



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCIÓN**

**ANÁLISIS DE LOS EFECTOS Y AMENAZAS RELACIONADOS CON EL
CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS POBLACIONES DE PINGÜINOS.**

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Memoria para optar al título de Médico Veterinario.

Profesor tutor: DCs. Diana Maritza Echeverry Berrío
Estudiante: Valentina Isabel Vergara Neira

© Valentina Isabel Vergara Neira, Diana Maritza Echeverry Berrío.

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile
2023

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Concepción, el día 17 de julio de 2023, los abajo firmantes dejan constancia que la alumna VALENTINA ISABEL VERGARA NEIRA de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 6,7.



DCs AnaLía Henríquez Herrera
Presidente Comisión



Dr. MARCOS PEDREROS DÍAZ
MÉDICO VETERINARIO
RUT-5.734.529-6

MCs Marcos Pedreros Díaz
Profesor Evaluador



DCs Diana Maritza Echeverry Berrío
Profesor Patrocinante

AGRACEDIMIENTOS

A la Dra. Diana Echeverry, por haberme guiado y acompañado durante todo el proceso.

A mis padres, María Isabel y Fermín, por su comprensión y cariño incondicional. Gracias por el constante apoyo.

A mi hermano, por siempre estar ahí.

A mis amigas, por escucharme, apoyarme y animarme.

A mi perrita Kiara, por ser mi fiel compañera de traspase durante las largas horas de búsqueda, lectura y escritura.

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	6
3. MATERIAL Y MÉTODO.....	7
4. RESULTADOS.....	11
5. DISCUSIÓN.....	19
6. CONCLUSIONES.....	24
7. REFERENCIAS.....	25
8. ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Publicaciones utilizadas en la revisión bibliográfica.	11
Tabla 2. Reportes por región geográfica para cada especie de pingüino.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Reportes de amenazas relacionadas con el cambio climático por región geográfica.....	14
Figura 2. Amenazas asociadas al cambio climático por especie de pingüino.....	16
Figura 3. Principales amenazas asociadas al cambio climático para las poblaciones de pingüinos.....	18

RESUMEN

Los pingüinos, aves marinas populares entre las personas, considerados centinelas ecosistémicos, han sido afectados por varias amenazas a su conservación, siendo las más comunes la contaminación, la pérdida de hábitat, la pesca, las especies exóticas invasoras y el cambio climático. Estas amenazas han provocado disminución de poblaciones de pingüinos, tanto así que, de las 18 especies existentes, nueve están clasificadas como amenazadas en la lista roja de la IUCN (International Union for Conservation of Nature).

Debido a esto, y porque el cambio climático sobresale entre las amenazas al tener diversos efectos sobre las poblaciones de pingüinos, es necesario comprender que el cambio climático interactúa con otras amenazas, del mismo modo en que es capaz de influir en la presentación de estas, exacerbando aún más la disminución de especies.

Como objetivo de esta revisión se logró identificar, a partir de información publicada, los efectos que ha tenido el cambio climático en las especies de pingüinos a nivel mundial. Además, se determinaron las regiones con mayores reportes de amenazas relacionadas al cambio climático, se estimaron las principales amenazas asociadas al cambio climático para cada especie de pingüino y se identificó cuál de estas amenazas afecta en mayor medida a las poblaciones de pingüinos. Se utilizó información bibliográfica con respaldo científico, identificada con palabras claves y términos de búsqueda, usando criterios de selección para los artículos incluidos en la revisión. Las referencias se valoraron al cumplir con las variables evaluadas: especie de pingüino, amenaza y zona geográfica.

Se observó a la Antártida, Australia, las Islas Malvinas, Argentina, Nueva Zelanda, Ecuador, Chile, Namibia y Sudáfrica como las regiones con mayor número de reportes de amenazas. Se determinó que las temperaturas extremas afectan a la mayoría de las especies de pingüinos, seguido de alteración y cambio de hábitat. También se reportaron tormentas e inundaciones y sequía, pero en menor medida. Se identificó a las temperaturas extremas como la principal amenaza relacionada al cambio climático que afecta a las poblaciones de pingüinos, con una mayor frecuencia de presentación.

Se concluyó que, de las regiones con mayores reportes de amenazas, la Antártida presentó más número de reportes. La mayoría de las especies de pingüinos han sido afectadas por las temperaturas extremas en comparación con otras amenazas reportadas. Las temperaturas extremas presentaron mayor frecuencia de presentación, afectando en mayor medida a las poblaciones de pingüinos.

Palabras claves: Pingüinos, amenazas, cambio climático, clima severo, contaminación, temperaturas extremas, conservación.

ABSTRACT

Seabirds popular among people, considered ecosystem sentinels, penguins have been affected by several threats to their conservation, the most common being pollution, habitat loss, fishing, invasive alien species, and climate change. These threats have caused penguin populations to decline, so much so that, of the 18 existing species, nine are classified as threatened on the IUCN (International Union for Conservation of Nature) red list.

Because of this, and because climate change stands out among threats by having diverse effects on penguin populations, it is necessary to understand that climate change interacts with other threats, in the same way that it is capable of influencing their presentation, further exacerbating species decline.

The objective of this review was to identify, based on published information, the effects that climate change has had on penguin species worldwide. In addition, the regions with the highest reports of threats related to climate change were determined, the main threats associated with climate change for each penguin species were estimated, and it was identified which of these threats affects penguin populations to a greater extent. Bibliographic information with scientific support was used, identified with keywords and search terms, using selection criteria for the articles included in the review. The references were valued by complying with the evaluated variables: penguin species, threat and geographical area.

Antarctica, Australia, the Falkland Islands, Argentina, New Zealand, Ecuador, Chile, Namibia and South Africa were observed as the regions with the highest number of threat reports. Temperature extremes were found to affect most penguin species, followed by habitat change and disturbance. Storms and floods and drought were also reported, but to a lesser extent. Extreme temperatures were identified as the main threat related to climate change that affects penguin populations, with a higher frequency of presentation. It was concluded that, of the regions with the highest threat reports, Antarctica presented the highest number of reports. Most penguin species have been affected by extreme temperatures compared to other reported threats. Extreme temperatures presented a higher frequency of presentation, affecting penguin populations to a greater extent.

Keywords: Penguin, Threat, Climate change, severe weather, pollution, extreme temperatures, conservation.

1. INTRODUCCIÓN

Los pingüinos (orden Sphenisciformes) son uno de los animales salvajes más reconocidos y queridos por las personas debido a su carisma y simpática apariencia (Freire et al., 2021). Sin embargo, hoy en día las poblaciones de pingüinos enfrentan una variedad de amenazas a pesar de ser tan populares entre la gente (Ropert-Coudert et al., 2019). Tanto así que, de las 18 especies de pingüinos existentes según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), varias de estas especies de pingüinos han experimentado una disminución significativa de su población durante los últimos 20 años (Trathan et al., 2014). De acuerdo con la lista roja de la IUCN siete especies se encuentran dentro de la categoría de menor preocupación, cinco especies han sido catalogadas como en peligro de extinción, cuatro especies como vulnerables y dos especies como casi amenazadas (BirdLife International, 2020).

Las amenazas y peligros a los que estas y otras aves marinas se pueden ver enfrentados son varias y se hace esencial conocerlas, pues así es posible entender las causas de la disminución de esta especie, del mismo modo que se permite llegar a las mejores maneras y alternativas de cómo abordar esta problemática. Por esta razón se ha identificado que los riesgos más comunes a los que se enfrentan las aves marinas son la captura incidental, la caza y las trampas, el cambio climático/clima severo, las perturbaciones y las especies exóticas invasoras, de la misma manera que las amenazas a la preservación de las poblaciones de pingüinos son fundamentalmente la contaminación, la pérdida de hábitat, la pesca y el cambio climático (Dias et al., 2019; Trathan et al., 2014).

Si bien la mayoría de las principales amenazas suelen tener soluciones conocidas y que han sido probadas, los efectos negativos del cambio climático son diversos y hay pocas posibilidades de mitigación directa, pues son más difíciles de enfrentar (Dias et al., 2019). Debido a esto y en virtud de que el cambio climático afecta a más del 80% de las especies de pingüinos, siendo así una proporción más alta que en cualquier otro grupo de aves marinas (Dias et al., 2019), se hace de suma importancia conocer acerca de los efectos que puede tener el cambio climático en esta especie a nivel global.

Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, (Intergovernmental Panel on Climate Change por su siglas en inglés) (IPCC, 2014) el término “cambio climático” se refiere a una variación identificable del estado del clima que persiste durante largos periodos de tiempo, resultante de procesos naturales internos o factores externos, como la actividad humana que afecta la composición atmosférica. Esta variación se suma a la variabilidad natural del clima, pudiéndose diferenciar entre cambio climático antropogénico y la variabilidad climática natural.

El cambio climático puede tener una serie de efectos directos o indirectos sobre las poblaciones de pingüinos, ya sea debido a la contaminación, pérdida de su hábitat, aumento de temperatura, o incluso pudiendo interferir a través de cambios en la abundancia y distribución de presas (Ropert-Coudert et al., 2019). Por ejemplo, se ha evidenciado que el cambio climático tendría efectos negativos en la reproducción de los pingüinos, tal como ocurrió en una población reproductora de pingüinos emperador (*Aptenodytes forsteri*) y en pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), en los que a lo largo de 18 años (entre 1983 y 2005) y 28 años (desde 1983 hasta 2010) respectivamente, se realizaron estudios para determinar la relación entre la tasa de población y las anomalías de temperatura. En los pingüinos emperador se concluyó que, con el cambio climático y el aumento de la temperatura en la Antártida, la tasa de reproducción de la población fue disminuyendo, debido a que estos pingüinos requieren temperaturas muy bajas para reproducirse. De la misma manera, se determinó que la variabilidad climática, en conjunto con otros factores, redujo el éxito reproductivo de los pingüinos de Magallanes (Alhatem y Saavedra, 2018; Boersma y Rebstock, 2014).

Estas no son las únicas consecuencias que genera el cambio climático, pues también se ha visto el desarrollo y presentación de ciertas enfermedades que antes no se encontraban en las poblaciones de pingüinos, que pueden ocasionar pérdida del plumaje, lo que se ha observado tanto en polluelos de pingüinos africanos (*Spheniscus dermus*) y en polluelos de pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), siendo observado por primera vez en pingüinos antárticos el 2014 en pingüinos de Adelia (*Pygoscelis adeliae*) (Barbosa et al., 2015; Grimaldi et al., 2015; Kane et al., 2010). Debido a los pocos registros previos sobre este trastorno que ocasiona pérdida de plumas en pingüinos se sugiere que sería una enfermedad emergente, siendo necesario una mayor investigación

sobre el tema, ya que la etiología sigue siendo desconocida (Grimaldi et al., 2015) y esta pérdida anormal de plumas podría ser perjudicial para su salud y supervivencia (Grimaldi et al., 2015).

Aunque la información respecto al estado de salud de las especies y poblaciones de pingüinos es bastante, en general se concentra en notificación de presencia o ausencia de patógenos, parásitos o enfermedades, pero no se evalúa de una forma global todos los aspectos que afectan a estas especies de pingüinos (Ropert-Coudert et al., 2019). Por otra parte, la evidencia directa de que los pingüinos se ven afectados por el cambio climático es poca y hay cierta dificultad para determinar sus impactos directos sobre las poblaciones de pingüinos, sin embargo, existen algunas pruebas que sugieren una relación entre el descenso de las poblaciones y el aumento de la temperatura global (Trathan et al., 2014). Esto implica que el cambio climático puede representar por sí mismo la principal amenaza para los pingüinos en la actualidad (Trathan et al., 2014).

De acuerdo con la IUCN (2019) las especies además de tener un valor inherente son cruciales para los ecosistemas porque brindan servicios necesarios para las personas, es por esto que es de gran importancia entender los efectos que tiene el cambio climático en las especies de pingüinos y su influencia en el desarrollo y presentación de amenazas. No debemos olvidar que los lugares en donde habitan mayormente las poblaciones de pingüinos son hábitats que, si bien han gozado de cierta condición de no estar contaminados, tal como la Antártida, en la actualidad si se han visto seriamente amenazados, tanto así que, por influencia de la contaminación, el aumento de la conectividad y el cambio ambiental global se hace posible la presentación de amenazas como por ejemplo, una futura aparición de enfermedades en la región (Grimaldi et al., 2014). De esta forma, es relevante considerar que, como resultado del cambio climático, los vectores portadores de enfermedades ahora pueden establecerse donde tradicionalmente el clima era inapropiado, debido a cambios en las características del ecosistema (Trathan et al., 2014), lo que es de gran preocupación, pues debido a la inexperiencia inmunológica que presentan las especies antárticas como los pingüinos, estos son más susceptibles a patógenos que están muy extendidos en otras partes del mundo (Grimaldi et al., 2014).

Como muestra de esto, en una revisión hecha por Grimaldi et al. (2014) se indica que como resultado de temperaturas más cálidas y una mayor conectividad, algunas enfermedades pueden volverse más frecuentes, por ejemplo, las transmitidas por artrópodos como la enfermedad del Nilo Occidental, al igual que puede aumentar el potencial de brotes de agentes infecciosos previamente existentes como *Pateurella multocida*, viruela aviar y *Salmonella sp.* La contaminación y otros factores que aumentan la susceptibilidad de los pingüinos pueden estar contribuyendo a el surgimiento de ciertas enfermedades (Grimaldi et al., 2014). Incluso, es probable que debido a el calentamiento huéspedes se pongan en contacto con nuevos patógenos por primera vez, lo que podría terminar en el surgimiento de una nueva enfermedad infecciosa (Fuller et al., 2012).

Es adecuado tener en cuenta que para mejorar la resiliencia de las poblaciones de pingüinos al cambio climático las otras amenazas deben ser identificadas de forma más directa para que puedan ser abordadas, por ejemplo, la mortalidad incidental en artes de pesca (Crawford et al., 2017). Se ha indicado que 14 de las 18 especies de pingüinos han registrado cierto nivel de captura incidental en las artes de pesca, destacando así las redes de enmalle y, en menor medida, las redes de arrastre como las artes que más comúnmente provocan mortalidad por captura incidental de pingüinos (Crawford et al., 2017). Debido al cambio climático la distribución de los recursos alimenticios de los cuales dependen los pingüinos puede cambiar y esto conlleva a que se desplacen a zonas dónde hay una mayor influencia humana o incluso a competir por recursos con el hombre (Ainley et al., 2018; Jenouvrier et al., 2006; Trathan et al., 2014). Una evidencia de esto es el registro de un importante caso de mortandad acontecido en marzo del 2009 en las costas de Queule, Región de la Araucanía, sur de Chile, en el que al menos 1.380 pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) murieron probablemente por enmallamiento en las redes de pesca, durante su migración hacia el norte (Schlatter et al., 2009).

El cambio climático está relacionado también con los cambios en las corrientes de agua, aire y dirección del viento, lo que puede tener efectos locales o a gran escala, como la diseminación de contaminantes (Davy et al., 2018). Por esta razón es importante poner atención a la contaminación de los ecosistemas de los pingüinos, sobre todo durante la temporada de reproducción en la cual las aves marinas se encuentran bajo un estrés nutricional significativo (Puasa et al., 2021). La contaminación, con plásticos, por ejemplo,

puede conllevar a que los pingüinos los ingieran accidentalmente (Ropert-Coudert et al., 2019). Como evidencia hay un estudio realizado por Bessa et al. (2019) en el que se analizaron excrementos de pingüinos papúa (*Pygoscelis papua*) de dos islas del Océano Antártico, encontrándose fibras y fragmentos de micro plásticos. Por otra parte, Le Guen et al. (2020) también analizaron muestras fecales de pingüinos Rey (*Aptenodytes patagonicus*) adultos de la colonia de Hound Bay, Georgia del Sur, en busca de micro plásticos, determinando que en un 77% de las muestras analizadas había este contaminante.

Se espera que el impacto del cambio climático se intensifique, lo que podría traer como consecuencia que las poblaciones de pingüinos sean cada vez más vulnerables (Crawford et al., 2017). En este contexto, y debido a la gran importancia que poseen los pingüinos como centinelas del ecosistema antártico (Barbosa, 2011), surge la pregunta: ¿Qué efectos del cambio climático se han reportado en las especies de pingüinos a nivel mundial? Para responder a esto, esta revisión tiene por objetivo hacer una recopilación de información acerca de los efectos directos o indirectos del cambio climático que han sido reportados en las diferentes especies de pingüinos a nivel mundial.

Es necesario comprender que el cambio climático interactúa con amenazas como la pérdida de hábitat y la sobreexplotación, exacerbando aún más la disminución de especies. Así mismo, el declive de las especies y los ecosistemas podría acelerar el cambio climático, creando así un circuito de retroalimentación que exagera la situación (IUCN, 2019). En consecuencia, es muy relevante revisar el conocimiento actual sobre los efectos que el cambio climático ha tenido en las poblaciones de pingüinos, para así orientar correctamente los esfuerzos de conservación de la especie y poder actuar de manera oportuna en su protección.

2. OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Identificar los efectos del cambio climático en las especies de pingüinos a nivel mundial, en base a publicaciones científicas.

2.2.- Objetivos específicos

-Identificar las regiones dónde se han reportado mayores amenazas para los pingüinos relacionadas con el cambio climático.

-Estimar por especie de pingüino cuáles son las principales amenazas asociadas al cambio climático para sus poblaciones.

-Identificar cuál de todas las amenazas relacionadas con el cambio climático reportadas es la que más afecta a las poblaciones de pingüinos.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Materiales:

-Computador portátil (notebook) hp.

Método:

En esta revisión bibliográfica, se lleva a cabo una revisión sistemática en la cual se realiza una búsqueda de información de artículos científicos, reportes de casos, tesis y notas cortas.

Para esta revisión, se consideran las 18 especies de pingüinos existentes conforme a la IUCN, las cuales se agrupan en seis géneros (García-Borboroglu y Boersma, 2013):

-Género *Aptenodytes*: Pingüino Emperador (*Aptenodytes forsteri*), Pingüino Rey (*Aptenodytes patagonicus*).

-Género *Pygoscelis*: Pingüino de Adelia (*Pygoscelis adeliae*), Pingüino barbijo (*Pygoscelis antarcticus*), Pingüino Gentoo (*Pygoscelis papua*).

-Género *Megadyptes*: Pingüino de Ojos Amarillos (*Megadyptes antipodes*).

-Género *Eudyptes*: Pingüino de penacho amarillo austral o saltarrocas austral (*Eudyptes chrysocome*), Pingüino de penacho amarillo norteño o saltarrocas norteño (*Eudyptes moseleyi*), Pingüino Sclater o pingüino de Antípodas (*Eudyptes sclateri*), Pingüino de Fiordland (*Eudyptes pachyrhynchus*), Pingüino de Snares (*Eudyptes robustus*), Pingüino Macaroni (*Eudyptes chrysolophus*), Pingüino Real (*Eudyptes schlegeli*).

-Género *Spheniscus*: Pingüino Africano (*Spheniscus demersus*), Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), Pingüino de las Galápagos (*Spheniscus mendiculus*).

-Género *Eudyptula*: Pingüino Azul o pingüino enano (*Eudyptula minor*).

Se realiza una búsqueda para cada una de estas 18 especies, incluyendo únicamente poblaciones de pingüinos de vida libre, para así poder evidenciar los efectos que ha tenido el cambio climático sobre estas.

En cuanto a las zonas geográficas, se consideran los rangos geográficos en los que se reportan los eventos o amenazas, siempre y cuando estén contenidos dentro de los artículos que se utilizan en esta revisión.

En esta revisión, se consideran los efectos del cambio climático clasificados en los siguientes temas generales, de acuerdo con el Esquema de clasificación de amenazas de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012) versión 3.2 (https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/dec_2012_guidance_threats_classification_scheme.pdf) y el estudio realizado por Dias et al. (2019). Se utiliza la clasificación de Cambio climático y clima severo, junto con sus subclasificaciones: Cambio y alteración de hábitat, sequías, temperaturas extremas, tormentas e inundaciones y otros impactos.

Estrategia de búsqueda.

Se realiza una búsqueda bibliográfica en los siguientes motores de búsqueda y fuentes de información:

- Google Académico
- ProQuest
- EBSCO
- PubMed
- Scopus
- Science Direct

La búsqueda se efectúa utilizando los siguientes términos de búsqueda y palabras clave, junto con el operador booleano "AND":

- Cambio climático AND pingüinos/ climate change AND penguins

-Amenazas AND pingüinos/ threats AND penguins

-Calentamiento global AND pingüinos/ Global warming AND penguins

-Pingüinos AND cambio climático AND efectos/ penguins AND climate change AND effects

También se realiza una búsqueda por el nombre científico y común de la especie de pingüino, añadiendo el operador booleano “AND” y los términos anteriores tanto en inglés como en español.

Se utiliza el operador booleano “OR”, el cual se emplea con cada una de las combinaciones anteriores en español e inglés, agregando el nombre científico de los pingüinos como se ejemplifica a continuación:

-Cambio climático AND pingüinos OR *Aptenodytes forsteri*/ Climate change AND penguins OR *Aptenodytes forsteri*

-Amenazas AND pingüinos OR *Aptenodytes forsteri*/ threats AND penguins OR *Aptenodytes forsteri*

Para esta revisión se consideran datos publicados entre 2000-2022.

La búsqueda de información se realiza entre diciembre de 2022 y marzo de 2023.

Criterios de inclusión.

-Efectos directos e indirectos del cambio climático en los pingüinos.

-Amenazas a los pingüinos que tengan relación con el cambio climático.

-Trabajos que hablen sobre disminución de poblaciones de pingüinos a consecuencia del cambio climático o de sus efectos.

-Publicaciones en idiomas español e inglés.

-Artículos científicos originales, tesis o memorias con resultados propios que aún no se encuentran publicadas como artículos científicos.

Criterios de exclusión.

-Estudios sobre disminución de poblaciones de pingüinos que no tengan relación con el cambio climático.

-Amenazas a los pingüinos que no se relacionen al cambio climático.

Las variables que se obtienen de los artículos seleccionados para el cumplimiento de los objetivos específicos son: especie de pingüino, amenaza relacionada al cambio climático y zona geográfica.

Análisis de datos.

Los datos se someten a un análisis descriptivo. Se calcula la frecuencia de presentación de eventos o amenazas relacionadas con el cambio climático, y frecuencias por especie, tipo de amenaza y ubicación geográfica.

Se emplea el programa Excel para crear tablas y gráficos con los datos obtenidos.

Para el objetivo número 3 se calculan frecuencias de las amenazas reportadas y se calculan porcentajes, así se identifica cual es la amenaza que más afecta a las poblaciones de pingüinos.

Valorización de las referencias.

Independiente del tipo de artículo, se consideran las referencias seleccionadas por igual, con el mismo peso, siempre y cuando cumplan con los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

4. RESULTADOS

Se encuentra un total de 121 publicaciones mediante los criterios de búsqueda establecidos. De estas, se seleccionan 55 publicaciones que cumplen con los criterios de inclusión, las cuales son incluidas en esta revisión bibliográfica. En la tabla 1 se señalan algunas de las publicaciones más relevantes.

Se obtienen datos para todas las especies de pingüinos consideradas en la búsqueda, a excepción de tres especies: *Eudyptes pachyrhynchus*, *Eudyptes robustus* y *Eudyptes schlegeli*, para las que no se encuentran publicaciones que cumplan con los criterios de inclusión establecidos para esta revisión. Por otro lado, se incluye al pingüino *Eudyptes chrysocome filholi*, una de las dos subespecies del pingüino *Eudyptes chrysocome*, debido a que se encuentra en dos artículos seleccionados que reportan amenazas para otras especies.

Tabla 1. Publicaciones utilizadas en la revisión bibliográfica

Autor	Año	Título	Especie de pingüino	Amenazas reportadas	Zona geográfica
Dehnhard et al.	2013b	Survival of rockhopper penguins in times of global climate change	Pingüino de penacho amarillo austral o saltarrocas austral (<i>Eudyptes chrysocome</i>)	Temperaturas extremas	Islas Malvinas
Le Bohec et al.	2008	King penguin population threatened by Southern Ocean warming	Pingüino Rey (<i>Aptenodytes patagonicus</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica
Trathan et al.	2011	First recorded loss of an Emperor Penguin colony in the recent period of Antarctic regional	Pingüino emperador (<i>Aptenodytes forsteri</i>)	Cambio y alteración de hábitat. Temperaturas extremas.	Antártida

		warming: Implications for other colonies			
Holt, K. A. y Boersma, P. D.	2022	Unprecedented heat mortality of Magellanic Penguins	Pingüino de magallanes (<i>Spheniscus magellanicus</i>)	Temperaturas extremas. Tormentas e inundaciones.	Argentina
Johnson, B. y Colombelli- Négrel, D.	2021	Breeding success in Southern Australian Little Penguins is negatively correlated with high wind speeds and sea surface temperatures	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas. Tormentas e inundaciones.	Australia
Ropert- Coudert et al.	2009	Impact of small- scale environmental perturbations on local marine food resources: a case study of a predator, the little penguin	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas	Australia
Pascoe et al.	2022	The current trajectory of king penguin (<i>Aptenodytes patagonicus</i>) chick numbers on Macquarie Island in relation to environmental conditions	Pingüino Rey (<i>Aptenodytes patagonicus</i>)	Cambio y alteración de hábitat. Temperaturas extremas. Tormentas e inundaciones.	Subantártica
Xavier et al.	2018	Seasonal prey switching in non-breeding gentoo penguins related to a wintertime environmental anomaly around South Georgia	Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica
Sherley et al.	2017	Metapopulation tracking juvenile Penguins reveals an	Pingüino Africano	Cambio y alteración de hábitat	Namibia. Sudáfrica

ecosystem-wide
ecological trap

(*Spheniscus
demersus*)

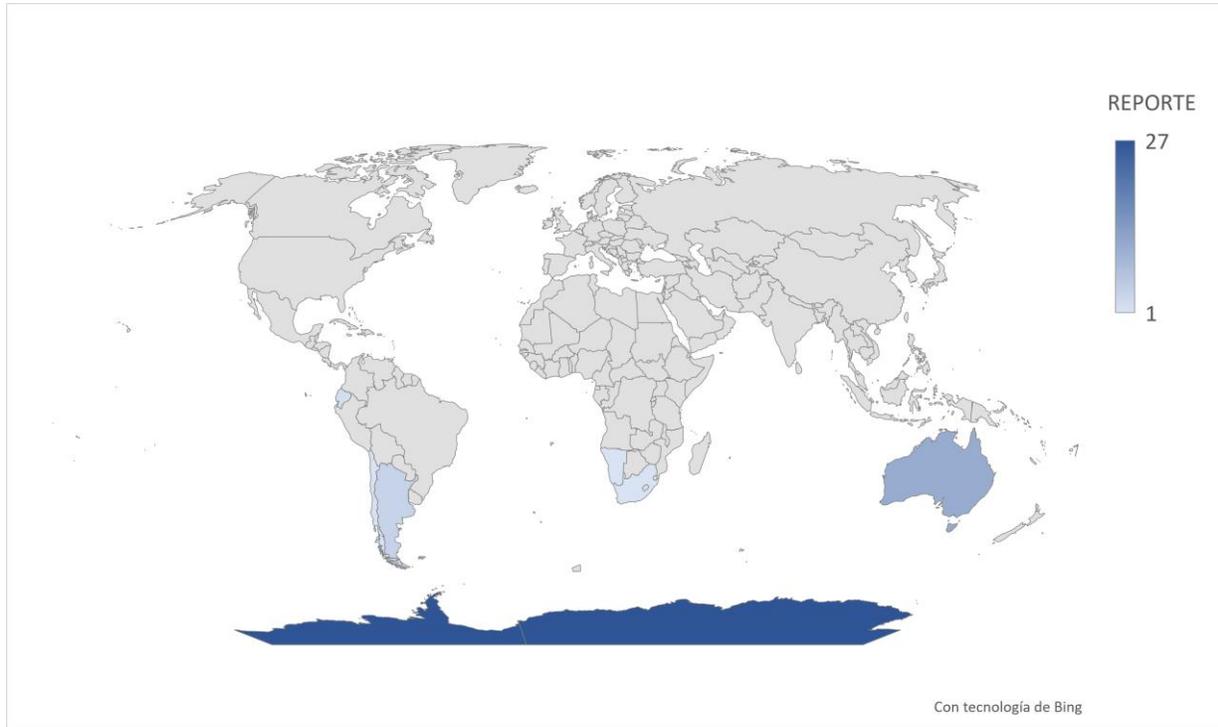
Nota. En la tabla se incluye algunas de las publicaciones más relevantes incluidas en esta revisión. La tabla completa de artículos seleccionados se encuentra en la sección de anexos.

De acuerdo con las publicaciones obtenidas tras la búsqueda y como respuesta al objetivo específico 1, se identifican regiones en las que se reportan amenazas para los pingüinos relacionadas con el cambio climático. Cada artículo seleccionado en esta revisión proporciona información sobre zonas específicas en las que se describen una o varias amenazas. Estas zonas son luego clasificadas en regiones y países para facilitar la identificación y visualización de la información obtenida.

Las regiones incluidas e indicadas en la figura 1, con el número de reportes identificados en las publicaciones son las siguientes: Antártida: 27 reportes; Australia: 11 reportes; Islas Malvinas: seis reportes; Argentina: cuatro reportes, Nueva Zelanda: cuatro reportes; Ecuador: dos reportes; Chile: un reporte; Namibia: un reporte; Sudáfrica: un reporte.

La región subantártica cuenta con 11 reportes y se considera dentro de la región Antártida para facilitar la visualización. De esta forma, excluyendo los reportes de la región subantártica, Antártida cuenta con 16 reportes en los artículos incluidos.

Figura 1. Reportes de amenazas relacionadas con el cambio climático por región geográfica



Nota. El mapa muestra las regiones donde se reportan amenazas relacionadas con el cambio climático para los pingüinos, según los artículos seleccionados en esta revisión. La intensidad del color indica un mayor número de amenazas reportadas en la región.

Además, en la tabla 2 se realiza un recuento de reportes registrados por región geográfica para cada especie de pingüino, de acuerdo con la información de las publicaciones seleccionadas.

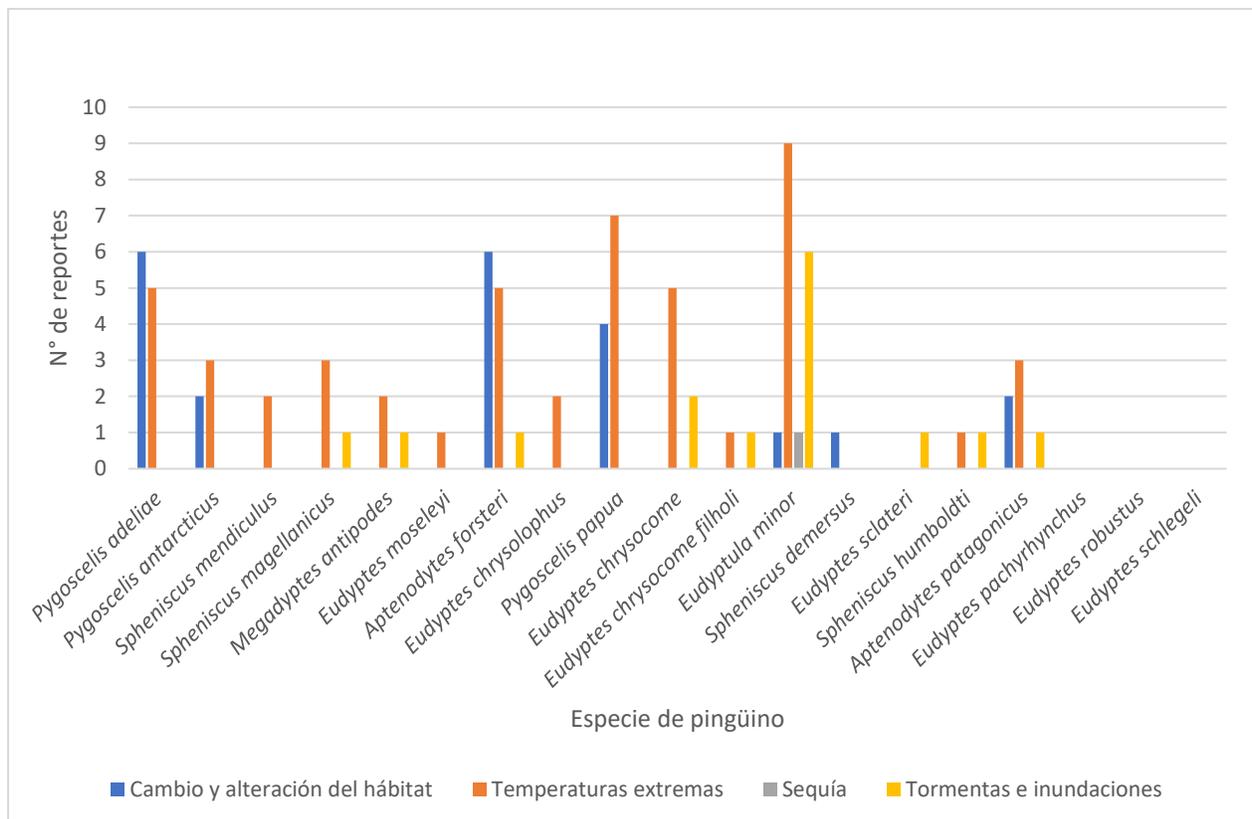
Tabla 2. Reportes por región geográfica para cada especie de pingüino.

Especie	Región	Reportes
<i>Pygoscelis adeliae</i>	Antártida	8
	Subantártica	1
<i>Spheniscus demersus</i>	Namibia	1
	Sudáfrica	1
<i>Pygoscelis antarcticus</i>	Antártida	3
	Subantártica	1
<i>Spheniscus mendiculus</i>	Ecuador	2
<i>Spheniscus humboldti</i>	Chile	1
<i>Spheniscus magellanicus</i>	Argentina	3
<i>Megadyptes antipodes</i>	Nueva Zelanda	2
<i>Eudyptes chrysocome filholi</i>	Nueva Zelanda	1
	Subantártica	1
<i>Eudyptes chrysocome</i>	Islas Malvinas	5
	Subantártica	1
	Argentina	1
<i>Eudyptes moseleyi</i>	Subantártica	1
<i>Aptenodytes forsteri</i>	Antártida	7
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Subantártica	2
<i>Pygoscelis papua</i>	Antártida	5
	Islas Malvinas	1
	Subantártica	4
<i>Eudyptula minor</i>	Australia	11
	Nueva Zelanda	1
<i>Aptenodytes patagonicus</i>	Subantártica	4
<i>Eudyptes sclateri</i>	Nueva Zelanda	1

Por cada especie de pingüino incluida en los artículos seleccionados se identifica la o las amenazas asociadas al cambio climático, según su reporte en el mismo. Estas amenazas son clasificadas de acuerdo con el esquema de clasificación de amenazas de la lista roja de la IUCN, versión 3.2 (2012): cambio y alteración de hábitat, sequías, temperaturas extremas, tormentas e inundaciones y otros impactos.

Para hacer una estimación de las principales amenazas asociadas al cambio climático para las poblaciones de pingüinos y responder así al objetivo específico 2, se grafican las amenazas reportadas por cada especie de pingüino en la figura 2, utilizando los datos obtenidos de las publicaciones incluidas en esta revisión.

Figura 2. Amenazas asociadas al cambio climático por especie de pingüino.



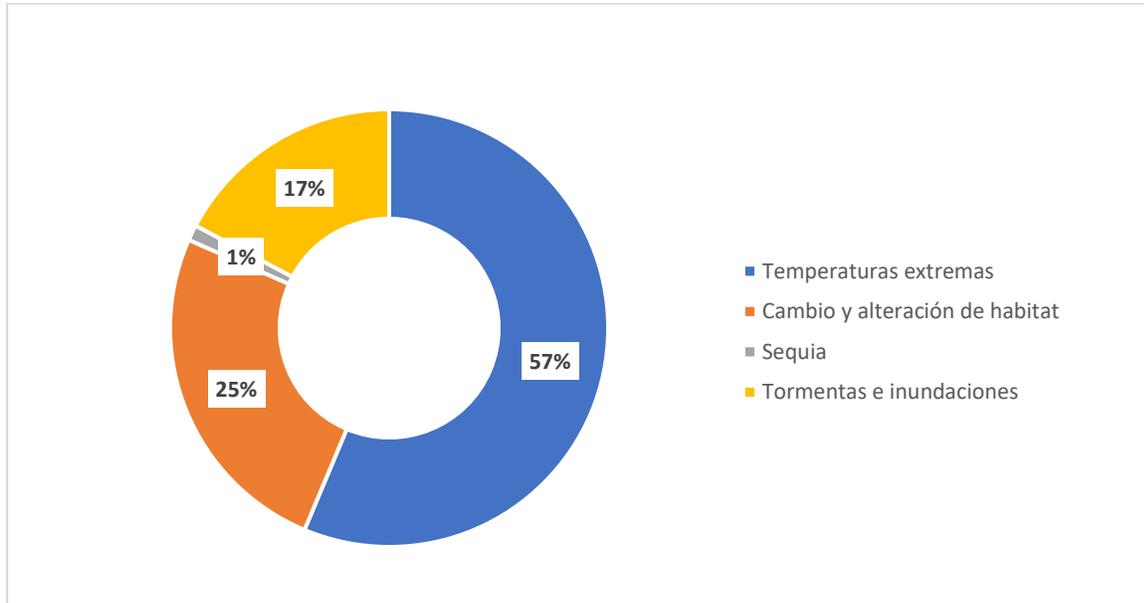
Nota. Se grafica por especie de pingüino las principales amenazas reportadas asociadas al cambio climático, obtenidas desde los artículos incluidos en esta revisión.

Considerando las amenazas reportadas en los artículos seleccionados para cada especie de pingüino, se identifica cuál de las amenazas relacionadas con el cambio climático afecta más a las poblaciones de pingüinos. Se realiza un recuento total de las amenazas, teniendo en cuenta su frecuencia en las diferentes especies. Posteriormente, se suman estas frecuencias para obtener el total de veces que cada amenaza es reportada para las poblaciones de pingüinos. Finalmente, se calculan los porcentajes correspondientes a cada amenaza y se representan gráficamente en la figura 3. Esto permite responder al objetivo específico 3, ya que se determina que las temperaturas extremas son la amenaza que impacta de manera más relevante en las poblaciones de pingüinos, con un total de 49 reportes.

Se considera como temperaturas extremas los reportes de anomalías en la temperatura de la superficie del mar (TSM) más altas o bajas de lo normal, tormentas y olas de calor, olas de frío, eventos de El Niño relacionados con el cambio climático según se mencionan en los artículos, altas temperaturas del aire y periodos en los que la temperatura excede o es menor al rango normal de variación.

El número total de reportes por amenaza en las poblaciones de pingüino son: Temperaturas extremas 49 reportes; Cambio y alteración de hábitat 22 reportes; Tormentas e inundaciones 15 reportes; Sequia un reporte.

Figura 3. Principales amenazas asociadas al cambio climático para las poblaciones de pingüinos.



Nota. En la figura se representan los porcentajes de las amenazas asociadas al cambio climático para las poblaciones de pingüinos, según lo reportado en los artículos incluidos en esta revisión. Se lleva a cabo un recuento de amenazas, considerando su frecuencia en cada especie de pingüino. Luego se suman las frecuencias para obtener el total de reportes de cada amenaza en las poblaciones de pingüinos.

5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos de un total de 55 publicaciones consideradas en esta revisión bibliográfica y según la figura 1, se observa que la Antártida registra el mayor número de reportes de amenazas para los pingüinos relacionadas con el cambio climático, con un total de 27 reportes. Es importante destacar que la Antártica es uno de los lugares más afectados y que ha experimentado notables cambios ambientales debido al cambio climático, como la reducción del hielo marino, disminución de abundancia de krill, entre otras, lo que impacta en las especies que habitan esta región (Barbosa, 2011).

Para la región de Australia, se obtienen 11 reportes de amenazas, lo que la convierte en la segunda región con mayor número de reportes. Se informa sobre el calentamiento de los océanos australianos y el papel del cambio climático y oceanográfico en la disminución de especies marinas en la región (Chambers et al., 2011). Es importante considerar que el fenómeno del ENOS tiene una gran influencia en el clima de Australia, ya que los eventos de El Niño se asocian con diversas anomalías climáticas en las aguas australianas, incluyendo el aumento de la temperatura de la superficie del mar (Holbrook et al., 2009). La única especie de pingüino que reporta amenazas asociadas al cambio climático en esta región es el Pingüino azul (*Eudyptula minor*) con un total de 11 reportes. Sin embargo, como se muestra en la tabla 2, no es la única región en la que se reportan amenazas para esta especie, pues también se registra un reporte en Nueva Zelanda.

En las Islas Malvinas se informan seis reportes de amenazas dentro de las publicaciones incluidas, un reporte en los pingüinos papúa (*Pygoscelis papua*) y cinco en los pingüinos de penacho amarillo austral (*Eudyptes chrysocome*). Esto es importante de tener en cuenta, ya que las Islas Malvinas albergan una de las mayores poblaciones de pingüinos *Pygoscelis papua* en el mundo, representando aproximadamente el 34% de la población mundial, lo que significa que cualquier cambio en la población de estos pingüinos en las Islas Malvinas podría tener un impacto significativo en el estado general de la especie a nivel mundial (Baylis et al., 2011). De igual manera, los pingüinos de penacho amarillo austral (*Eudyptes chrysocome*) que tienen un sitio de reproducción en las Islas Malvinas

se ven afectados por las condiciones ambientales cambiantes de la región, evidenciado, por ejemplo, en el estudio de Dehnhardt et al. (2013a), en el cual relacionan la variabilidad diaria en la ganancia de masa de alimentación con las condiciones de viento en el océano, determinando que la ganancia de masa de alimentación diaria de los pingüinos se ve significativamente afectada por una combinación de velocidad y dirección del viento.

En los artículos revisados, se encuentran cuatro reportes de amenazas en Nueva Zelanda. Esta región experimenta anomalías de la temperatura de la superficie del mar, tormentas y eventos meteorológicos extremos, los cuales tienen una importante influencia en las poblaciones de pingüinos que habitan esta área, pudiendo afectar, por ejemplo, su reproducción y supervivencia (Mattern et al., 2017; Agnew et al., 2015; Chilvers y Hiscock, 2019; Peacock et al., 2000). Es importante destacar que se observa que las variaciones en la temperatura de la superficie del mar tiene importantes efectos en las poblaciones de pingüino de ojos amarillos (*Megadyptes antipodes*), ya que afectan la disponibilidad y calidad de las presas (Mattern et al., 2017), lo cual es relevante porque esta especie se encuentra clasificada en categoría “en peligro” de acuerdo a la lista roja de la IUCN (BirdLife International, 2020), y como se observa en tabla 2, se registran dos reportes asociados a esta región en esta especie.

Asimismo, se encuentran cuatro reportes en Argentina dentro de los textos seleccionados, tres de los cuales, como se observa en la figura 2, son en la especie de pingüino *Spheniscus magellanicus*, siendo este el único lugar donde se reportan amenazas para esta especie. En la región de Punta Tombo, Provincia del Chubut, Argentina, se informa que la lluvia y el calor son importantes causas de mortalidad en los pingüinos de Magallanes, y se observan eventos de muerte masiva relacionados con el calor durante algunos años. Las tormentas y el calor son factores claves en la mortalidad de los pingüinos de esta región (Boersma y Rebstock, 2014; Holt y Boersma, 2022).

Se identifican dos artículos que reportan amenazas en Ecuador, relacionados con los efectos biológicos de la actividad de El Niño en los pingüinos *Spheniscus mendiculus*, usando datos de la temperatura de la superficie del mar (Vargas et al., 2006). Se observa que el aumento en la frecuencia de los años de El Niño en esta región es una razón

posible para el declive general de la población de esta especie de pingüinos (Cazar, 2015).

Como se ve en la figura 1, las regiones de Chile, Namibia y Sudáfrica cuentan con un reporte cada uno. En Chile, al realizar un monitoreo de una colonia de pingüinos de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) para estudiar los patrones de reproducción y cómo estos son afectados por factores climáticos como la lluvia y factores oceanográficos, como El Niño, se observa que un evento reproductivo es afectado por las lluvias, lo que provoca una notable deserción en los nidos. (Simeone et al., 2002). Por otro lado, en Namibia y Sudáfrica se informa que el cambio climático y la pesca industrial disminuyen la abundancia de peces forrajeros en el ecosistema, lo que tiene efectos en los pingüinos, como el potencial de generar una trampa ecológica para el Pingüino Africano (*Spheniscus demersus*) (Sherley et al., 2017).

De acuerdo con los resultados de esta revisión y la figura 2, se puede estimar por especie de pingüino las principales amenazas asociadas al cambio climático para sus poblaciones. Destaca el pingüino azul (*Eudyptula minor*) como la única especie en la que se registran todas las clasificaciones de amenazas consideradas en esta revisión. Se obtienen 17 reportes de amenazas en esta especie, siendo las temperaturas extremas la clasificación más predominante. Se observa que cuando la temperatura de la superficie del mar es más cálida antes de la temporada de reproducción, los pingüinos azules experimentan un menor éxito reproductivo (Cannell et al., 2012; Johnson y Colombelli-Négrel, 2021). También en el estudio de Cannell et al. (2012) se informa que un cambio y alteración de hábitat como el aumento en el nivel del mar durante el verano, antes de la reproducción, se relaciona con un retraso en el proceso de puesta. De igual forma, en un estudio de Kowalczyk et al. (2015) en el sureste de Australia, un sistema marino que presenta períodos contrastantes de sequía y fuertes tormentas, se observa como esta especie de pingüinos es capaz de ajustar su comportamiento de alimentación y distribución de búsqueda de alimento en respuesta a cambios ambientales intensos, como períodos de sequía o fuertes lluvias, que afectan la disponibilidad de recursos.

Sin embargo, según los artículos seleccionados, los pingüinos azules no son los únicos que ven afectado su éxito reproductivo a causa de temperaturas extremas. En el estudio de Saavedra y Alhatem (2019) sobre una población reproductora de pingüinos emperador (*Aptenodytes forsteri*), se encuentra una disminución en la población de pingüinos a medida que aumenta la temperatura, lo cual se atribuye al cambio climático y al aumento de temperatura en la Antártida. Además, en los pingüinos rey (*Aptenodytes patagonicus*) se informa que su reproducción se ve negativamente afectada por eventos cálidos, ya que altas temperaturas de la superficie del mar tienen un efecto perjudicial en la reproducción de esta especie (Le Bohec et al., 2008).

Como podemos ver en la figura 2, en siete especies se encuentra, dentro de los artículos, la amenaza cambio y alteración de hábitat, siendo el pingüino emperador (*Aptenodytes forsteri*), uno de los más afectados. Hrbáček et al. (2018) sugieren que una retirada significativa del hielo marino alrededor de la isla Snow Hill es un principal factor que impulsa la migración del pingüino emperador hacia zonas alejadas de la colonia de anidación. También se reporta que alteraciones en el hábitat de estos pingüinos, como la presencia del iceberg B15A cerca de las colonias de Cape Crozier e Isla Beaufort entre 2002 y 2004, es capaz de afectar de alguna manera el comportamiento reproductivo y crianza de los polluelos, lo que resulta en una disminución de la abundancia de estos, ya que se informan recuentos más bajos durante estos años, coincidiendo con la presencia del iceberg (Barber-Meyer et al., 2008). Así mismo, Trathan et al. (2011) relaciona el declive y pérdida de una colonia de pingüino emperador de la isla Emperor con el calentamiento atmosférico, que redujo la duración estacional del hielo marino, lo que dejó a la colonia con un hábitat de reproducción reducido y vulnerable a tormentas.

La clasificación tormentas e inundaciones también se presenta en algunas especies de pingüinos como se ve en la figura 2. En un estudio de Pascoe et al. (2022) entre 2007 y 2020 en el cual censan polluelos de pingüinos Rey (*Aptenodytes patagonicus*) anualmente, se observa una correlación negativa entre el número anual de polluelos y la intensidad de las lluvias, la precipitación total y la altura máxima de las olas en la costa durante el periodo de incubación. De igual modo, se describe que las fuertes lluvias continuas, junto con bajas temperaturas, son un factor importante en la pérdida de

polluelos del pingüino penacho amarillo austral (*Eudyptes chrysocome*) (Demongin et al., 2010). Por otro lado, se estudió el efecto de la velocidad del viento en la alimentación y el éxito reproductivo de los pingüinos azules (*Eudyptula minor*), y se informa que la variabilidad en la velocidad del viento es capaz de afectar su comportamiento, condición corporal y éxito reproductivo (Saraux et al., 2015).

De las amenazas reportadas relacionadas con el cambio climático la que más afecta a las poblaciones de pingüinos son las temperaturas extremas, ya que como se puede apreciar en la figura 3, representa el 57% de las amenazas. Como se observa y de acuerdo con los resultados de esta revisión, las temperaturas extremas son capaces de afectar negativamente la reproducción de las poblaciones de pingüinos, por ejemplo, a través de temperaturas de la superficie del mar más altas (Le Bohec et al., 2008; Cannell et al., 2012; Johnson y Colombelli-Négrel, 2021). Por otra parte, se informa que las variaciones en la temperatura de la superficie del mar también tienen efectos perjudiciales en la supervivencia de los pingüinos Rey (*Aptenodytes patagonicus*) (Le Bohec et al., 2008), y en los pingüinos penacho amarillo austral (*Eudyptes chrysocome*), en los que se observa que condiciones oceanográficas adversas, como variaciones en la temperatura de la superficie del mar, afectan la disponibilidad de presas y de este modo tienen graves efectos sobre la supervivencia de estos los pingüinos (Morgenthaler et al., 2018).

Es importante destacar que esta revisión presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, existe una falta de datos para tres especies de pingüinos: *Eudyptes pachyrhynchus*, *Eudyptes robustus* y *Eudyptes schlegeli*. Esto se puede deber a una selección inadecuada de palabras clave, lo que pudo haber resultado en la omisión de muchos artículos relevantes en la búsqueda. Además, hay que tener en cuenta la disponibilidad limitada de algunos datos provenientes de instituciones o información no publicada con acceso restringido, lo que también limitó los datos recopilados. Esto también se aplica a la escasez de datos obtenidos para algunas especies de pingüinos y para ciertas amenazas, como la sequía, en la que solo se encontró un artículo.

6. CONCLUSIONES

Según las publicaciones obtenidas y revisadas es posible identificar efectos que el cambio climático tiene en las especies de pingüinos a nivel mundial, encontrando que, a través de amenazas como las temperaturas extremas, entre otras, el cambio climático es capaz de afectar la reproducción y supervivencia de los pingüinos.

Se observa que la región Antártica presenta las mayores amenazas relacionadas con el cambio climático para los pingüinos, y también se identifican otras regiones como Australia, Islas Malvinas, Argentina, Nueva Zelanda, Ecuador, Chile, Namibia y Sudáfrica, entre las regiones a nivel mundial dónde hay mayores amenazas reportadas para los pingüinos relacionadas con el cambio climático.

Se logra estimar las principales amenazas relacionadas con el cambio climático para la mayoría de las especies de pingüinos incluidas en esta revisión, a excepción de las especies *Eudyptes pachyrhynchus*, *Eudyptes robustus* y *Eudyptes schlegeli*, para las cuales no se obtienen datos. Se determina que la mayoría de las especies se ven afectadas por temperaturas extremas, ya que se reporta esta amenaza en gran parte de las especies, seguido del cambio y alteración de hábitat. Tormentas e inundaciones también se informan como amenaza en algunas especies de pingüinos. Por otro lado, la sequía como amenaza relacionada al cambio climático solo se registra en una especie de pingüinos, *Eudyptula minor*, siendo esta la única especie para la cual se obtienen datos de todas las amenazas.

Conforme a los artículos seleccionados, se identifica y determina, según su frecuencia de aparición en dichos estudios, que las temperaturas extremas son la amenaza relacionada al cambio climático que más afecta a las poblaciones de pingüinos.

7. REFERENCIAS

- Agnew, P., Lalas, C., Wright, J. y Dawson, S. (2015). Variation in breeding success and survival of little penguins *Eudyptula minor* in response to environmental variation. *Marine Ecology Progress Series*, 541, 219-229. <https://doi.org/10.3354/meps11538>
- Ainley, D. G., Dugger, K. M., La Mesa, M., Ballard, G., Barton, K. J., Jennings, S., Karl, B. J., Lescroel, A., Lyver, P. O. B., Schmidt, A. y Wilson, P. (2018). Post-fledging survival of Adélie penguins at multiple colonies: chicks raised on fish do well. *Marine Ecology Progress Series*, 601, 239-251. <https://doi.org/10.3354/meps12687>
- Alhajem, T. y Saavedra, C. (2018). Climate change effects on emperor penguins. *Revista De Iniciación Científica*, 4(2), 57-60. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.2.2157>
- Angiel, P. J. y Korczak-Abshire, M. (2011). Recent Climate Change Effect on Penguins and Pinnipeds, King George Island, Antarctica. *Canadian antarctic research network*. https://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ccap-cpc/R102-3-30-eng.pdf
- Ballard, G., Toniolo, V., Ainley, D. G., Parkinson, C. L., Arrigo, K. R. y Trathan, P. N. (2010). Responding to climate change: Adélie Penguins confront astronomical and ocean boundaries. *Ecology*, 91(7), 2056-2069. <https://doi.org/10.1890/09-0688.1>
- Barber-Meyer, S., Kooyman, G. L., y Ponganis, P. J. (2008). Trends in western Ross Sea emperor penguin chick abundances and their relationships to climate. *Antarctic Science*, 20(1), 3-11. <https://doi.org/10.1017/S0954102007000673>
- Barbosa, A. (2011). Efectos del cambio climático sobre pingüinos antárticos. *Ecosistemas*, 20(1), 33-41. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/11>
- Barbosa, A., Colominas-Ciuró, R., Coria, N., Centurión, M., Sandler, R., Negri, A. y Santos, M. (2015). First record of feather-loss disorder in Antarctic penguins. *Antarctic Science*, 27(1), 69-70. <https://doi.org/10.1017/S0954102014000467>

- Barbraud, C. y Weimerskirch, H. (2001). Emperor penguins and climate change. *Nature*, 411, 183-186. <https://doi.org/10.1038/35075554>
- Baylis, A., Zuur, A., Brickle, P. y Pistorius, P. (2011). Climate as a driver of population variability in breeding Gentoo Penguins *Pygoscelis papua* at the Falkland Islands. *International Journal of Avian Science*, 154(1), 30-41. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2011.01179.x>
- Berlincourt, M. y Arnold, J. (2015). Influence of environmental conditions on foraging behaviour and its consequences on reproductive performance in little penguins. *Marine Biology*, 162, 1485–1501. <https://doi.org/10.1007/s00227-015-2685-x>
- Bessa, F., Ratcliffe, N., Otero, V., Sobral, P., Marques, J. C., Waluda, C. M., Trathan, P. N. y Xavier, J. C. (2019). Microplastics in gentoo penguins from the Antarctic region. *Scientific Reports*, 9(14191). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50621-2>
- BirdLife International. (2020). *Pygoscelis papua*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*. Consultado el 26 de septiembre de 2022, de <https://www.iucnredlist.org/species/22697755/157664581>
- Boersma, P. D. y Rebstock, G. A. (2014). Climate Change Increases Reproductive Failure in Magellanic Penguins. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085602>
- Bost, C-A., Goarant, A., Scheffer, A., Koubbi, P., Duhamel, G. y Charrassin, J-B. (2011). Foraging habitat and performances of King penguins *Aptenodytes patagonicus* Miller, 1778 at Kerguelen islands in relation to climatic variability. *The Kerguelen Plateau: marine ecosystem and fisheries*, 199-202. <https://doi.org/10.26028/cybium/2011-35SP-023>
- Cannell, B. L., Chambers, L. E., Wooller, R. D. y Bradley, J. S. (2012). Poorer breeding by little penguins near Perth, Western Australia is correlated with above average sea surface temperatures and a stronger Leeuwin Current. *Marine and Freshwater Research*, 63(10), 914-925. <https://doi.org/10.1071/MF12139>
- Carpenter-Kling, T., Handley, J. M., Connan, M., Crawford, R. J. M., Makhado, A. B., Dyer, B. M., Froneman, W, Lamont, T., Wolfaardt, A. C., Landman, M., Siggala, M. y Pistorius, P. A. (2019). Gentoo penguins as sentinels of climate change at the sub-Antarctic Prince Edward Archipelago, Southern Ocean. *Ecological Indicators* 101, 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.008>

- Carroll, G., Everett, J. D., Harcourt, R., Slip, D. y Jonsen, I. (2016). High sea surface temperatures driven by a strengthening. *Scientific Reports*, 6(22236). <https://doi.org/10.1038/srep22236>
- Cazar, I. (2015). *Vulnerabilidad ante el cambio climático de los ecosistemas y especies icónicas de Galápagos*. [Monografía previa la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10565/Monografia%20Salvador%20Cazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chambers, L. E., Devney, C. A., Congdon, B. C., Dunlop, N., Woehler, E. J. y Dann, P. (2011). Observed and predicted effects of climate on Australian seabirds. *Emu - Austral Ornithology*, 111, 235-251. <https://doi.org/10.1071/MU10033>
- Chilvers, B. L. y Hiscock, J. A. (2019). Significant decline of endangered Antipodes Island penguins: Is extreme weather an additional impact?. *Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems*, 29(4), 546-553. <https://doi.org/10.1002/aqc.3034>
- Crawford, R., Ellenberg, U., Frere, E., Hagen, C., Baird, K., Brewin, P., Crofts, S., Glass, J., Mattern, T., Pompert, J., Ross, K., Kemper, J., Ludynia, K., Sherley, R., Steinfurth, A., Suazo, C., Yorio, P., Tamini, L., Mangel, J., ... Small, C. (2017). Tangled and drowned: a global review of penguin bycatch in fisheries. *Endangered Species Research*, 34, 373-396. <https://doi.org/10.3354/esr00869>
- Cullen, J. M., Chambers, L. E., Coutin, P. C. y Dann, P. (2009). Predicting onset and success of breeding in little penguins. *Marine Ecology Progress Series*, 378, 269-278. <https://doi.org/10.3354/meps07881>
- Davy, R., Gnatiuk, N., Pettersson, L. y Bobylev, L. (2018). Climate change impacts on wind energy potential in the European domain with a focus on the Black Sea. *Renewable and sustainable energy reviews*, 81, 1652-1659. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.253>
- Dehnhard, N., Ludynia, K., Masello, J. F., Voigt, C. C., Mcgill, R. A. y Quillfeldt, P. (2016). Plasticity in foraging behaviour and diet buffers effects of inter-annual environmental differences on chick growth and survival in southern rockhopper

- penguins *Eudyptes chrysocome chrysocome*. *Polar Biology*, 39, 1627–1641. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00300-015-1887-5>
- Dehnhard, N., Ludynia, K., Poisbleau, M., Demongin, L. y Quillfeldt, P. (2013a). Good Days, Bad Days: Wind as a Driver of Foraging Success in a Flightless Seabird, the Southern Rockhopper Penguin. *PLoS ONE* 8(11): <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079487>
- Dehnhard, N., Poisbleau, M., Demongin, L., Ludynia, K., Lecoq, M., Masello, J. F. y Quillfeldt, P. (2013b). Survival of rockhopper penguins in times of global climate change. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23(5), 777-789. <https://doi.org/10.1002/aqc.2331>
- Demongin, L., Poisbleau, M., Strange, I. J. y Quillfeldt, P. (2010). Effects of severe rains on the mortality of Southern Rockhopper Penguin (*Eudyptes chrysocome*) chicks and its impact on breeding success. *Ornitologia neotropical*, 21, 439-443. [https://jilupub.ub.uni-giessen.de/bitstream/handle/jilupub/268/ON_21_\(3\)_439-443.pdf?sequence=1](https://jilupub.ub.uni-giessen.de/bitstream/handle/jilupub/268/ON_21_(3)_439-443.pdf?sequence=1)
- Dias, M. P., Martin, R., Pearmain, E. J., Burfield, I. J., Small, C., Phillips, R. A., Yates, O., Lascelles, B., Garcia-Borboroglu, P. y Croxall, J. P. (2019). Threats to seabirds: a global assessment. *Biological conservation*, 237, 525–537. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.06.033>
- Forcada, J., Trathan, P. N., Reid, K., Murphy, E. J. y Croxall, J. P. (2006). Contrasting population changes in sympatric penguin species in association with climate warming. *Global Change Biology*, 12(3), 411-423. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01108.x>
- Freire, R., Massaro, M., McDonald, S., Trathan, P. y Nicol, C. J. (2021). A citizen science trial to assess perception of wild penguin welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 698685. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.698685>
- Fretwell, P. T., Trathan, P. N., Wienecke, B. y Kooyman, G. L. (2014). Emperor Penguins Breeding on Iceshelves. *PLoS ONE*, 9(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085285>
- Fuller, T., Bensch, S., Müller, I., Novembre, J., Pérez-Tris, J., Ricklefs, R. E., Smith, T. B. y Waldenström, J. (2012). The ecology of emerging infectious diseases in

- migratory birds: an assessment of the role of climate change and priorities for future research. *Ecohealth*, 9, 80-88. <https://doi.org/10.1007/s10393-012-0750-1>
- Ganendran, L. B., Sidhu, L. A., Catchpole, E. A., Chambers, L. E. y Dann, P. (2016). Effects of ambient air temperature, humidity and rainfall on annual survival of adult little penguins *Eudyptula minor* in southeastern Australia. *International Journal of Biometeorology*, 60, 1237–1245. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1119-2>
- Ganendran, L. B., Sidhu, L. A., Catchpole, E. A., Dann, P. y Chambers, L. E. (2011). The effect of directional wind components on survival of Little Penguins *Eudyptula minor*. *The ANZIAM Journal*, 52. <https://journal.austms.org.au/ojs/index.php/ANZIAMJ/article/view/3956>
- García-Borboroglu, P. y Boersma, P. D. (2013). *Penguins: Natural History and Conservation*. (ed.) University of Washington Press. https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=aX-0CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=1K-EXW-vWS&sig=Nn02j4X8ohDWgm79Y28py2N RE8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Grimaldi, W. W., Hall, R. J., White, D. D., Wang, J., Massaro, M. y Tompkins D. M. (2015). First report of a feather loss condition in Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*) on Ross Island, Antarctica, and a preliminary investigation of its cause. *Emu - Austral Ornithology*, 115(2), 185-189. <https://doi.org/10.1071/MU14068>
- Grimaldi, W. W., Seddon, P. J., Lyver, P. O., Nakagawa, S. y Tompkins, D. M. (2014). Infectious diseases of Antarctic penguins: current status and future threats. *Polar Biology*, 38(5), 591-606. <https://doi.org/10.1007/s00300-014-1632-5>
- Hilton, G. M., Thompson, D. R., Sagar, P. M., Cuthbert, R. J., Cherel, Y. y Bury, S. J. (2006). A stable isotopic investigation into the causes of decline in a sub-Antarctic predator, the Rockhopper Penguin *Eudyptes chrysocome*. *Global Change Biology* 12(4), 611 – 625. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01130.x>
- Holbrook, N. J., Davidson, J., Feng, M., Hobday, A. J., Lough, J. M., McGregor, S., y Risbey, J. S. (2009). El Niño–Southern Oscillation. En E. S. Poloczanska, A. J. Hobday y A. J. Richardson (Eds.), *A Marine Climate Change Impacts and Adaptation Report Card for Australia 2009* (pp. 1-25). National Climate Change

- Adaptation Research Facility. <https://wamsi.org.au/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2021/01/Project-2.2-EI-Ni%C3%B1o-Southern-Oscillation.pdf>
- Holt, K. A. y Boersma, P. D. (2022). Unprecedented heat mortality of Magellanic Penguins. *Ornithological Applications*, 124(1). <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duab052>
- Horswill, C., Matthiopoulos, J., Green, J. A., Meredith, M. P., Forcada, J., Peat, H., Preston, M., Trathan, P. N. y Ratcliffe, N. (2014). Survival in macaroni penguins and the relative importance of different drivers: individual traits, predation pressure and environmental variability. *Journal of Animal Ecology*, 83(5), 1057-1067. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12229>
- Hrbáček, F., Smolíková, J., Nývtl, D., Kňázková, M., Kavan, J. y Engel, Z. (2018). Observation of the Emperor penguins *Aptenodytes forsteri* in the Prince Gustav Channel related with unusual sea-ice decline in north-western Weddell Sea. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(3), 393–395. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2018.53.3.1363>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- International Union for Conservation of Nature. (2012). *Threats Classification Scheme (Version 3.2)*. https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/dec_2012_guidance_threats_classification_scheme.pdf
- International Union for Conservation of Nature. (2019). *Species and climate change: Issues brief*. https://www.iucn.org/sites/default/files/2022-04/species_and_climate_change_issues_brief-2019-12.pdf
- Jenouvrier, S., Barbraud, C. y Weimerskirch, H. (2006). Sea ice affects the population dynamics of Adélie penguins in Terre Adélie. *Polar Biology*, 29(5), 413-423. <https://doi.org/10.1007/s00300-005-0073-6>
- Johnson, B. y Colombelli-Négrel, D. (2021). Breeding success in Southern Australian Little Penguins is negatively correlated with high wind speeds and sea surface

- temperaturas. *Ornithological Applications*, 123(1).
<https://doi.org/10.1093/ornithapp/duaa062>
- Kane, O. J., Smith, J. R., Boersma, P. D., Parsons, N. J., Strauss, V., García-Borboroglu, P. y Villanueva, C. (2010). Feather-Loss Disorder in African and Magellanic Penguins. *Waterbirds*, 33(3), 415–421. <https://doi.org/10.1675/063.033.0321>
- Kowalczyk, N. D., Reina, R. D., Preston, T. J. y Chiaradia, A. (2015). Environmental variability drives shifts in the foraging behaviour and reproductive success of an inshore seabird. *Oecologia* 178, 967–979. <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3294-6>
- Le Bohec, C., Durant, J. M., Gauthier-Clerc, M., Stenseth, N. C., Park, Y. H., Pradel, R., Grémillet, D., Gendner, J. P. y Le Maho, Y. (2008). King penguin population threatened by Southern Ocean warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(7), 2493-2497. <https://doi.org/10.1073/pnas.0712031105>
- Le Guen, C., Suaria, G., Sherley, R. B., Ryan, P. G., Aliani, S., Boehme, L. y Brierley, A. S. (2020). Microplastic study reveals the presence of natural and synthetic fibres in the diet of King Penguins (*Aptenodytes patagonicus*) foraging from South Georgia. *Environment International*, 134(1053037).
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105303>
- Lescroël, A., Ballard, G., Grémillet, D., Authier, M. y Ainley, D. G. (2014). Antarctic Climate Change: Extreme Events Disrupt Plastic Phenotypic Response in Adélie Penguins. *PLoS ONE*, 9(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085291>
- Lynch, H. J., Fagan, W. F., Naveen, R., Trivelpiece, S. G. y Trivelpiece, W. Z. (2012). Differential advancement of breeding phenology in response to climate may alter staggered breeding among sympatric pygoscelid penguins. *Marine Ecology Progress Series*, 454, 135-145. <https://doi.org/10.3354/meps09252>
- Mattern, T., Meyer, S., Ellenberg, U., Houston, D. M., Darby, J. T., Young, M., van Heezik, Y. y Seddon, P. J. (2017). Quantifying climate change impacts emphasises the importance of managing regional threats in the endangered Yellow-eyed penguin. *PeerJ*, 5. <https://doi.org/10.7717/peerj.3272>
- McClintock, J. B., Silva-Rodriguez, P. y Fraser, W. R. (2010). Short Note: Southerly breeding in gentoo penguins for the eastern Antarctic Peninsula: further evidence

- for unprecedented climate-change. *Antarctic Science*, 22(3), 285-286.
<https://doi.org/10.1017/S0954102010000076>
- Morgenthaler, A., Frere, E., Rey, A. R., Torlaschi, C., Cedrola, P., Tiberi, E., Lopez, R., Mendieta, E., Carranza, M. L., Acardi, S., Collm, N., Gandini, P y Millones A. (2018). Unusual number of Southern Rockhopper Penguins, *Eudyptes chrysocome*, molting and dying along the Southern Patagonian coast of Argentina: pre-molting dispersion event related to adverse oceanographic conditions?. *Polar Biology*, 41, 1041–1047. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00300-018-2264-y>
- Neumiller, G. (2019). Cambios en el cronograma de temporadas reproductivas de Pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*): Relaciones entre eventos fenológicos y variables climáticas. *Independent Study Project Collection*. https://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4297&context=isp_collection
- Olmastroni, S., Pezzo, F., Volpi, V. y Focardi, S. (2004). Effects of weather and sea-ice on the reproductive performance of the Adélie penguin at Edmonson Point, Ross Sea. *CCAMLR Science*, 11, 99–109. https://www.ccamlr.org/en/publications/science_journal/ccamlr-science-volume-11/ccamlr-science-volume-1199-109
- Pascoe, P., Raymond, B., Carmichael, N. y McInnes, J. (2022). The current trajectory of king penguin (*Aptenodytes patagonicus*) chick numbers on Macquarie Island in relation to environmental conditions. *ICES Journal of Marine Science*, 79 (7), 2084-2092. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac139>
- Peacock, L., Paulin, M. y Darby, J. (2000). Investigations into climate influence on population dynamics of yellow-eyed penguins *Megadyptes antipodes*. *New Zealand Journal of Zoology*, 27 (4), 317-325. <https://doi.org/10.1080/03014223.2000.9518241>
- Peña, F. (2013). *Efectos del cambio climático sobre la demografía histórica de pingüinos del género pygoscelis: una aproximación molecular*. [Tesis Para Optar Al Grado De Magíster en Ciencias Biológicas con mención en ecología y biología evolutiva.

- Péron, C., Weimerskirch, H. y Bost, C. A. (2012). Projected poleward shift of king penguins' (*Aptenodytes patagonicus*) foraging range at the Crozet Islands, southern Indian Ocean. *Proceedings of the Royal Society B*, 279(1738). <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.2705>
- Puasa, N. A., Zulkharnain, A., Verasoundarapandian, G., Wong, C. Y., Zahri, K. N. M., Merican, F., Shaharuddin, N. A., Gomez-Fuentes, C. y Ahmad, S. A. (2021). Effects of Diesel, Heavy Metals and Plastics Pollution on Penguins in Antarctica: A Review. *Animals*, 11(9), 2505. <https://doi.org/10.3390/ani11092505>
- Ropert-Coudert, Y., Chiaradia, A., Ainley, D., Barbosa, A., Boersma, P. D., Brasso, R., Dewar, M., Ellenberg, U., García-Borboroglu, P., Emmerson, L., Hickcox, R., Jenouvrier, S., Kato, A., McIntosh, R. R., Lewis, P., Ramírez, F., Ruoppolo, V., Ryan, P. G., Seddon, P. J., ... Trathan, P. N. (2019). Happy feet in a hostile world? the future of penguins depends on proactive management of current and expected threats. *Frontiers in Marine Science*, 6(248), 1-23. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00248>
- Ropert-Coudert, Y., Kato, A. y Chiaradia, A. (2009). Impact of small-scale environmental perturbations on local marine food resources: a case study of a predator, the little penguin. *Proceedings of the Royal Society B*, 276(1676), 4105–4109. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1399>
- Saavedra, C. y Alhatem, T. (2019). Climate change effects on emperor penguins. *Revista de Iniciación Científica*, 4(2). <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.2.2157>
- Saraux, C., Chiaradia, A., Salton, M., Dann, P. y Viblanc, V. A. (2015). Negative effects of wind speed on individual foraging performance and breeding success in little penguins. *Ecological Monographs*, 86 (1), 61-77. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00318/42964/42469.pdf>
- Schlatter R. P., Paredes, E., Ulloa, J., Harris, J., Romero, A., Vasquez, J., Lizama, A., Hernández, C. y Simeone, A. (2009). Mortandad de pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) en Queule, región de la Araucanía, Chile. *Boletín*

Chileno de Ornitología, 15(2), 78-86. <http://www.aveschile.cl/wp-content/uploads/2019/03/03.pdf>

Sherley, R. B., Ludynia, K., Dyer, B. M., Lamont, T., Makhado, A. B., Roux, J. P., Scales, K. L., Underhill, L. G. y Votier, S. C. (2017). Metapopulation Tracking Juvenile Penguins Reveals an Ecosystem-wide Ecological Trap. *Current Biology*, 27 (4), 563-568.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982216315366?via%3Dihub>

Sidhu, L. A., Dann, P., Chambers, L. y Catchpole, E. A. (2012). Seasonal ocean temperature and the survival of first-year little penguins *Eudyptula minor* in southeastern Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 454, 263-272.

<https://doi.org/10.3354/meps09709>

Simeone, A., Araya, B., Bernal, M., Diebold, E. N., Grzybowski, K., Michaels, M., Teare, J. A., Wallace, R. S. y Willis, M. J. (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.

<https://www.int-res.com/abstracts/meps/v227/p43-50/>

Thiebot, J. B., Cherel, Y., Crawford, R. J. M., Makhado, A. B., Trathan, P. N., Pinaud, D. y Bost, C. A. (2013). A Space Oddity: Geographic and Specific Modulation of Migration in *Eudyptes* Penguins. *PLoS ONE*, 8(8).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071429>

Trathan, P. N., Fretwell, P. T. y Stonehouse, B. (2011). First Recorded Loss of an Emperor Penguin Colony in the Recent Period of Antarctic Regional Warming: Implications for Other Colonies. *PLoS ONE*, 6(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014738>

Trathan, P. N., García-Borboroglu, P., Boersma, D., Bost, C., Crawford, R. J. M., Crossin, G. T., Cuthbert, R. J., Dann, P., Davis, L. S., De La Puente, S., Ellenberg, U., Lynch, H. J., Mattern, T., Pütz, K., Seddon, P. J., Trivelpiece, W. y Wienecke, B. (2014). Pollution, habitat loss, fishing, and climate change as critical threats to penguins. *Conservation Biology*, 29(1), 31-41. <https://doi.org/10.1111/cobi.12349>

- Vargas, F. H., Harrison, S., Rea, S. y Macdonald, D. W. (2006). Biological effects of El Niño on the Galápagos penguin. *Biological Conservation*, 127 (1), 107-114. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.08.001>
- Xavier, J. C., Trathan, P. N., Ceia, F. R., Tarling, G. A., Adlard, S., Fox, D., Edwards, E. W. J., Vieira, R. P., Medeiros, R., De Broyer, C. y Cherel, Y. (2017). Sexual and individual foraging segregation in Gentoo penguins *Pygoscelis papua* from the Southern Ocean during an abnormal Winter. *PLoS ONE* 12(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174850>
- Xavier, J. C., Velez, N., Trathan, P. N., Cherel, Y., De Broyer, C., Cánovas, F., Seco, J., Ratcliffe, N. y Tarling, G. A. (2018). Seasonal prey switching in non-breeding gentoo penguins related to a wintertime environmental anomaly around South Georgia. *Polar Biology*, 41, 2323–2335. <https://doi.org/10.1007/s00300-018-2372-8>
- Zitterbart, D., Richter, S., Spiekermann, G., Behrens, L., Regnery, J., Fontes, R., Hanssler, T., König-Langlo, G., Weller, R. y Fabry, B. (2014). Are environmental factors responsible for changed breeding behaviour in emperor penguins?. *Antarctic Science*, 26(5), 563-564. <https://doi.org/10.1017/S0954102014000285>

8. ANEXOS

Tabla 1. Publicaciones utilizadas en la revisión bibliográfica

Autor	Año	Título	Especie de pingüino	Amenazas reportadas	Zona geográfica
Barbosa, A.	2011	Efectos del cambio climático sobre pingüinos antárticos	Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>), Pingüino barbijo (<i>Pygoscelis antarcticus</i>) y Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>)	Temperaturas extremas	Antártida
Peña, F.	2013	Efectos del cambio climático sobre la demografía histórica de pingüinos del género <i>pygoscelis</i> : una aproximación molecular	Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>)	Temperaturas extremas	Antártida
Saavedra, C., y Alhatem, T.	2019	Climate change effects on emperor penguins	Pingüino emperador (<i>Aptenodytes forsteri</i>)	Temperaturas extremas	Antártida
Neumiller, G.	2019	Cambios en el cronograma de temporadas reproductivas de Pingüinos de Magallanes (<i>Spheniscus magellanicus</i>): Relaciones entre eventos fenológicos y variables climáticas	Pingüino de magallanes (<i>Spheniscus magellanicus</i>)	Temperaturas extremas	Argentina
Barbraud, C. y Weimerskirch, H.	2001	Emperor penguins and climate change	Pingüino emperador (<i>Aptenodytes forsteri</i>)	Cambio y alteración de hábitat. Temperaturas extremas	Antártida
Boersma, P. D. y Rebstock, G. A.	2014	Climate change increases reproductive failure in Magellanic Penguins	Pingüino de magallanes (<i>Spheniscus magellanicus</i>)	Temperaturas extremas	Argentina

Jenouvrier et al.	2006	Sea ice affects the population dynamics of Adélie penguins in Terre Adélie	Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>)	Cambio y alteración de hábitat. Temperaturas extremas.	Antártida
Vargas et al.	2006	Biological effects of El Niño on the Galápagos penguin	Pingüino de las Galápagos (<i>Spheniscus mendiculus</i>)	Temperaturas extremas	Ecuador
Dehnhard et al.	2013 b	Survival of rockhopper penguins in times of global climate change	Pingüino de penacho amarillo austral o saltarrocas austral (<i>Eudyptes chrysocome</i>)	Temperaturas extremas	Islas Malvinas
Morgenthaler et al.	2018	Unusual number of Southern Rockhopper Penguins, <i>Eudyptes chrysocome</i> , molting and dying along the Southern Patagonian coast of Argentina: pre-molting dispersion event related to adverse oceanographic conditions?	Pingüino de penacho amarillo austral o saltarrocas austral (<i>Eudyptes chrysocome</i>)	Temperaturas extremas	Argentina. Islas Malvinas
Hrbáček et al.	2018	Observation of the Emperor penguins <i>Aptenodytes forsteri</i> in the Prince Gustav Channel related with unusual sea-ice decline in north-western Weddell Sea	Pingüino emperador (<i>Aptenodytes forsteri</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Antártida
Péron et al.	2012	Projected poleward shift of king penguins' (<i>Aptenodytes patagonicus</i>) foraging range at the Crozet Islands, southern Indian Ocean	Pingüino Rey (<i>Aptenodytes patagonicus</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica

Le Bohec et al.	2008	King penguin population threatened by Southern Ocean warming	Pingüino Rey (<i>Aptenodytes patagonicus</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica
Bost et al.	2011	Foraging habitat and performances of King penguins <i>Aptenodytes patagonicus</i> Miller, 1778 at Kerguelen islands in relation to climatic variability	Pingüino Rey (<i>Aptenodytes patagonicus</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Subantártica
Barber-Meyer et al.	2008	Trends in western Ross Sea emperor penguin chick abundances and their relationships to climate	Pingüino emperador (<i>Aptenodytes forsteri</i>)	Cambio y alteración de hábitat. Temperaturas extremas.	Antártida
Trathan et al.	2011	First Recorded Loss of an Emperor Penguin Colony in the Recent Period of Antarctic Regional Warming: Implications for Other Colonies	Pingüino emperador (<i>Aptenodytes forsteri</i>)	Temperaturas extremas. Cambio y alteración de hábitat	Antártida
Carpenter-Kling et al.	2019	Gentoo penguins as sentinels of climate change at the sub-Antarctic Prince Edward Archipelago, Southern Ocean	Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Subantártica
McClintock et al.	2010	Short Note: Southerly breeding in gentoo penguins for the eastern Antarctic Peninsula: further evidence for unprecedented climate-change	Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Antártida
Zitterbart et al.	2014	Are environmental factors responsible for changed breeding behaviour in emperor penguins?	Pingüino emperador (<i>Aptenodytes forsteri</i>)	Cambio y alteración de hábitat. Tormentas e inundaciones.	Antártida

Fretwell et al.	2014	Emperor Penguins Breeding on Iceshelves	Pingüino emperador (<i>Aptenodytes forsteri</i>)	Cambio y alteración de hábitat. Temperaturas extremas.	Antártida
Lescroël et al.	2014	Antarctic Climate Change: Extreme Events Disrupt Plastic Phenotypic Response in Adélie Penguins	Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Antártida
Cazar, I.	2015	Vulnerabilidad ante el cambio climático de los ecosistemas y especies icónicas de Galápagos	Pingüino de Galápagos (<i>Spheniscus mendiculus</i>)	Temperaturas extremas	Ecuador
Holt, K. A. y Boersma, P. D.	2022	Unprecedented heat mortality of Magellanic Penguins	Pingüino de magallanes (<i>Spheniscus magellanicus</i>)	Tormentas e inundaciones. Temperaturas extremas.	Argentina
Johnson, B. y Colombelli-Négrel, D.	2021	Breeding success in Southern Australian Little Penguins is negatively correlated with high wind speeds and sea surface temperatures	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas. Tormentas e inundaciones	Australia
Berlincourt, M. y Arnold, J. P.Y.	2015	Influence of environmental conditions on foraging behaviour and its consequences on reproductive performance in little penguins	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas	Australia
Cannell et al.	2012	Poorer breeding by little penguins near Perth, Western Australia is correlated with above average sea surface temperatures and a stronger Leeuwin Current	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Cambio y alteración de hábitat. Temperaturas extremas.	Australia

Ganendran et al.	2011	The effect of directional wind components on survival of Little Penguins <i>Eudyptula minor</i>	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Tormentas e inundaciones	Australia
Ropert-Coudert et al.	2009	Impact of small-scale environmental perturbations on local marine food resources: a case study of a predator, the little penguin	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas	Australia
Kowalczyk et al.	2015	Environmental variability drives shifts in the foraging behaviour and reproductive success of an inshore seabird	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Sequia. Tormentas e inundaciones.	Australia
Saroux et al.	2015	Negative effects of wind speed on individual foraging performance and breeding success in little penguins	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Tormentas e inundaciones	Australia
Ganendran et al.	2016	Effects of ambient air temperature, humidity and rainfall on annual survival of adult little penguins <i>Eudyptula minor</i> in southeastern Australia	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas. Tormentas e inundaciones	Australia
Sidhu et al.	2012	Seasonal ocean temperature and the survival of first-year little penguins <i>Eudyptula minor</i> in south-eastern Australia	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas	Australia
Cullen et al.	2009	Predicting onset and success of breeding in little penguins <i>Eudyptula minor</i> from ocean temperatures	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas	Australia

Forcada et al.	2006	Contrasting population changes in sympatric penguin species in association with climate warming	Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>). Pingüino barbijo (<i>Pygoscelis antarcticus</i>) Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>)	Temperaturas extremas. Cambio y alteración de hábitat	Subantártica
Carroll et al.	2016	High sea surface temperatures driven by a strengthening current reduce foraging success by penguins	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas	Australia
Baylis et al.	2011	Climate as a driver of population variability in breeding Gentoo Penguins <i>Pygoscelis papua</i> at the Falkland Islands	Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>)	Temperaturas extremas	Islas Malvinas
Xavier et al.	2017	Sexual and individual foraging segregation in Gentoo penguins <i>Pygoscelis papua</i> from the Southern Ocean during an abnormal Winter	Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica
Lynch et al.	2012	Differential advancement of breeding phenology in response to climate may alter staggered breeding among sympatric <i>pygoscelid</i> penguins	Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>). Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>) Pingüino barbijo (<i>Pygoscelis antarcticus</i>)	Temperaturas extremas	Antártida
Angiel, P. J. y Korczak-Abshire, M.	2011	Recent Climate Change Effect on Penguins and Pinnipeds, King George Island, Antarctica	Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>) Pingüino barbijo (<i>Pygoscelis antarcticus</i>) Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Antártida
Pascoe et al.	2022	The current trajectory of king penguin	Pingüino Rey (<i>Aptenodytes patagonicus</i>)	Temperaturas extremas. Tormentas e	Subantártica

		(<i>Aptenodytes patagonicus</i>) chick numbers on Macquarie Island in relation to environmental conditions		inundaciones. Cambio y alteración de hábitat	
Peacock et al.	2000	Investigations into climate influence on population dynamics of yellow-eyed penguins <i>Megadyptes antipodes</i>	Pingüino de ojos amarillos (<i>Megadyptes antipodes</i>)	Tormentas e inundaciones. Temperaturas extremas.	Nueva Zelanda
Mattern et al.	2017	Quantifying climate change impacts emphasises the importance of managing regional threats in the endangered Yellow-eyed penguin	Pingüino de ojos amarillos (<i>Megadyptes antipodes</i>)	Temperaturas extremas	Nueva Zelanda
Olmastroni et al.	2004	Effects of weather and sea-ice on the reproductive performance of the Adélie penguin at Edmonson Point, Ross Sea	Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Antártida
Demongin et al.	2010	Effects of severe rains on the mortality of Southern Rockhopper Penguin (<i>Eudyptes chrysocome</i>) chicks and its impact on breeding success	Pingüino de penacho amarillo austral o saltarrocas austral (<i>Eudyptes chrysocome</i>)	Tormentas e inundaciones	Islas Malvinas
Agnew et al.	2015	Variation in breeding success and survival of little penguins <i>Eudyptula minor</i> in response to environmental variation	Pingüino azul (<i>Eudyptula minor</i>)	Temperaturas extremas. Tormentas e inundaciones	Nueva Zelanda
Simeone et al.	2002	Oceanographic and climatic factors influencing breeding and	Pingüino de Humboldt (<i>Spheniscus humboldti</i>)	Temperaturas extremas. Tormentas e inundaciones	Chile

		colony attendance patterns of Humboldt penguins <i>Spheniscus humboldti</i> in central Chile			
Dehnhard et al.	2013 a	Good Days, Bad Days: Wind as a Driver of Foraging Success in a Flightless Seabird, the Southern Rockhopper Penguin	Pingüino de penacho amarillo austral o saltarrocas austral (<i>Eudyptes chrysocome</i>)	Temperaturas extremas. Tormentas e inundaciones	Islas Malvinas
Xavier et al.	2018	Seasonal prey switching in non-breeding gentoo penguins related to a wintertime environmental anomaly around South Georgia	Pingüino papúa (<i>Pygoscelis papua</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica
Dehnhard et al.	2016	Plasticity in foraging behaviour and diet buffers effects of inter-annual environmental differences on chick growth and survival in southern rockhopper penguins <i>Eudyptes chrysocome chrysocome</i>	Pingüino de penacho amarillo austral o saltarrocas austral (<i>Eudyptes chrysocome</i>)	Temperaturas extremas	Islas Malvinas
Chilvers, B. L. y Hiscock, J. A.	2019	Significant decline of endangered Antipodes Island penguins: Is extreme weather an additional impact?	Pingüino Sclater o pingüino de Antípodas (<i>Eudyptes sclateri</i>). Pingüino de penacho amarillo (<i>Eudyptes chrysocome filholi</i>)	Tormentas e inundaciones	Nueva Zelanda
Horswill et al.	2014	Survival in macaroni penguins and the relative importance of different drivers: individual traits, predation pressure	Pingüino Macaroni (<i>Eudyptes chrysolophus</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica

		and environmental variability			
Ballard et al.	2010	Responding to climate change: Adélie Penguins confront astronomical and ocean boundaries	Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Antártida
Sherley et al.	2017	Metapopulation Tracking Juvenile Penguins Reveals an Ecosystem-wide Ecological Trap	Pingüino Africano (<i>Spheniscus demersus</i>)	Cambio y alteración de hábitat	Namibia. Sudáfrica
Hilton et al.	2006	A stable isotopic investigation into the causes of decline in a sub-Antarctic predator, the Rockhopper Penguin <i>Eudyptes chrysocome</i>	Pingüino de penacho amarillo austral o saltarrocas austral (<i>Eudyptes chrysocome</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica
Thiebot et al.	2013	A Space Oddity: Geographic and Specific Modulation of Migration in <i>Eudyptes</i> Penguins	Pingüino de penacho amarillo (<i>Eudyptes chrysocome filholi</i>)	Temperaturas extremas	Subantártica
