



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TEMA:

**“Análisis de censos poblacionales del pingüino de Galápagos
(*Spheniscus mendiculus*) durante 2000-2002/2014-2016.”**

TRABAJO PRÁCTICO

Previo a la obtención del título de:

Biólogo

AUTOR:

MICHAEL BRYAN PALMA RIVERA

TUTOR:

BLGA. YADIRA SOLANO VERA, Mgt

AÑO:

2021

TRIBUNAL DE GRADO



Firmado electrónicamente por:
**MAYRA MAGALI
CUENCA ZAMBRANO**



Firmado electrónicamente por:
**JIMMY AGUSTIN
VILLON MORENO**

Blga. Mayra Cuenca Zambrano, Mgt

Decana

Facultad Ciencias del Mar

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

Director

Carrera de Biología

Blga. Yadira Solano Vera, Mgt.

Docente Tutor

Blga. Jodie Darquea Artega, M.Sc.

Docente de Área

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por sus esfuerzos, sus palabras y consejos de apoyo me alentaron a seguir superándome, siendo un pilar de apoyo en este proceso, gracias por permitirme alcanzar esta meta.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena en especial a la Facultad Ciencias del Mar y sus docentes, por ser parte fundamental del conocimiento que he adquirido para formarme con un profesional.

Un especial reconocimiento a la Blga. Yadira Solano Vera, Mgt., tutora de tesina, que con optimismo y paciencia encamino este trabajo hasta su culminación.

A todos los investigadores, que han trabajado en cada estudio en el que se basa este trabajo bibliográfico.

ABREVIATURAS

ENSO: El Niño Southern Oscillation

DPNG: Dirección del Parque Nacional Galápagos

FCD: Fundación Charles Darwin

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

CPC: Climatic Prediction Center

SOI: Southern Oscillation Index

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN	
ABSTRACT	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVO	5
3.1 Objetivo general	5
3.2 Objetivos específicos.....	5
4. MARCO TEÓRICO.....	6
4.1 Taxonomía.....	6
4.2 Características generales.....	6
4.3 Ecología y hábitat	7
4.4 Principales amenazas	8
4.5 Rol biológico	8
5. METODOLOGÍA.....	9
5.1 Área de estudio	9
5.2 Metodología de muestreo.....	11
5.3 Físicas del ambiente (oceanografía).....	12
5.4 Registro de otras especies de vertebrados	12
5.5 Determinación de concentración de metales pesados.....	12
6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN	13
6.1 Censos anuales del Pingüino de Galápagos.	13
6.2 Distribución poblacional.....	19
6.3 Bioindicador	20
7. CONCLUSIÓN	21
8. BIBLIOGRAFÍA	22
9. ANEXOS	26

ÍNDICE DE TABLA

<i>Tabla 1. Islas con sus respectivas zonas y subzonas de censos.....</i>	10
<i>Tabla 2. Censo del Pingüino de Galápagos del año 2000 observado por áreas y subáreas (* incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.</i>	13
<i>Tabla 3. Censo del Pingüino de Galápagos del año 2001 observado por áreas y subáreas (* incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.</i>	14
<i>Tabla 4. Censo del Pingüino de Galápagos del año 2002 observado por áreas y subáreas (* incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.</i>	15
<i>Tabla 5. Censo del Pingüino de Galápagos del año 2014 observado por áreas y subáreas (* incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.</i>	16
<i>Tabla 6. Censo del Pingüino de Galápagos del año 2016 observado por áreas y subáreas (* incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.</i>	18
<i>Tabla 7. Resultado de concentración de metales pesados, mercurio, cadmio y plomo en pingüinos</i>	20

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Ejemplar de Pingüino de Galápagos	7
Ilustración 2 Mapa de las Islas Galápagos y las zonas de censos de pingüinos	11
Ilustración 3 Zonas y subzonas de distribución	19

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1 Distribución de pingüinos	19
---	----

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Medidas promedio morfológicas	26
Anexo 2 Gráfica de presencia de ENSO desde el año 1950 – 2021	26
Anexo 3. <i>Cambios de temperatura en el índice de Oscilación sur (SOI)</i>	27

Análisis de censos poblacionales del pingüino de Galápagos (*Spheniscus mendiculus*) durante 2000-2002/2014-2016.

Autor: Michael Bryan Palma Rivera

Tutor: Blga. Yadira Solano Vera, Mgt

RESUMEN

El pingüino de las Galápagos (*Spheniscus mendiculus*) es endémico de las Islas Galápagos, que por la constante variación poblacional y su distribución restringida a 6 islas (Isabela, Fernandina, Rábida, Santiago, Bartolomé y Floreana), se encuentra en la Lista Roja de especies en peligro de extinción. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la alteración poblacional de esta especie, se consideró el rol biológico del ave el cual cumple como bioindicador por la presencia de metales pesados en el alimento o por transporte de corrientes marinas. Se realizó investigación bibliográfica de documentos publicados por instituciones, trabajos de grado, y libros. En total se realizó el análisis de 5 años de censos, los cuales, en el año 2000 se contabilizaron 802 individuos, en 2001 la cantidad se redujo a 780 individuos, el 2002 se notó una variación alta llegando a 848 individuos, en 2014 se redujo la población a 662 aves y el año 2016 fue uno de los peores años para la especie llegando a contabilizarse 420 pingüinos esto debido a la presencia del fenómeno de “El Niño” (ENSO). El análisis demostró una poca distribución poblacional de la especie llegando a ser nula la presencia en diferentes zonas de las Islas.

Palabras clave: Variación, Distribución, Rol Biológico, ENSO, Alteración Poblacional.

ABSTRACT

The Galapagos penguin (*Spheniscus mendiculus*) is endemic to the Galapagos Islands, which due to the constant population variation and its restricted distribution to 6 islands (Isabela, Fernandina, Rábida, Santiago, Bartolomé and Floreana), is on the Red List of species in danger of extinction. The present work aimed to determine the population alteration of this species, the biological role of the bird was considered, which fulfills as a bioindicator due to the presence of heavy metals in the food or due to the transport of marine currents. Bibliographic research of documents published by institutions, graduate work, and books was carried out. In total, the analysis of 5 years of censuses was carried out, which, in 2000, 802 individuals were counted, in 2001 the number was reduced to 780 individuals, in 2002 a high variation was noted reaching 848 individuals, in 2014 it was reduced the population to 662 birds and the year 2016 was one of the worst years for the species, reaching 420 penguins, due to the presence of the “El Niño” phenomenon (ENSO). The analysis showed a low population distribution of the species, the presence in different areas of the Islands being nil.

Keywords: Variation, Distribution, Biological Role, ENSO, Population Alteration.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador presenta condiciones ambientales muy variadas con respecto al espacio esto ha llevado que se generen regiones naturales con propiedades diferentes dependiendo de la zona (Bravo, 2014). Estas diferencias caracterizan cada región por su composición de flora y fauna siendo así el Ecuador uno de los países con mayor biodiversidad por su concentración de especies a nivel mundial (Ron, 2020). Entre las regiones que conforman Ecuador una de las más representativas es Galápagos la cual es reconocida internacionalmente por la comunidad científica debido a su importancia para las ciencias biológica por su vínculo con la teoría de la evolución (Báez, 2009).

Las islas Galapagos en el ambito geologico y evolutivo se han desarrollado por separado de continente americano, esto genero diferentes rasgos dando asi una importante biodiversidad endemica (Ñacato & Moretta, 2020). Poseen ecosistemas y especies respresentativas que se han adaptados a diferentes condiciones climaticas variables (Cazar, 2015). Aproximadamente se conocen 88 especies de aves costeras y marinas en las islas Galápagos. Las 88 especies se dividen en tres grupos: ocasionales o errantes (44 especies), migratorias (23) y reproductoras (21) (Uzcátegui & Wiedenfled, 2002).

Existen tres órdenes de aves marinas en Galápagos: Sphenisciformes, Procellariiformes y Pelecaniformes (Anderson, 1989). Entre las aves marinas de Galápagos existen cierta ubicadas en la lista roja: el petrel de Galápagos en estado de peligro crítico; el pingüino de Galápagos, el albatros de Galápagos t el cormorán no volador, todos en estado de peligro (Freile, et al. 2019).

El pingüino de Galápagos es endémico de las islas y se considera en peligro de extinción debido a su reducida población (Vargas, et al. 2005), distribuido en las costas de Fernandina e isabela y zona norte de Floreana, esta especie se alimenta en aguas costeras y sus nidos pueden encontrarse en grietas o cuevas

de lava (Uzcátegui & Wiedenfeld, 2002). Es importante como especie centinela debido a que puede ser un indicador de la variación climática, por su sensibilidad a los cambios poblacionales asociados a diferentes eventos como El Niño o La Niña esto por sus cambios de la temperatura donde se ve afectado el alimento (Uzcátegui & Parker, 2018).

2. JUSTIFICACIÓN

En Galápagos una de las principales afectaciones se da por el conflicto entre la conservación – turismo y la población humana, esto produce efectos negativos tanto en lo social como ambiental de las islas debido a que un ecosistema frágil al ser poblado o la simple presencia de personas causa impactos ambientales (Jiménez Rivera, 2014).

Además de los factores antropogénicos, el cambio climático afecta la flora y fauna del archipiélago por el calentamiento de las aguas superficiales esto ha reducido considerablemente la población del pingüino de Galápagos hasta llegar al punto de estar en la lista roja por peligro de extinción (Mosquera, et al. 2018). Uno de eventos producidos por el cambio climático se conoce como “el niño” evento en el cual el archipiélago experimenta un aumento de temperatura y nivel del mar aumentado (Cazar, 2015).

Las especies exóticas introducidas también son parte principal del problema, principalmente las depredadoras en las cuales están los gatos, perros y ratas las cuales son un alto factor de amenaza en las islas Isabela, Floreana y Santiago (Granizo, et al. 2002). El contacto con otras especies o con la población humana puede derivar en una peligrosa exposición a patógenos, en dicho contexto las poblaciones endémicas son vulnerables a una gran variedad de enfermedades. En la actualidad se ha identificado el patógeno *Plasmodium sp.* en la especie *S. mendiculus* (Carrera, 2012).

Estas especies transportadas por humanos se reproducen muy rápido adaptándose con facilidad, esto se convierte en una plaga debido a que desplazan a las especies endémicas y nativas de sus áreas naturales ocupando dicho lugar. Uno de los mayores efectos producidos por estos es la depredación

de huevos y en ocasiones pingüinos juveniles afectando con notoriedad el total desarrollo poblacional (Ñacato & Moretta, 2020).

Al realizar este trabajo se contribuye a al conocimiento del estado de población del pingüino de galápagos, permitiendo aportar información recopilada de diferentes fuentes digitales como: instituciones, informes técnicos y trabajos de tesis. Esta información formara una base para un mayor entendimiento de tendencias poblacionales de pingüinos que son afectados por diferentes aspectos, entre estos: fenómenos que provocan variaciones de temperatura en el mar reduciendo alimento; depredadores que afectan especialmente a huevos y juveniles. De esta forma se abarca un mayor campo de información facilitando el entendimiento de datos técnicos que han sido distribuido en diferentes publicaciones.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo general

Identificar la variación poblacional del pingüino de Galápagos (*Spheniscus mendiculus*) presente en 6 islas de Galápagos, mediante análisis de estudios realizados, para describir la alteración poblacional entre islas.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar el cambio poblacional del pingüino por aumento de temperaturas en el mar, basado en datos obtenidos de censos en los años 2000-2002 / 2014-2016.
- Determinar la mayor área de distribución de población del pingüino de Galápagos entre las diferentes zonas de monitoreo.
- Detallar de acuerdo con la población de pingüinos estudiada la concentración de metales pesados en plumas de *Spheniscus mendiculus*.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Taxonomía

Taxonomía (Sundevall, 1871)

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Aves

Orden: Sphenisciformes

Familia: Spheniscidae

Género: Spheniscus

Especie: *S. mendiculus*

4.2 Características generales

El pingüino de Galápagos es considerado el más pequeño entre los diferentes pingüinos del género *Spheniscus*. Estos presentan un color oscuro en su dorso y vientre de color blanco además de manchas oscuras en las plumas que son distintivas individualmente. En la cabeza se encuentra una línea blanca de plumas que se extienden hasta los ojos, oídos y garganta, también se encuentra una cinta oscura sobre su pecho extendiéndose hasta sus patas (Bellettini, 2017).



*Ilustración 1: Ejemplar de Pingüino de Galápagos
Fuente: Michael O'Brien, 2017*

4.3 Ecología y hábitat

La dieta principal de esta especie consta de peces, delimitando así sus sitios de alimentación, los cuales deben ser abundantes en ictiofauna (Ñacato & Moretta, 2020). Su alimentación es oportunista y variada, desde presas menores a 30mm hasta larvas de peces, esta dieta consiste en lisas, sardinas, anchoas y crustáceos (Carrera, 2012). Debido a esto la especie se encuentra distribuida en diferentes zonas de Galápagos siendo que cerca del 95% de la población se encuentra en las islas Isabela y Fernandina. Para el 5% restante, nidifican en Bartolomé, Santiago y Floreana. Algunos juveniles se han observado en el norte de Santa Cruz, pero no se evidencia nidificación (Granizo, et al. 2002). Aunque investigadores en 1996 sugieren avistamientos de individuos inmaduros en San Cristóbal, indican que se reprodujeron allí, puede ser poco probable ya que la especie es regular en Galápagos pero no abundante en todas las islas (Wiedenfeld, 2006).

4.4 Principales amenazas

Las islas Galápagos pese a estar apartadas del continente se puede encontrar especies introducidas ajenas al hábitad natural de las islas, entre estas las más comunes son animales domésticos como perros y gatos, también están plagas como: ratas, hormigas; estas especies han sido transportadas de forma voluntaria o involuntaria en embarcaciones y aviones. El problema con estas se centra en su reproducción llegando así a ocupar nichos de especies endémicas o nativas, además de la depredación alterando así el ecosistema de especies como el pingüino (Alache & Murillo, 2016).

4.5 Rol biológico

Esta especie cumple un rol como indicador de enfermedades y patógenos que pueden presentarse en diferentes aves marinas, esta función se debe a su fácil monitoreo debido a su tamaño poblacional y restringida extensión geográfica; También debido a su alimentación de especies como anchoveta del Pacífico (*Cetengraulis mysticetus*), sardinas (*Sardinops sagax*) y lisas (*Mugil sp*) es clave para determinar la disminución de población en estas especies, además de presentar una bioacumulación endógena por biomagnificación y bioacumulación exógena debido a su capacidad de captar metales pesados es un bioindicador eco-toxicológico (Uzcátegui & Parker, 2018).

5. METODOLOGÍA

El presente trabajo se basó en censos realizados a las diferentes aves marinas que residen en las Islas Galápagos para sus respectivos estudios en los cuales se describen la importancia de cada población y sus funciones ambientales. El trabajo expondrá datos bibliográficos de censos realizados desde el año 2000, 2001, 2002, 2014, 2016 en los diferentes puntos de las Islas, esta bibliografía cuenta con datos de informes técnicos de instituciones públicas, libros y tesis de grado.

En Galápagos se encuentran instituciones como lo son el Parque Nacional Galápagos (DPNG) que se encarga del estudio y cuidado de las especies que residen en las islas y sus alrededores. De igual forma se encuentra la Fundación Charles Darwin (FCD) que realiza diferentes estudios como los relacionados con poblaciones de especies de las cuales los pingüinos son unos de ellos, es así como este trabajo de investigación utiliza datos recolectados de estas instituciones para uso de análisis, sin embargo cabe resaltar que los datos no son consistentes debido a que no se publicaron anualmente pero se encuentra explicados en documentos como informes técnicos realizados hasta el 2016, dichos informes debido a que pertenecen a estas instituciones son realizados por investigadores seleccionados y en ciertos casos por tesis de diferentes universidades.

5.1 Área de estudio

Los censos se realizaron en 6 Islas (Fernandina, Isabela, Rábida, Sombrero Chino, Santiago y Bartolomé) donde cada isla se divide en un total de 10 zonas de las cuales las zonas 7 y 10 se subdividen en 4 y 5 subzonas respectivamente (Tabla 1 e Ilustración 2).

Tabla 1. Islas con sus respectivas zonas y subzonas de censos.

Elaborado: Palma, 2021.

Islas	Zona		Subzona	
Fernandina	1	Pta. Espinosa - C. Douglas		
Fernandina	2	C. Douglas - C. Hammond		
Fernandina	3	C. Hammond - Pta. Mangle		
Fernandina	4	Pta. Mangle - Pta. Espinosa		
Isabela	5	C. Berkeley - Pta. Albemarle		
Isabela	6	Caleta Tagus - C. Berkeley		
Isabela			7.1	Pta. Moreno – Bahía Elizabeth
Isabela			7.2	Islotes Marielas
Isabela			7.3	Bahía Elizabeth - Bahía Urbina
Isabela			7.4	Bahía Urbina - Caleta Tagus
Isabela	7*	Pta. Moreno – Caleta Tagus		
Isabela	8	Pta. Essex - Pta. Moreno		
Isabela	9	Pta. Albemarle - Pta. García		
Floreana	10		10.1	Pta. Cormorant- La Lobería
Rábida	10		10.2	Orilla Norte Hasta Final De Sendero Turístico
Sombrero Chino	10		10.3	Canal Sombrero Chino - Santiago

Santiago	10		10.4	Enfrente De Sombrero Chino - Sartén
Bartolomé	10		10.2	Toda la línea costera



*Ilustración 2: Mapa de las Islas Galápagos y las zonas de censos de pingüinos
Elaborado: Palma, 2021.*

5.2 Metodología de muestreo

Los muestreos se realizaron en horarios diurnos desde las 06:00 hasta las 11:00: en los puntos seleccionados en las islas Isabela, fernandina, Floreana, Rábida Santiago, Bartolomé y Sombreo Chino. Se registro el número de individuos, edad

(adultos, indeterminada, juvenil), ubicación. Estos datos ayudan a conocer la distribución de estas poblaciones.

Se hizo captura de aves con redes la cuales no suponen ningún daño en la integridad física de estas. Se realizó la captura en la noche a aves que se encontraban en zonas de anidación evitando riesgos, de esta manera se pudo tomar medidas morfométricas y peso, esto ayuda a fortalecer datos para futuros análisis.

5.3 Físicas del ambiente (oceanografía)

Mediante el uso de instrumentos automáticos se registró temperatura y pH del mar tres veces al día cada seis horas desde el inicio del primer muestreo. Con el disco secchi se obtuvo la transparencia del agua.

5.4 Registro de otras especies de vertebrados

Los muestreos ayudaban mediante observación directa a la identificación de especies vertebrados, contando y registrando; presencia, distribución y el número de individuos.

5.5 Determinación de concentración de metales pesados

Se realizó mediante la extracción de 4 plumas rectrices por cada individuo capturado. Se toman medidas morfológicas para determinación del sexo siguiendo protocolos dispuestos (Anexo 1). Se procedió a clasificar entre hembras y machos; se realiza la toma de peso en hembras y machos para obtener los metales. Por cada pluma se generó el proceso de mineralización se añade ácido nítrico. Luego a la muestra se la pone a digerir en el microondas con temperaturas de 160°. Finalmente se procede a la calcinación a 500°C.

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

6.1 Censos anuales del Pingüino de Galápagos.

Después de los eventos ENSO (El Niño Southern Oscillation) ocurridos entre los años 1982-1983 y 1997-1998 en los cuales hasta el año 1998 la población de pingüinos se redujo a un punto crítico de 444 individuos en los cuales no existían juveniles (Vargas et al. 2006). El año 2000 muestra un ligero incremento, entre ellos se observó la presencia de ejemplares juveniles marcando un punto en la restauración de la población. El mayor número de individuos se puede observar en la Isla Isabela, seguido por Fernandina que, pese a mostrar un número bajo de juveniles cuenta con una población de adultos aceptable a vista de reproducción, a diferencia del conjunto del área 10 que muestra una muy baja presencia de individuos.

Tabla 2: Censo del Pingüino de Galápagos del año 2000 observado por áreas y subáreas (incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.*

Elaborado: Palma 2021.

Isla	Área - Subárea	2000			TOTAL
		Adl	Juv	No Det	
Fernandina	1 Pta. Espinosa – C. Douglas	76	7	10	93
Fernandina	2 C. Douglas – C. Hammond	7	1	0	8
Fernandina	3 C. Hammond – Pta. Mangle	3	2	2	7
Fernandina	4 Pta. Mangle – Pta. Espinoza	69	19	9	95
Total Fernandina		155	27	21	203
Isabela	5 C. Berkeley – Pta. Albemarle	33	11	4	48
Isabela	6 Caleta Tagus – C. Berkeley	8	6	9	23
Isabela	7.1 Pta. Moreno – Bahía Elizabeth	100	30	14	144
Isabela	7.2 Islas Marielas	50	20	13	83
Isabela	7.3 Bahía Elizabeth – Bahía Urbina	33	2	14	49
Isabela	7.4 Bahía Urbina – Caleta Tagus	16	5	5	26
Isabela	7* Pta. Moreno – Caleta Tagus	199	57	46	302

Isabela	8	Pta. Essex – Pta. Moreno	109	32	40	181
Isabela	9	Pta. Albemarle – Pta. García	0	0	0	0
Total Isabela			349	106	99	554
Floreana	10.1	Pta. Cormorant – La Lobería	7	0	3	10
Rábida	10.2	Orilla Norte – Fin Sendero tour	0	0	0	0
Sombrero Chino	10.3	Canal S. Chino – Santiago	0	0	0	0
Santiago	10.4	Frente S. Chino – Sartén	12	0	1	13
Bartolomé	10.5	Toda la costa	20	1	1	22
Total otras islas			39	1	5	45
Total Archipiélago			543	134	125	802

El año 2001 se puede observar una disminución del 2.7% del total de la población con respecto al 2000, pese a que no es un número sumamente significativo puede indicar el deceso de organismos adultos o juveniles ya sea por edad, depredadores o parasitismo. En este caso la población de las áreas 1 – 4 se vieron reducidas

Tabla 3: Censo del Pingüino de Galápagos del año 2001 observado por áreas y subáreas (incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.*

Elaborado: Palma 2021.

Isla		Área - Subárea	2001			TOTAL
			Adl	Juv	No Det	
Fernandina	1	Pta. Espinosa – C. Douglas	45	5	0	76
Fernandina	2	C. Douglas – C. Hammond	10	0	1	7
Fernandina	3	C. Hammond – Pta. Mangle	8	0	0	3
Fernandina	4	Pta. Mangle – Pta. Espinoza	74	5	10	69
Total Fernandina			137	10	11	155
Isabela	5	C. Berkeley – Pta. Albemarle	68	27	1	33
Isabela	6	Caleta Tagus – C. Berkeley	33	6	5	8
Isabela	7.1	Pta. Moreno – Bahía Elizabeth	86	13	4	100
Isabela	7.2	Islas Marielas	54	2	0	50

Isabela	7.3	Bahía Elizabeth – Bahía Urbina	35	0	8	33
Isabela	7.4	Bahía Urbina – Caleta Tagus	23	4	0	16
Isabela	7*	Pta. Moreno – Caleta Tagus	198	19	12	199
Isabela	8	Pta. Essex – Pta. Moreno	161	9	14	109
Isabela	9	Pta. Albemarle – Pta. García	0	0	0	0
Total Isabela			460	91	32	349
Floreana	10.1	Pta. Cormorant – La Lobería	7	1	0	7
Rábida	10.2	Orilla Norte – Fin Sendero tour	0	0	0	0
Sombrero Chino	10.3	Canal S. Chino – Santiago	0	0	0	0
Santiago	10.4	Frente S. Chino – Sartén	8	2	0	12
Bartolomé	10.5	Toda la costa	20	1	0	20
Total otras islas			35	4	0	39
Total Archipiélago			622	105	53	780

El año 2002 es uno de los años con mayor crecimiento desde lo sucedido con el ENSO '98 nos muestra una población total de 848 siendo el doble de individuos censados después del año 1998, en este año se observa un número alto de juveniles y aun mayor de adultos, demostrando que los efectos de ENSO decaen permitiendo que el mar vuelva a tener temperaturas aceptables para la ictiofauna de la cual se alimentan esta especie.

Tabla 4: Censo del Pingüino de Galápagos del año 2002 observado por áreas y subáreas (incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.*

Elaborado: Palma 2021.

Isla	Área - Subárea	2001			TOTAL
		Adl	Juv	No Det	
Fernandina	1 Pta. Espinosa – C. Douglas	61	15	3	79
Fernandina	2 C. Douglas – C. Hammond	9	3	1	13
Fernandina	3 C. Hammond – Pta. Mangle	15	2	4	21
Fernandina	4 Pta. Mangle – Pta. Espinoza	119	11	6	136

Total Fernandina			204	31	14	249
Isabela	5	C. Berkeley – Pta. Albemarle	43	15	5	63
Isabela	6	Caleta Tagus – C. Berkeley	51	10	5	66
Isabela	7.1	Pta. Moreno – Bahía Elizabeth	76	36	3	115
Isabela	7.2	Islas Marielas	76	23	3	102
Isabela	7.3	Bahía Elizabeth – Bahía Urbina	10	1	18	29
Isabela	7.4	Bahía Urbina – Caleta Tagus	15	2	0	17
Isabela	7*	Pta. Moreno – Caleta Tagus	177	62	24	263
Isabela	8	Pta. Essex – Pta. Moreno	123	19	30	175
Isabela	9	Pta. Albemarle – Pta. García	0	0	0	0
Total Isabela			397	106	64	567
Floreana	10.1	Pta. Cormorant – La Lobería	1	0	0	1
Rábida	10.2	Orilla Norte – Fin Sendero tour	0	0	0	0
Sombrero Chino	10.3	Canal S. Chino – Santiago	0	0	0	0
Santiago	10.4	Frente S. Chino – Sartén	20	0	0	20
Bartolomé	10.5	Toda la costa	11	0	0	11
Total otras islas			32	0	0	32
Total Archipiélago			633	137	78	848

El año 2014 conto con una reducción de población poco significativa para la especie, esto debido a cambios de temperatura (Anexo 2), el cambio redujo en gran parte la población de las zonas 1-4 que en años posteriores contaban con una cantidad aceptable de individuos, por otro lado, las comunidades en las zonas 5-9 se puede diferenciar la que la población mantiene sus niveles de individuos, a diferencia del grupo 10 que no se identificaron individuos.

Tabla 5: Censo del Pingüino de Galápagos del año 2014 observado por áreas y subáreas (* incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.

Elaborado: Palma 2021.

Isla	Área - Subárea		2014			TOTAL
			Adl	Juv	No Det	
Fernandina	1	Pta. Espinosa – C. Douglas	0	0	0	0
Fernandina	2	C. Douglas – C. Hammond	0	0	0	0
Fernandina	3	C. Hammond – Pta. Mangle	0	0	0	0
Fernandina	4	Pta. Mangle – Pta. Espinoza	46	2	0	48
Total Fernandina			46	2	0	48
Isabela	5	C. Berkeley – Pta. Albemarle	0	0	0	0
Isabela	6	Caleta Tagus – C. Berkeley	0	0	0	0
Isabela	7.1	Pta. Moreno – Bahía Elizabeth	182	46	13	241
Isabela	7.2	Islas Marielas	68	7	0	75
Isabela	7.3	Bahía Elizabeth – Bahía Urbina	0	0	0	0
Isabela	7.4	Bahía Urbina – Caleta Tagus	0	0	0	0
Isabela	7*	Pta. Moreno – Caleta Tagus	250	53	13	316
Isabela	8	Pta. Essex – Pta. Moreno	273	16	9	298
Isabela	9	Pta. Albemarle – Pta. García	0	0	0	0
Total Isabela			523	69	22	614
Floreana	10.1	Pta. Cormorant – La Lobería	0	0	0	0
Rábida	10.2	Orilla Norte – Fin Sendero tour	0	0	0	0
Sombrero Chino	10.3	Canal S. Chino – Santiago	0	0	0	0
Santiago	10.4	Frente S. Chino – Sartén	0	0	0	0
Bartolomé	10.5	Toda la costa	0	0	0	0
Total otras islas			0	0	0	0
Total Archipiélago			569	71	22	662

En el 2016 se presenta un descenso alarmante de la población de pingüinos, esto debido a la presencia de ENSO, uno mayor en comparación a los años

1982-1983 y 1997-1998 (Anexo 1) esto redujo la presencia de alimento objetivo para esta especie. La población llegó a un límite de 420 individuos totales el más bajo hasta la actualidad, aunque los juveniles de este grupo no sobrepasan el 17% de la población es favorable para la especie debido a que se asegura que exista reproducción a futuro.

Tabla 6. Censo del Pingüino de Galápagos del año 2016 observado por áreas y subáreas (* incluye total de subáreas respectivas), clasificados por edad; adultos, juveniles, no determinado.

Elaborado: Palma 2021.

Isla	Área - Subárea	2016			TOTAL
		Adl	Juv	No Det	
Fernandina	1 Pta. Espinosa – C. Douglas	0	0	0	0
Fernandina	2 C. Douglas – C. Hammond	0	0	0	0
Fernandina	3 C. Hammond – Pta. Mangle	0	0	0	0
Fernandina	4 Pta. Mangle – Pta. Espinoza	52	6	19	77
Total Fernandina		52	6	19	77
Isabela	5 C. Berkeley – Pta. Albemarle	0	0	0	0
Isabela	6 Caleta Tagus – C. Berkeley	0	0	0	0
Isabela	7.1 Pta. Moreno – Bahía Elizabeth	58	32	3	93
Isabela	7.2 Islas Marielas	15	7	0	22
Isabela	7.3 Bahía Elizabeth – Bahía Urbina	0	0	0	0
Isabela	7.4 Bahía Urbina – Caleta Tagus	0	0	0	0
Isabela	7* Pta. Moreno – Caleta Tagus	73	39	3	115
Isabela	8 Pta. Essex – Pta. Moreno	193	27	8	228
Isabela	9 Pta. Albemarle – Pta. García	0	0	0	0
Total Isabela		266	66	11	343
Floreana	10.1 Pta. Cormorant – La Lobería	0	0	0	0
Rábida	10.2 Orilla Norte – Fin Sendero tour	0	0	0	0
Sombrero Chino	10.3 Canal S. Chino – Santiago	0	0	0	0
Santiago	10.4 Frente S. Chino – Sartén	0	0	0	0
Bartolomé	10.5 Toda la costa	0	0	0	0
Total otras islas		0	0	0	0
		318	72	30	420

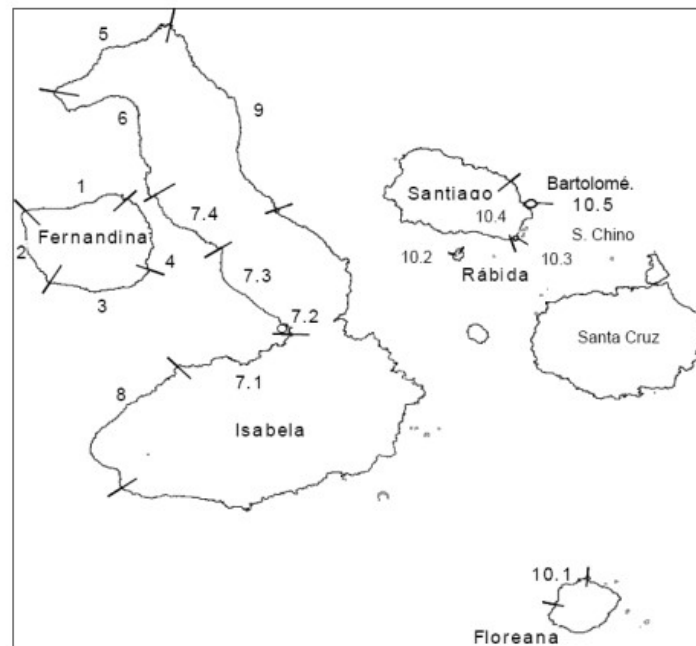


Ilustración 3 Zonas y subzonas de distribución
Fuente: Jiménez, 2016

6.2 Distribución poblacional

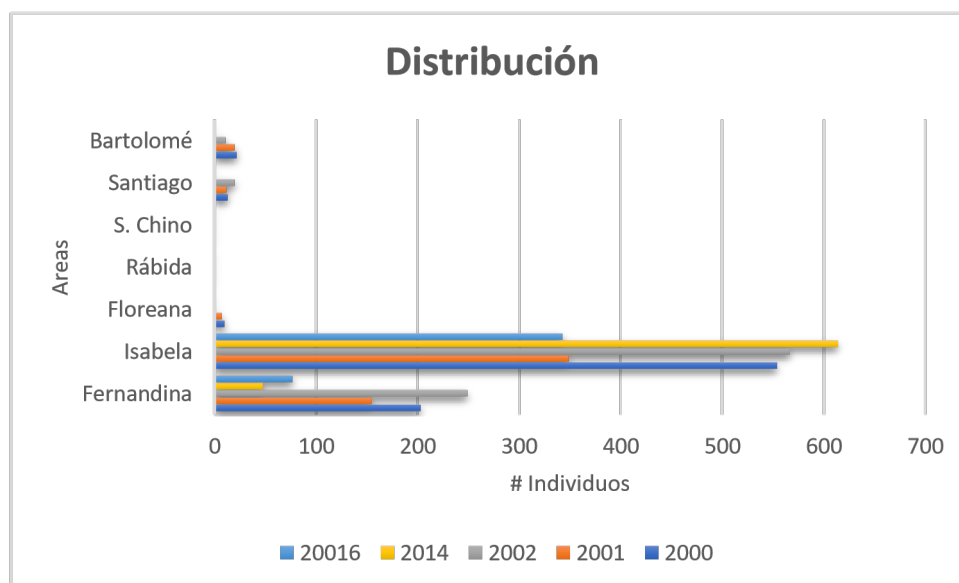


Gráfico 1 Distribución de pingüinos
Elaborado: Palma, 2021

El grafico representa la distribución de la población de pingüinos en la cual se demuestra que la mayor área de distribución se encuentra en Isabela en las subzonas 7.1 y 7.2 (Ilustración 2), de igual manera la Isla Fernandina muestra un número elevado de individuos, esto puede tener relación a la ubicación y la mayor recurrencia de ictiofauna en esas áreas.

6.3 Bioindicador

La tabla muestra la concentración de mercurio, plomo y cadmio en pingüinos hembras y machos donde se observa que los niveles de mercurio en machos son mayores a las hembras, esto puede ser posible a que las hembras pueden transferir mercurio durante la puesta de huevos, también es certero decir que la alimentación también favorece a la cantidad de mercurio aculan estas poblaciones. En los niveles de plomo y cadmio la situación es diferente ya que las hembras presentan el mayor nivel de acumulación de estos metales.

Tabla 7. Resultado de concentración de metales pesados, mercurio, cadmio y plomo en pingüinos

Elaborado: Palma, 2021

Punto	Sexo	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Puerto Pajas	Machos	5.15	29.77	0.08
Marielas	Machos	1.36	0.08	0.08
Caleta Iguana	Machos	2.22	6.29	3.8
Puerto Pajas	Hembras	1.89	48.29	20.12

7. CONCLUSIÓN

Las poblaciones de pingüinos se ven restringidas por las temperaturas oceánicas elevadas que pueden reducir sus números hasta límites en los cuales no podrían volver a recuperarse como es el caso del reciente ENSO de 2016 el cual redujo la población a tal punto de estar en peligro de extinción.

La isla Isabela al contar con una mayor área con respecto a otras islas presenta el mayor número de individuos censados desde el año 2000 esto debido en a corrientes marinas que favorecen el afloramiento de diferentes especies de peces que son objetivo para su alimentación.

La distribución de *Spheniscus mendiculus* no es para nada homogénea y poco consistente, esto se ve más remarcado en las islas centrales como Santiago, Bartolomé y Rábida en las cuales llegaba a puntos de no encontrar individuos en estas islas, esto podría estar provocado por la poca presencia de ictiofauna en estas zonas.

Los pingüinos debido a su alimentación y por factores como corrientes marinas, acumulan metales como se ha demostrado en los análisis, siendo los machos los que presentan una alta concentración de mercurio y plomo, pero baja presencia de cadmio, a diferencia de hembras que la concentración de mercurio es baja, pero se presenta una mayor presencia de plomo y cadmio que en los machos.

La capacidad de ser bio-acumuladores de metales pesados los hace una especie sumamente útil en lo que respecta a la salud de otras especies, ya que por medio de este organismo se pueden estudiar las cantidades de metales pesados en el océano, ayudando así a prevenir enfermedades a las demás especies.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alache Panchana, J. G., & Murillo Zurita, J. P. (2016). *Interpretación de avifauna y satisfacción del turista: ¿La información disponible en Galápagos cumple con las expectativas del visitante?* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Anderson, D. J. (1989). Differential responses of boobies and other seabirds in the Galapagos to the 1986-87 El Niño-Southern Oscillation event. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 52(3), 209-216
- Báez Tobar, O. (octubre de 2009). Las islas Galápagos: Tesoro natural. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, XXX(1 y 2), 125-126.
- Bellettini Villao, M. C. (2017). Análisis del impacto del turismo en la población de pingüinos de la isla Isabela, provincia de Galápagos (Bachelor's thesis).
- Bravo Velásquez, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. Abya-Yala/UPS.
- Carrera Játiva, P. D. (2012). Identificación de endoparasitosis y determinación de constantes fisiológicas en condición de captura temporal de las poblaciones del Pingüino de Galápagos (*Spheniscus mendiculus*) y cormorán no volador (*Phalacrocorax harrisi*) en las Islas Galápagos.
- Cazar Cadena, S. I. (2015). Vulnerabilidad ante el cambio climático de los ecosistemas y especies icónicas de Galápagos (Bachelor's thesis, PUCE).

CPC/NCEP (Climate prediction center / NCEP). 2021. ENSO: Recent evolution, current estatus and predictions. NOAA.
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolut on-statusfcsts-web.pdf. [Downloaded on 12 abril 2021]

Freile, J. F., T. Santander G., G. Jiménez-Uzcátegui, L. Carrasco, D. F. CisnerosHeredia, E. A. Guevara, M. Sánchez-Nivicela y B. A. Tinoco. (2019). Lista roja de las aves del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Aves y Conservación, Comité Ecuatoriano de Re-gistros Ornitológicos, Fundación Charles Darwin, Universidad del Azuay, Red Aves Ecuador y Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

Granizo, T., Pacheco, C., Ribadenerira, M. B., Guerrero, M., & Suárez, L. (2002). Libro rojo de las aves del Ecuador.

Jiménez Rivera, E. P. (2014). Galápagos colonos, protección ambiental e investigación científica, en las" Islas Encantadas" (Bachelor's thesis, Quito, 2014).

Jiménez-Uzcátegui, G. 2014. Estudio del pingüino de Galápagos y cormorán no volador 2014. Informe técnico para la Fundación Charles Darwin y Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Ecuador, 19 pp.

Jiménez-Uzcátegui, G. 2016. Estudio de las poblaciones de aves marinas: Pingüino de Galápagos, cormorán no volador y albatros de galápagos 2016. Informe técnico para la Fundación Charles Darwin y Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Ecuador, 22 pp.

Jiménez-Uzcátegui, G. y Parker P. G. (2018). "Pingüino de Galápagos". Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador. (2018). Atlas de

Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras. Quito, FCD y WWFEcuador: 118-119.

Loyola Jara, D. C. (2018). *Patrones de concentración de metales pesados según el sexo en tres especies de aves marinas endémicas de Galápagos: Pingüino de Galápagos (Spheniscus mendiculus), Cormorán no volador (Phalacrocorax harrisi) y Albatros de Galápagos (Phoebastria irrorata)* (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

Mosquera, Y., Mendoza, Y., Santana, C., & Villafuerte, J. (2018) Calentamiento Global Antropogénico: conocimiento, actitudes y disponibilidad para la acción remediadora Anthropogenic Global Warming: knowledge, attitudes and availability for the remediation action. In 3era. JORNADAS DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO 3rd. CONFERENCE OF RESEARCH, INNOVATION AND DEVELOPMENT.

Ñacato, Z. V., & Moretta, P. Y. (2020). Rango actual de distribución de los Pingüinos de Galápagos (*Spheniscus mendiculus*) y efectos de la actividad humana sobre sus poblaciones. *Kalpana-Revista de Investigación*, (18), 53-67.

Ron, S. (2020). Regiones naturales del Ecuador. (Pontificia Universidad Católica del Ecuador) Recuperado el 26 de 12 de 2020, de BIOWEB: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>.

Vargas, H., Loughheed, C., & Snell, H. (2005). Population size and trends of the Galápagos Penguin *Spheniscus mendiculus*. *Ibis*, 147(2), 367-374.

Vargas, F. H., Harrison, S., Rea, S., & Macdonald, D. W. (2006). Biological effects of El Niño on the Galápagos penguin. *Biological Conservation*, 127(1), 107-114.

Uzcátegui, G. J., & Wiedenfeld, D. A. (2002). Aves marinas. *Reserva Marina de Galápagos*, 343.

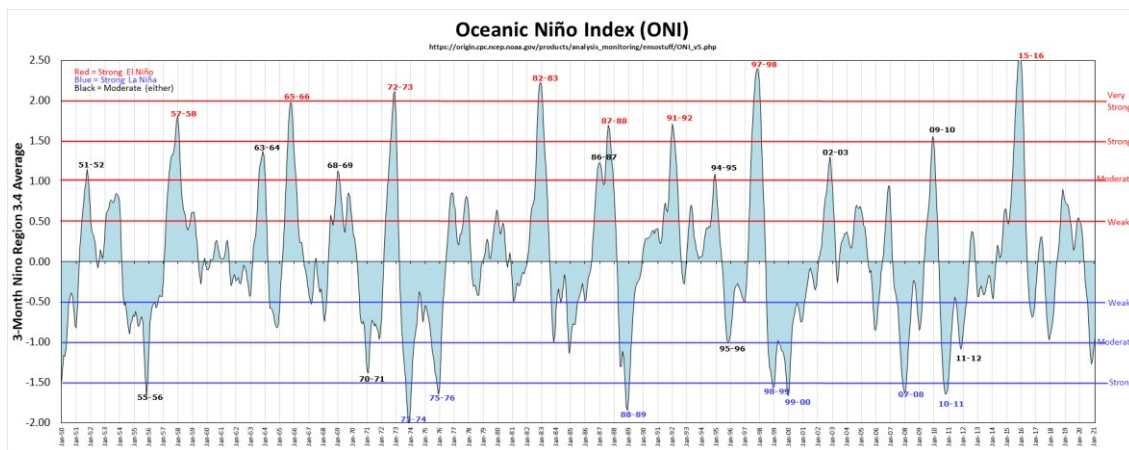
Wiedenfeld, D. A. (2006). Aves, the Galapagos Islands, Ecuador. *Check List*, 2(2), 1-27.

9. ANEXOS

Dimensiones	<i>Spheniscus mendiculus</i>	
	Machos	Hembras
Longitud del pico (mm)	58.4	54.0
Ancho del pico (mm)	19.8	16.7
Profundidad del pico	-	-
Longitud del ala (mm)	118.7	113.2
Longitud del tarso (mm)	-	-
Peso	2181.6 g	1870.2 g
Envergadura del ala (m)	-	-

Anexo 1. Medidas promedio morfológicas

Fuente: Loyola, 2018.



Anexo 2 Grafica de presencia de ENSO desde el año 1950 – 2021

Fuente: Climatic Prediction Center (CPC)

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1980	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0
1981	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1
1982	0.0	0.1	0.2	0.5	0.7	0.7	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.2
1983	2.2	1.9	1.5	1.3	1.1	0.7	0.3	-0.1	-0.5	-0.8	-1.0	-0.9
1984	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4
1986	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.2	1.2	1.1	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.9	-1.3	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8
1989	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5
1992	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1
1993	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1
1995	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4
1998	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
1999	-1.5	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2000	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
2002	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1
2003	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2006	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	0.9	0.9
2007	0.7	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.1	-1.3	-1.5	-1.6
2008	-1.6	-1.5	-1.3	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.8	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.3	0.5	0.6	0.7	1.0	1.4	1.6
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2010	1.5	1.2	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0
2012	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.2
2013	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
2015	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
2016	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0
2018	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
2019	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2020	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2
2021	-1.0	-0.9										

Anexo 3. Cambios de temperatura en el índice de Oscilación sur (SOI)

Fuente: Climatic Prediction Center (CPC)