*L. dominicanus*	3,21
H. ater	2,02	*H. palliatus*	1,23	*H. ater*	1,19	*C. nivosus*	5,05	*H. ater*	1,93
H. palliatus	1,45	*C. bairdii*	1,08	*P. squatarola*	0,88	*H. palliatus*	1,55	*H. palliatus*	1,67
C. aura	0,96	*L. rufa*	0,71	*M. maclovianus*	0,28	*L. specularioides*	0,97	*L. rufa*	0,33
S. hirundinacea	0,14	*V. chilensis*	0,41	*C. aura*	0,23	*A. silibatrix*	0,56	*L. pipixcan*	0,21
T. melanopis	0,14	*M. maclovianus*	0,32	*L. pipixcan*	0,22	*P. squatarola*	0,38	*A. virgata*	0
A. interpres	0,11	*P. squatarola*	0,32	*A. interpres*	0,07	*C. bairdii*	0,38	*R. niger*	0
A. virgata	0	*T. meyeni*	0,20	*V. chilensis*	0,07	*A. interpres*	0,13	*M. maclovianus*	0
R. niger	0	*L. belcheri*	0,13	*A. virgata*	0	*C. nigrofumosus*	0,12	*P. squatarola*	0
M. maclovianus	0	*Ch. semipalmatus*	0,13	*R. niger*	0	*Ph. brasilianus*	0,07	*C. aura*	0
P. squatarola	0	*H. ater*	0,07	*L. belcheri*	0	*S. hirundinacea*	0,07	*L. belcheri*	0
L. belcheri	0	*A. virgata*	0	*Ph. brasilianus*	0	*A. virgata*	0	*Ph. brasilianus*	0
Ph. brasilianus	0	*R. niger*	0	*L. rufa*	0	*R. niger*	0	*T. meyeni*	0
L. rufa	0	*C. aura*	0	*T. meyeni*	0	*M. maclovianus*	0	*L. haemastica*	0
T. meyeni	0	*Ph. brasilianus*	0	*L. haemastica*	0	*C. aura*	0	*H. melanurus*	0
L. haemastica	0	*L. haemastica*	0	*H. melanurus*	0	*L. belcheri*	0	*T. melanoleuca*	0
H. melanurus	0	*H. melanurus*	0	*T. melanoleuca*	0	*L. rufa*	0	*T. rumicivorus*	0
T. melanoleuca	0	*T. melanoleuca*	0	*T. rumicivorus*	0	*T. meyeni*	0	*G. cunicularia*	0

Blanca Challe Sur	AR	Blanca Pan de Azúcar	AR	Caleta Pan de Azúcar	AR	Camping Pan de Azúcar	AR
C. nivosus	38,50	*L. modestus*	132,23	*L. modestus*	83,95	*L. modestus*	105,82
N. phaeopus	8,14	*C. alba*	44,02	*C. alba*	11,37	*C. alba*	24,94
C. alba	7,17	*C. nivosus*	5,16	*L. dominicanus*	7,22	*C. nivosus*	11,77
L. modestus	5,95	*P. thagus*	4,66	*N. phaeopus*	7,11	*N. phaeopus*	10,50
A. interpres	5,15	*H. palliatus*	4,64	*H. palliatus*	5,43	*H. palliatus*	5,33
L. dominicanus	3,71	*N. phaeopus*	4,43	*L. belcheri*	1,37	*R. niger*	3,86
H. ater	3,02	*L. dominicanus*	3,68	*C. nivosus*	1,05	*H. ater*	2,81
H. palliatus	2,65	*H. ater*	3,35	*P. thagus*	1,04	*L. dominicanus*	2,30
. melanopis	1,02	*Ph. brasilianus*	1,28	*H. ater*	0,93	*A. interpres*	1,60
V. chilensis	0,79	*R. niger*	0,56	*C. bairdii*	0,57	*Ph. brasilianus*	1,56
C. nigrofumosus	0,66	*C. aura*	0,42	*R. niger*	0,50	*C. aura*	0,52
L. rufa	0,33	*L. belcheri*	0,37	*L. pipixcan*	0,49	*C. bairdii*	0,38
C. bairdii	0,27	*P. squatarola*	0,26	*C. aura*	0,15	*M. rufivertex*	0,35
M. maclovianus	0,13	*C. bairdii*	0,21	*M. maclovianus*	0,13	*A. virgata*	0,21
T. melanoleuca	0,13	*C. nigrofumosus*	0,21	*M. rufivertex*	0,13	*L. pipixcan*	0,21
T. meyeni	0,11	*L. pipixcan*	0,20	*A. interpres*	0	*P. squatarola*	0,14
C. atratus	0,11	*M. m. maculirostris*	0,05	*A. virgata*	0	*C. nigrofumosus*	0,14
N. nycticorax	0,11	*A. interpres*	0	*P. squatarola*	0	*M. maclovianus*	0,10
A. virgata	0	*A. virgata*	0	*Ph. brasilianus*	0	*Ch. semipalmatus*	0,07
R. niger	0	*M. maclovianus*	0	*L. rufa*	0	*P. domesticus*	0,07
P. squatarola	0	*L. rufa*	0	*T. meyeni*	0	*L. belcheri*	0
C. aura	0	*T. meyeni*	0	*L. haemastica*	0	*L. rufa*	0
L. belcheri	0	*L. haemastica*	0	*H. melanurus*	0	*T. meyeni*	0

El Cisne	AR	Huasco Norte	AR	Huasco Sur	AR	Las Gaviotas Norte	AR
L. modestus	37,15	*C. alba*	57,46	*L. dominicanus*	29,73	*C. alba*	169,92
C. alba	17,52	*N. phaeopus*	36,14	*C. alba*	18,80	*L. modestus*	12,94
N. phaeopus	11,23	*L. modestus*	25,32	*L. modestus*	17,18	*L. pipixcan*	7,94
H. ater	7,93	*H. palliatus*	16,91	*N. phaeopus*	15,34	*C. nivosus*	6,77
H. palliatus	4,42	*L. pipixcan*	9,85	*H. palliatus*	13,95	*N. phaeopus*	6,37
C. nivosus	3,19	*L. dominicanus*	8,24	*L. pipixcan*	5,05	*A. interpres*	5,91
L. dominicanus	2,36	*C. nivosus*	4,14	*C. nivosus*	3,27	*L. dominicanus*	4,39
L. pipixcan	0,90	*H. ater*	3,25	*R. niger*	1,94	*H. palliatus*	3,88
A. interpres	0,52	*R. niger*	2,97	*C. aura*	1,52	*A. virgata*	1,26
C. aura	0,28	*C. aura*	1,80	*V. chilensis*	1,10	*P. squatarola*	1,15
T. meyeni	0,14	*A. virgata*	0,34	*L. rufa*	0,36	*M. maclovianus*	0,61
M. rufivertex	0,14	*A. interpres*	0,33	*H. ater*	0,28	*C. aura*	0,50
P. squatarola	0,11	*L. haemastica*	0,17	*P. thagus*	0,14	*Ch. semipalmatus*	0,46
M. maclovianus	0,07	*. melanoleuca*	0,11	*P. squatarola*	0,12	*L. rufa*	0,33
C. nigrofumosus	0,07	*V. chilensis*	0,10	*T. meyeni*	0,09	*H. ater*	0,31
V. chilensis	0,05	*L. belcheri*	0,06	*A. alba*	0,09	*G. cunicularia*	0,21
A. virgata	0	*T. meyeni*	0,05	*C. atratus*	0,07	*P. fulicaria*	0,13
R. niger	0	*C. atratus*	0,05	*E. thula*	0,07	*T. meyeni*	0,10
L. belcheri	0	*E. thula*	0,05	*M. chimango*	0,06	*R. niger*	0
Ph. brasilianus	0	*M. maclovianus*	0	*M. maclovianus*	0,03	*L. belcheri*	0
L. rufa	0	*P. squatarola*	0	*Ph. brasilianus*	0,03	*Ph. brasilianus*	0
L. haemastica	0	*Ph. brasilianus*	0	*H. melanurus*	0,03	*L. haemastica*	0
H. melanurus	0	*L. rufa*	0	*T. melanopis*	0,03	*H. melanurus*	0

Las Gaviotas Sur	AR	Las Machas Norte	AR	Las Machas Sur	AR	Las Salinas	AR
C. nivosus	11,74	*C. alba*	74,19	*L. modestus*	55,48	*C. alba*	82,06
L. modestus	10,96	*L. dominicanus*	10,05	*C. alba*	19,25	*L. dominicanus*	18,81
N. phaeopus	6,23	*N. phaeopus*	7,00	*L. dominicanus*	8,07	*L. modestus*	17,24
C. alba	4,19	*L. modestus*	6,48	*H. palliatus*	6,80	*N. phaeopus*	12,59
H. palliatus	4,05	*H. palliatus*	5,88	*N. phaeopus*	6,35	*C. nivosus*	7,84
L. dominicanus	3,59	*A. interpres*	3,74	*C. nivosus*	5,50	*H. palliatus*	4,63
L. rufa	2,22	*P. squatarola*	3,65	*R. niger*	2,95	*R. niger*	1,18
G. cunicularia	1,76	*C. nivosus*	2,52	*P. squatarola*	1,77	*C. aura*	0,73
H. ater	0,88	*A. virgata*	1,38	*A. interpres*	1,68	*L. rufa*	0,54
L. pipixcan	0,77	*C. bairdii*	1,08	*G. cunicularia*	0,42	*H. ater*	0,53
V. chilensis	0,65	*C. aura*	0,57	*A. virgata*	0,34	*A. interpres*	0,48
C. bairdii	0,46	*H. ater*	0,33	*H. ater*	0,30	*L. pipixcan*	0,42
A. interpres	0,33	*M. maclovianus*	0,20	*L. pipixcan*	0,20	*P. squatarola*	0,13
C. aura	0,23	*R. niger*	0,17	*M. rufivertex*	0,19	*T. meyeni*	0,11
T. rumicivorus	0,23	*Z. meloda*	0,1	*M. maclovianus*	0,10	*C. bairdii*	0,08
M. maclovianus	0,11	*Ca. semipalmatus*	0,07	*C. bairdii*	0,07	*C. atratus*	0,07
P. squatarola	0,11	*C. livia*	0,03	*L. rufa*	0,04	*L. belcheri*	0,05
A. alba	0,11	*A. alba*	0,03	*C. aura*	0	*V. chilensis*	0,05
A. virgata	0	*C. plancus*	0,03	*L. belcheri*	0	*T. melanopis*	0,03
R. niger	0	*P. thagus*	0,03	*Ph. brasilianus*	0	*A. alba*	0,02
L. belcheri	0	*L. belcheri*	0	*T. meyeni*	0	*P. thagus*	0,02
Ph. brasilianus	0	*Ph. brasilianus*	0	*L. haemastica*	0	*A. virgata*	0
T. meyeni	0	*L. rufa*	0	*H. melanurus*	0	*M. maclovianus*	0

Loreto	AR	Obispito	AR	Puerto Viejo	AR	Ramada	AR	Rodillo	AR
C. alba	6,22	*L. modestus*	202,21	*L. dominicanus*	40,44	*L. dominicanus*	23,51	*L. modestus*	176,67
A. interpres	5,30	*C. alba*	114,59	*C. alba*	19,19	*C. alba*	16,56	*C. alba*	102,26
L. dominicanus	4,31	*C. nivosus*	9,89	*L. modestus*	15,08	*L. modestus*	12,76	*L. pipixcan*	43,41
H. palliatus	2,98	*H. palliatus*	9,35	*H. palliatus*	7,38	*C. nivosus*	5,79	*L. dominicanus*	11,57
C. nivosus	2,42	*L. dominicanus*	3,80	*N. phaeopus*	4,70	*H. palliatus*	3,85	*H. palliatus*	6,41
N. phaeopus	2,33	*N. phaeopus*	3,56	*C. nivosus*	4,37	*N. phaeopus*	2,28	*C. nivosus*	5,13
P. squatarola	2,20	*H. ater*	2,29	*C. aura*	1,57	*P. thagus*	1,39	*N. phaeopus*	4,07
M. maclovianus	1,67	*Ph. brasilianus*	1,89	*T. meyeni*	0,92	*A. interpres*	0,31	*A. interpres*	1,36
T. meyeni	1,55	*C. aura*	0,48	*L. rufa*	0,72	*P. squatarola*	0,31	*H. ater*	1,18
C. bairdii	1,42	*P. squatarola*	0,30	*H. ater*	0,51	*Ph. brasilianus*	0,21	*P. squatarola*	0,81
L. modestus	1,13	*L. pipixcan*	0,28	*A. interpres*	0,48	*C. aura*	0,15	*P. domesticus*	0,79
V. chilensis	0,96	*L. belcheri*	0,19	*L. pipixcan*	0,11	*S. hirundo*	0,14	*A. virgata*	0,36
R. niger	0,88	*P. thagus*	0,10	*P. thagus*	0,10	*H. ater*	0,07	*L. belcheri*	0,25
P. domesticus	0,43	*C. bairdii*	0,09	*A. virgata*	0,08	*T. meyeni*	0,07	*M. maclovianus*	0,11
C. aura	0,35	*A. interpres*	0	*C. bairdii*	0,07	*A. alba*	0,07	*Ph. brasilianus*	0,11
Ca. semipalmatus	0,34	*A. virgata*	0	*A. alba*	0,04	*A. virgata*	0,05	*C. aura*	0,07
H. ater	0,24	*R. niger*	0	*C. atratus*	0,04	*M. maclovianus*	0,05	*R. niger*	0
C. livia	0,24	*M. maclovianus*	0	*R. niger*	0	*T. melanoleuca*	0,05	*L. rufa*	0
Ch. semipalmatus	0,11	*L. rufa*	0	*M. maclovianus*	0	*R. niger*	0	*T. meyeni*	0
Z. meloda	0,11	*T. meyeni*	0	*P. squatarola*	0	*L. belcheri*	0	*L. haemastica*	0
Ph. brasilianus	0,07	*L. haemastica*	0	*L. belcheri*	0	*L. rufa*	0	*H. melanurus*	0
A. virgata	0	*H. melanurus*	0	*Ph. brasilianus*	0	*L. haemastica*	0	*T. melanoleuca*	0
L. belcheri	0	*T. melanoleuca*	0	*L. haemastica*	0	*H. melanurus*	0	*T. rumicivorus*	0