



UNIVERSIDAD  
**SAN SEBASTIAN**  
VOCACIÓN POR LA EXCELENCIA

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

**MORTALIDAD DE FAUNA SILVESTRE MARINA COMO RESULTADO  
DE FLORACIONES DE ALGAS NOCIVAS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Memoria para optar al título de Médica Veterinaria

Profesor Tutor: Diana Maritza Echeverry Berrio MV Dr. Sc.  
**Estudiante: Trinidad Belén Sandoval Campos**



**Dr. Antonio Bizama Reyes**  
**Médico Veterinario MSc**  
**RUT: 11.898.320 - 3**

® Trinidad Belén Sandoval Campos, Diana Maritza Echeverry Berrío

Autorizan 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  
2024

## CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Concepción, el día 8 de julio de 2024, los abajo firmantes dejan constancia que el(la) alumno(a) Trinidad Belén Sandoval Campos de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 6,4.




Dr. Antonio Bizama Reyes  
Médico Veterinario MSc  
RUT: 11.898.320-3

---

MCs. Antonio Esteban Bizama Reyes M.V.

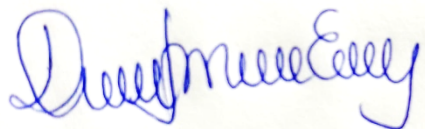
Presidente Comisión



---

MCs Nelson Andrés Sandoval Cancino MV

Profesor Evaluador



---

Dr. Cs. Diana Maritza Echeverry Berrío MV

Profesor Patrocinante

## **DEDICATORIA**

Para quien me acompañó gran parte de mi vida y estuvo en mis peores momentos, mi ángel de cuatro patitas que me cuida desde el cielo, todo lo hago por ti.

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Taxones involucrados.....	1
1.2. Clasificación de las floraciones .....	3
1.3. Floraciones que afectan la fauna silvestre .....	4
1.4. Monitoreo y Prevención .....	4
2. OBJETIVOS.....	6
3. MATERIAL Y MÉTODO .....	7
3.1. Tipo de revisión .....	7
3.2. Estrategia de búsqueda .....	7
3.3. Términos de búsqueda .....	8
3.4. Análisis de datos y definición de variables .....	9
3.5. Presentación de resultados.....	9
4. RESULTADOS .....	10
5. DISCUSIÓN .....	16
6. CONCLUSIÓN .....	23
7. REFERENCIAS .....	24
8. ANEXOS .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.** Términos de búsqueda y combinaciones mediante operadores booleanos.... 8

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Especies de algas cuyas floraciones generan mortalidad en aves, mamíferos, peces y reptiles.....	11
<b>Figura 2.</b> Especies de microalgas involucradas en las floraciones de algas nocivas reportadas.....	12
<b>Figura 3.</b> Reportes de mortalidad en fauna silvestre marina a causa de FAN a nivel mundial clasificada por países y taxones involucrados.....	14
<b>Figura 4.</b> Fitoplancton dominante de acuerdo con la distribución de los reportes.....	15

## RESUMEN

Las floraciones algales nocivas (FAN), consisten en proliferaciones de fitoplancton que generan una variedad de efectos negativos. Si bien se consideran fenómenos naturales, se evidencia un aumento en la frecuencia, distribución, e intensidad a lo largo de las últimas décadas, lo cual ha fomentado el estudio de estos eventos en cuanto a sus características y el efecto que generan en los humanos, el ambiente y la fauna tanto doméstica como silvestre.

El objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión sistemática con el fin de indagar en la mortalidad de especies de fauna silvestre marina por floraciones de algas nocivas que han sido reportadas a nivel mundial, esto a través de la recopilación de información adquirida a partir de artículos científicos y documentos oficiales, conseguidos desde buscadores como PubMed, EBSCO, Scopus, ScienceDirect, Scielo, Dialnet Plus, Taylor & Francis y Google scholar. Se consideró como ventana temporal entre el año 2000 y enero de 2024. Los artículos científicos se eligieron por título y luego por resumen para verificar que cumplieran los criterios de inclusión. Se obtuvo un total de 45 artículos que reportaban la mortalidad de 113 diferentes especies de fauna marina a causa de las FAN y en cuanto a las especies de fitoplancton involucradas predominaron *Karenia brevis*, *Alexandrium spp*, *Akashiwo sanguinea* y *Pseudo-nitzschia spp*, en ese respectivo orden. La muerte a causa de toxinas predominó por sobre efectos nocivos mecánicos o depleciones de oxígeno en el océano, siendo la toxicosis por ácido domoico la de mayor significancia en términos numéricos, seguido de las intoxicaciones por saxitoxinas y brevetoxinas. Con relación a la distribución de los reportes, estos predominaron en los países de América del Norte, principalmente en Estados Unidos, también se presentaron registros de Argentina, Islas Malvinas, Chile, El Salvador, Australia, España y Filipinas.

**Palabras claves:** Proliferaciones, Toxinas, Microalgas, Dinoflagelados.



## ABSTRACT

Harmful algal blooms (HABs) are proliferations of phytoplankton that generate a variety of negative effects. Although they are considered a natural phenomenon, there is an increase in frequency, distribution, and intensity over the last decades, which has encouraged the study of these events in terms of their characteristics and the effect they generate on humans, the environment and both domestic and wild fauna.

The objective of this work was to carry out a systematic review to dig into the mortality of marine wildlife species due to harmful algal blooms that have been reported worldwide, through the compilation of information acquired from scientific articles and official documents, obtained from search engines such as PubMed, EBSCO, Scopus, ScienceDirect, Scielo, Dialnet Plus, Taylor & Francis and Google scholar. The time window was considered between the year 2000 and January 2024. Scientific articles were chosen by title and then by abstract to verify that they met the inclusion criteria. A total of 45 articles were obtained that reported the mortality of 113 different species of marine fauna due to HABs and in terms of the phytoplankton species involved, *Karenia brevis*, *Alexandrium spp*, *Akashiwo sanguinea* and *Pseudo-nitzschia spp* predominated, respectively order. Death due to toxins predominated over mechanical harmful effects or oxygen depletion in the ocean, with toxicosis due to domoic acid being the most significant in numerical terms, followed by poisoning due to saxitoxins and brevetoxins. Regarding the distribution of the reports, these predominated in North American countries, mainly in the United States, records from Argentina, Falkland Islands, Chile, El Salvador, Australia, Spain and the Philippines were also included.

**Keywords:** Blooms, Toxins, Microalgae, Dinoflagellates.

## 1. INTRODUCCIÓN

El plancton de origen vegetal, también llamado fitoplancton, posee un rol sumamente relevante dentro de las redes tróficas, ya que realiza la principal contribución a la producción primaria, no solo en ecosistemas acuáticos, sino a nivel mundial (Pérez y Restrepo, 2008; Thornton, 2012). Se describe que la diversidad de fitoplancton marino supera las 4.000 especies (Sournia et al., 1991), pero de esa cantidad son sólo 300 las especies que, al proliferar en cantidades excesivas, pueden generar una coloración distinta en la superficie del mar, fenómeno que se ha denominado como “marea roja”, pero que, dependiendo del tipo de alga involucrado, también puede ser de colores amarillentos, marrones y azul-verdosos (Hallegraeff et al., 2003). Sin embargo, no todos los cambios de coloración son eventos dañinos, por lo tanto, para aquellas proliferaciones que producen toxinas o provocan efectos negativos, se utiliza el término Floraciones de Algas Nocivas (FAN) (Avaria et al., 1999).

Estos fenómenos poseen variados registros a lo largo de la historia y son considerados como un evento natural (Hallegraeff et al., 2003). Sin embargo, durante las últimas décadas se ha evidenciado un aumento tanto de la frecuencia, como de la distribución e intensidad de las FAN (Hallegraeff, 1993). Este incremento se atribuye a diversos factores, entre ellos, el aumento de la acuicultura, la eutrofización cultural, el cambio climático, el transporte de especies de fitoplancton a través de agua de lastre, o por el movimiento de los mismos organismos filtradores que concentran las microalgas, además, a esto se suma el creciente monitoreo científico a través de nuevas y diferentes técnicas desarrolladas (Hallegraeff, 1993; Hallegraeff et al, 2021).

### 1.1. Taxones involucrados

Dentro de los grupos de mayor relevancia en las FAN se ubican los dinoflagelados, quienes representan el mayor porcentaje de especies involucradas, seguidos por las diatomeas y en menores cantidades se encuentran las cianobacterias, las haptófitas y las rafdófitas (Lundholm et al., 2009).

### 1.1.1. Dinoflagelados

Los dinoflagelados corresponden a un amplio grupo de protistas, el número de especies vivientes ronda las 2.000 (Taylor et al., 2008 ), y de estas se estima que entre 1.500 a 1.800, corresponden a especies marinas y de vida libre (Gómez, 2005). Se caracterizan por su movimiento en espiral hacia adelante, el cual se lleva a cabo mediante un flagelo longitudinal que se expande hacia la parte posterior, y un flagelo transversal ubicado en un surco llamado cíngulo que rodea a la célula por la mitad (Spector, 2012). A pesar de la extensa cantidad de especies que pertenecen a este grupo, sólo una pequeña parte se define como toxigénica (Botana, 2014), aun así, dentro de este conjunto se encuentra la gama más amplia en diversidad de toxinas asociadas a intoxicaciones humanas y mortalidades masivas en peces (Yasumoto & Murata, 1993).

### 1.1.2. Diatomeas

Dentro de la clase Diatomea, también llamada Bacillariophyceae, existen múltiples propuestas respecto a la cantidad de especies, sin embargo, se propone que llegan a ser 100.000 ejemplares (Mann y Vanormelingen, 2013), de estos sólo se describen como fitoplancton marino entre 1.365 y 1.783 especies (Sournia et al., 1991). Uno de los aspectos más llamativos del grupo es la composición de la pared celular, éstas se conforman de sílice en patrones específicos para cada especie, dicha estructura aporta rigidez, arquitectura y densidad, estas características provocan que, a diferencia de los dinoflagelados, la mayoría de las diatomeas no sean móviles (Kröger y Poulsen, 2008). Son capaces de formar esporas de reposo cuando las condiciones lo requieren y dependiendo de la especie pueden germinar si se proporciona el ambiente adecuado, siendo viables por décadas e incluso siglos (Sanyal et al., 2022).

### 1.1.3. Cianobacterias

Las también llamadas como algas verdeazuladas, se pueden diferenciar en dos grupos, neurotoxinas y hepatotoxinas (Roset et al., 2001). Se describen como los primeros seres capaces de realizar fotosíntesis, poseen características tanto de plantas como de bacterias, su organización celular se asemeja más a un organismo procariota que a un

alga eucariota, detallando que, incluso, su pared celular es igual a la de una bacteria gram negativa (Prosperi, 2000; Lee, 2008).

#### 1.1.4. Haptófitas

Se distinguen por presentar dos flagelos, y entre estos, un característico organelo similar a un flagelo, pero más pequeño y delgado llamado haptonema (Bell y Hemsley, 2000). Las haptófitas, cuentan con unas distintivas escamas en su superficie (Lee, 2008), cuando estas escamas se encuentran calcificadas, los especímenes distinguen como cocolitóforos o cocolitofóridos, organismos significativos por su rol en el ciclo del carbón en el océano (Iglesias-Rodriguez et al., 2002), pero a pesar de que las floraciones de algas más dañinas se asocian a haptófitas no calcificadas, los cocolitóforos también poseen géneros que se pueden ver involucrados en floraciones (Jordan y Chamberlain, 1997; Lee, 2008).

#### 1.1.5. Rafidofíceas

Este grupo representa una cantidad de especies mucho más reducida en comparación a los anteriores, con un potencial de 40 ejemplares, de las que sólo se confirma la existencia de 20 (Adl et al., 2007). Su figura es piriforme, poseen un flagelo en dirección anterior que se compone de mastigonemas y permite la movilidad de la célula, además de un flagelo en dirección posterior que es liso (Menezes y Bicudo, 2010). Al referirse a las microalgas de esta clase, se pueden caracterizar en dos grupos, aquellas de agua dulce que poseen un pigmento verdoso, y las especies marinas, que son de coloraciones café (Mostaert et al., 1998).

### **1.2. Clasificación de las floraciones**

Existen múltiples propuestas para la clasificación de las floraciones algales nocivas, sin embargo, uno de los criterios más utilizados corresponde a separarlas según el tipo de daño que produce, y de acuerdo con esto se dividen en tres (Hallegraeff et al., 2003):

a. Especies que producen reducción de las cantidades de oxígeno o anoxia temporal de una zona.

- b. Especies productoras de toxinas con efectos neurológicos y gastrointestinales que a través de redes tróficas llegan al humano.
- c. Especies no tóxicas para humanos pero que producen obstrucción de las branquias o generan daño en peces e invertebrados.

### **1.3. Floraciones que afectan la fauna silvestre**

Las floraciones de algas pueden tener varios efectos perjudiciales en la fauna silvestre, en especial aquella que habita cuerpos de agua. Algunas algas pueden producir toxinas perjudiciales o mortales para los animales acuáticos. Los mamíferos marinos, como los manatíes, delfines y lobos marinos, también pueden resultar afectados al consumir alimento contaminado con estas toxinas (Capper et al., 2013; Goldstein et al., 2008; Schwacke et al., 2010). Las floraciones de algas también pueden afectar la vida silvestre de una forma indirecta, ya que al disminuir los niveles de oxígeno pueden generar zonas donde la vida marina no logra sobrevivir (Anderson, 2009).

### **1.4. Monitoreo y Prevención**

En la actualidad, una de las alternativas de mayor uso para el monitoreo y detección de las FAN corresponde a la teledetección mediante sensores ubicados en satélites y que se basan en las concentraciones de clorofila (Blondeau-Patissier et al., 2014; Hill et al., 2020). Las técnicas *in-situ* suelen verse más limitadas debido a los costos y la extensión de las zonas afectadas, sin embargo, se describe la prueba de PCR cuantitativa y ELISA como técnicas de elección debido a su alta eficacia detectando la especie involucrada, de igual manera, métodos convencionales como la microscopía óptica siguen siendo utilizados (Doucette et al., 2018; Perini et al., 2019). En cuanto a la fauna, se describen especies de animales silvestres y domésticos como centinela para la detección de eventos y para prever posibles efectos en humanos (Backer y Miller, 2016; Hilborn y Beasley, 2015).

En relación a medidas de prevención, se presentan tres enfoques los cuales consisten en control de materiales o sustancias que llegan a la región, en particular la disminución de la carga de nutrientes, modificación de condiciones físicas tal como la generación de

turbulencias, y por último cese o relocalización de actividades, por ejemplo, de centros de acuicultura (Anderson, 2004; Sellner y Rensel, 2018).

Desde un inicio, los efectos de las FAN en humanos han sido motivo de estudio debido a la gravedad de los casos, pero hoy en día, el impacto de muchos fenómenos, incluidas las FAN, en el ecosistema y en la fauna silvestre, genera cada vez más controversia, muchas personas comienzan a informarse sobre los impactos que estos causan en la naturaleza y debido a eso, eventos como estos adquieren mayor relevancia. Incluso, desde el enfoque de One Health en conjunto con los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), a partir del año 2016, se ha implementado el Sistema de floración de algas nocivas One Health (OHHABS), el cual incentiva a la recopilación de información incluyendo enfermedades humanas, animales y datos ambientales. Progresivamente, aumentan los estudios a cerca de consecuencias de las FAN sobre la fauna silvestre, aunque se van describiendo como casos aislados, de distintas localizaciones, provocados por variadas toxinas y especies de microalgas. Es por este motivo que el objetivo de este estudio consiste en reunir material que permita responder a la pregunta de investigación; ¿Qué especies de fauna silvestre marina se ven mortalmente afectadas por las floraciones de algas nocivas?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.- Objetivo general**

Estimar las especies de fauna silvestre marina afectadas mortalmente por floraciones de algas nocivas reportadas a nivel mundial.

### **2.2.- Objetivos específicos**

- Identificar las especies de fauna silvestre marina afectadas mortalmente por floraciones de algas nocivas.
- Identificar las especies de microalgas y tipo de toxinas involucradas en floraciones de algas nocivas que generan mortalidad de fauna silvestre marina.
- Determinar la distribución de los eventos que causaron mortalidad de fauna silvestre marina por región geográfica.

### **3. MATERIAL Y MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de revisión**

La revisión bibliográfica corresponde a una revisión de tipo sistemática.

#### **3.2. Estrategia de búsqueda**

Para llevar a cabo la investigación, se utilizan bases de datos dentro de las que se encuentran: PubMed, EBSCO, Scopus, ScienceDirect, Scielo, Dialnet Plus, ProQuest y Google scholar.

#### **Criterios de inclusión**

Para elaborar la revisión bibliográfica se consideraron:

- Artículos que indicaran mortalidad asociada a floraciones de algas nocivas.
- Artículos publicados en idiomas español e inglés.
- Una ventana temporal entre los años 2000 y enero de 2024 para los documentos publicados.
- Una ventana temporal entre los años 2000 y enero de 2024 para los eventos de mortalidad registrados
- Eventos asociados a mares y océanos, incluyendo bahías, estuarios, golfos y penínsulas.
- Reportes que involucraran fauna marina silvestre dentro de los taxones de aves, peces, mamíferos y/o reptiles

#### **Criterios de exclusión**

Para el presente estudio no se consideraron:

- Publicaciones en idiomas diferentes al español e inglés.



- Estudios y eventos fuera de la ventana temporal estipulada tampoco fueron incluidos.
- No fueron incluidos estudios que sólo impliquen la eutanasia de los animales con el fin de detectar la presencia de toxinas o microalgas.
- No fueron incorporados eventos que tuvieran ocurrencia en cuerpos de agua dulce.

### 3.3. Términos de búsqueda

A continuación, se presentan las palabras claves y su combinación con operadores booleanos que se utilizaron para realizar la búsqueda:

**Tabla 1.** Términos de búsqueda y combinaciones mediante operadores booleanos.

<b>Palabras claves</b>	<b>Operadores booleanos</b>
Fauna silvestre/Wildlife	Wildlife AND Microalgae AND Toxins
Microalgas/Microalgae	Wildlife AND HAB AND Effects
Toxinas/Toxins	Dinoflagellate AND Toxins
Floraciones/Blooms	Microalgae AND Toxins AND Effects AND Wildlife
FAN/HAB	HAB OR Blooms AND Toxins AND Marine mammals OR Seabirds Or Fishes
Dinoflagelado/Dinoflagellate	Wildlife AND Mortality AND Microalgae
Mamíferos marinos/Marine mammals	Microalgae AND Hepatotoxins OR Neurotoxins
Aves marinas/ Seabirds	Wildlife AND Microalgae AND Poisoning
Peces/Fishes	Microalgae AND Wildlife AND Stranding
Varamiento/Stranding	Dinoflagellate OR Cyanobacteria AND Wildlife AND Mortality
Mortalidad/Mortality	Marine mammals OR Marine Seabirds OR Fishes AND Poisoning AND Blooms

Proliferación/Proliferation	HAB AND Wildlife AND Neurotoxins OR Hepatotoxins
Cianobacterias/Cyanobacteria	Microalgae AND Proliferation AND Toxins
Hepatotoxinas/Hepatotoxins	Microalgae AND Proliferation AND Effects AND Wildlife NOT humans
Neurotoxinas/Neurotoxins	
Envenenamiento/Poisoning	

### 3.4. Análisis de datos y definición de variables

Las variables cualitativas que se evaluaron en el presente estudio son: especie de fauna silvestre afectada, lugar del reporte del evento (país y océano), tipo de microalga involucrada y tipo de toxinas liberadas por cada especie de microalgas. Se realizó un análisis descriptivo de estas variables, considerando porcentajes de ocurrencia por especie animal, tipo de microalga, tipo de toxina y por región geográfica.

### 3.5. Presentación de resultados

Para la presentación de resultados se realizó un mapa de distribución de eventos a nivel global, además de la presentación de tablas, cuadros y/o gráficos utilizando Microsoft Excel® para responder a cada objetivo específico planteado.

## 4. RESULTADOS

Después de realizar la búsqueda con las palabras claves definidas se obtuvieron 16 resultados en PubMed, 29 resultados en EBSCOhost, 14 resultados en Scopus, 593 resultados en ScienceDirect, 8 resultados en Scielo, 4 resultados en Dialnetplus, 5.247 resultados en ProQuest y 15.300 resultados en Google scholar. De todas las publicaciones, se consiguió un total de 45 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión requeridos.

En respuesta al objetivo general se logró evidenciar que 113 especies diferentes de fauna silvestre marina fueron afectadas mortalmente por floraciones de algas nocivas, involucrando en estas, a 17 especies clasificadas como Vulnerables (VU), 9 especies clasificadas como En Peligro (EN) y 4 especies clasificadas como En Peligro Crítico (CR) según la Lista Roja de IUCN (2023). En el anexo 1, se adjunta la lista de las diferentes especies y su estado de conservación.

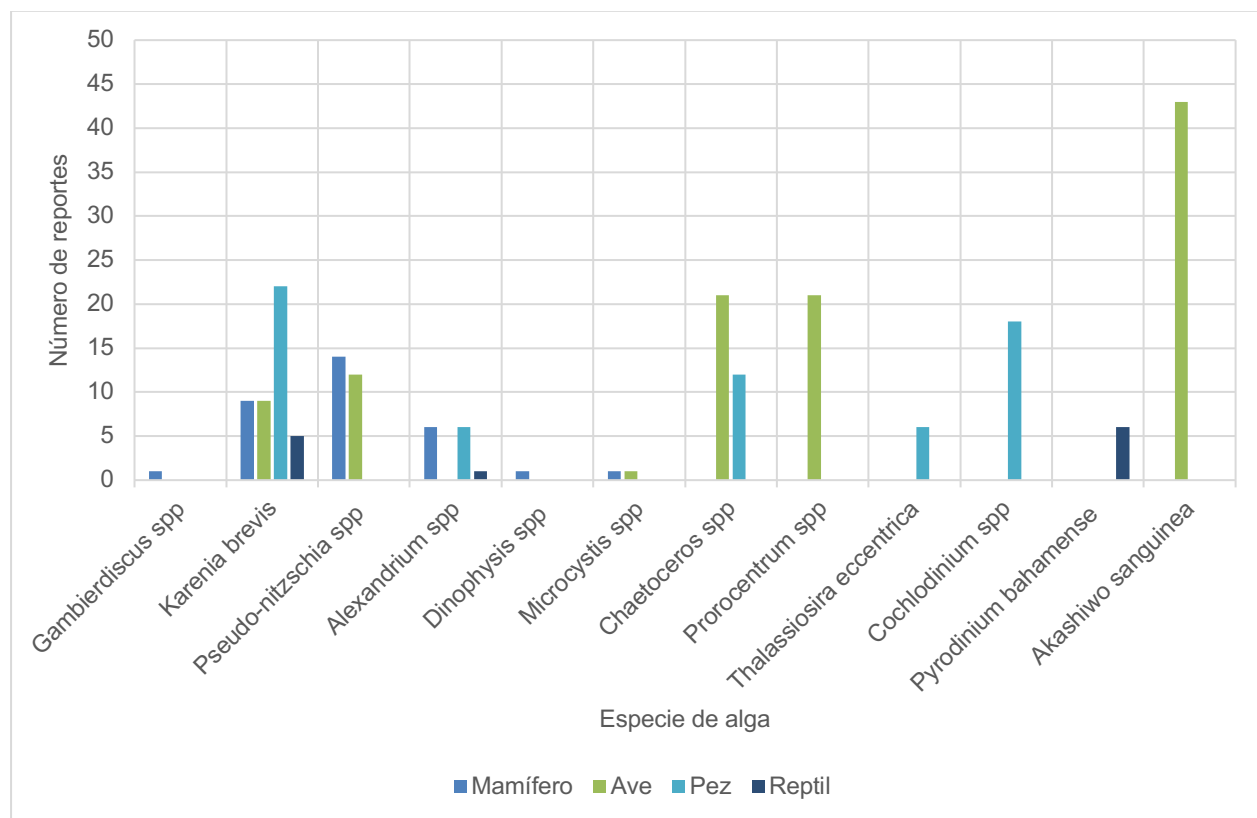
A partir de la recopilación de datos se obtuvo que de los reportes 61 fueron asociados a mortalidad de aves dentro de las que se distinguieron 31 especies, 32 reportes asociados a mamíferos de 21 especies, 58 reportes asociados a peces de 55 especies y 12 reportes asociados a reptiles, en específico, a 6 diferentes especies de tortugas (Anexo 3).

De acuerdo con lo encontrado en la literatura se pudo evidenciar que existen especies de algas que afectan más a ciertas especies animales que otras, por ejemplo, los reptiles fueron los únicos afectados por floraciones de *Pyrodinium bahamense* en los estudios que integraban la revisión, mientras que los peces resultaron ser los únicos afectados y, por ende, los más susceptibles a *Thalassiosira spp* y *Cochlodinium spp* (Figura 1). Hubo tan sólo dos casos asociados a cianobacterias, ambas del género *Microcystis spp*, que correspondieron a un ave y un mamífero, un ánade real y una nutria marina respectivamente. De todos los registros recopilados, sólo aves presentaron mortalidad por *Akashiwo sanguinea* y *Prorocentrum spp*, este último asociado a otras microalgas presentes durante una misma floración. Por otra parte, existen especies de algas que

afectan a todos los grupos taxonómicos seleccionados para esta revisión, entre ellas *Karenia brevis* y *Alexandrium spp* (Figura 1).

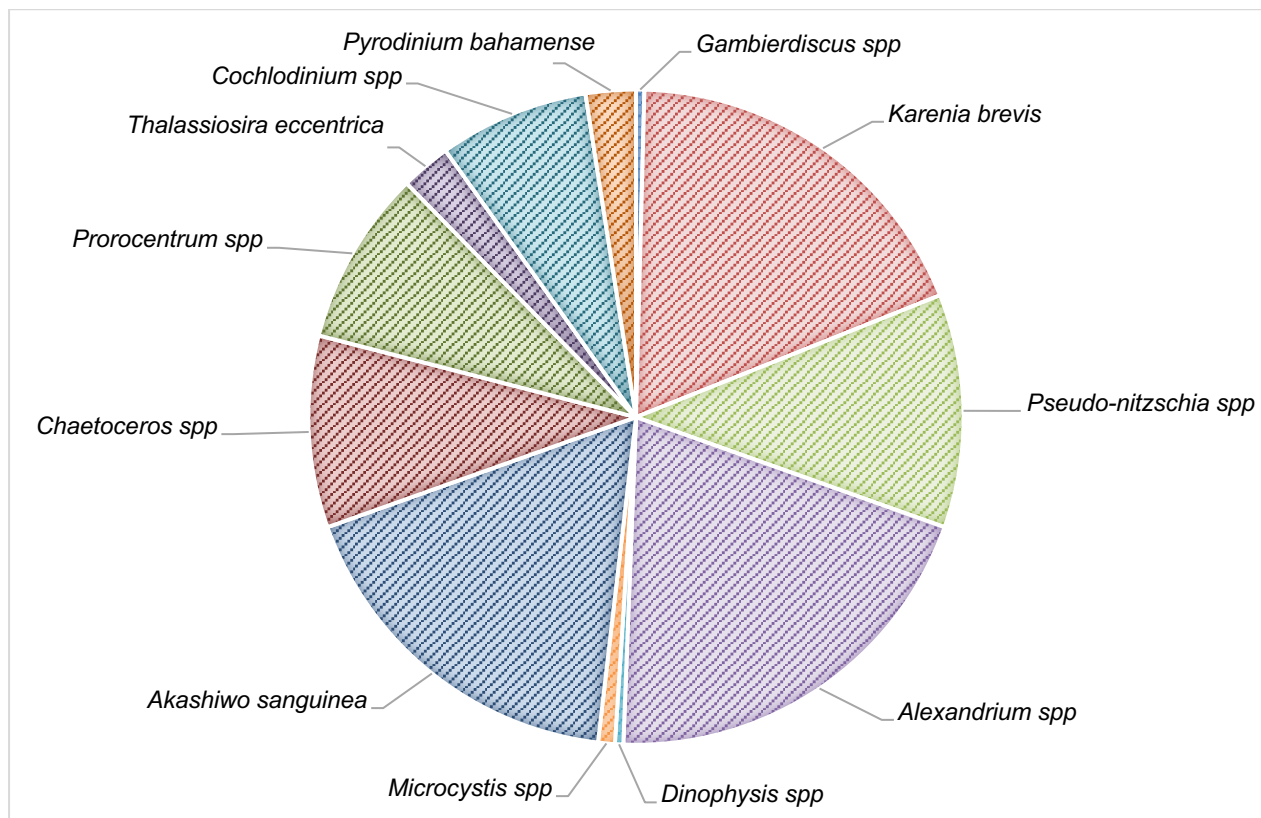
Se incluyeron en la revisión, dos reportes en los que no se especificó el tipo de fitoplancton involucrado, ya que se identificaban como afectadas dos especies que se pueden encontrar en las costas de Chile, el lobo marino sudamericano y el rorcual norteño, este último también conocido como ballena boba.

**Figura 1.** Especies de algas cuyas floraciones generan mortalidad en aves, mamíferos, peces y reptiles.



A partir de la recopilación de datos, se pudo evidenciar que las especies de microalgas que tuvieron mayor cantidad de reportes fueron los dinoflagelados *Karenia brevis*, seguido por *Alexandrium spp* y *Akashiwo sanguínea*. En menor cantidad, pero aún con un importante número de cifras, continúa la diatomea *Pseudo-nitzschia spp*. (Figura 2 y 3).

**Figura 2.** Especies de microalgas involucradas en las floraciones de algas nocivas reportadas.



En cuanto a los tipos de toxinas detectadas, se presentó el ácido domoico (AD) en 50 reportes que variaban entre la especie *Akashiwo sanguinea* y diversas especies del género *Pseudo-nitzschia spp*. En tanto hubo 48 reportes asociados a saxitoxinas, ya sea la misma saxitoxina (STX) o sus análogos, principalmente gonyautoxina (GTX) y neosaxitoxina (NeoSTX), entre otras, todas estas asociadas a *Pyrodinium bahamense* o a diversas especies del género *Alexandrium spp*. También se describieron 45 reportes

asociados a brevetoxinas (PbTx<sub>s</sub>), de estos uno diferenció que se trataba de una brevetoxina de tipo B, la cual se describe con una acción menos potente que la toxina de tipo A (Tubaro y Hungerford, 2007; FAO, 2005). Todos los casos en los que hubo presencia de PbTx<sub>s</sub>, estaban ligados a *Karenia brevis*. Se presentó tan sólo un reporte asociado a ácido okadaiko (AO) asociado al fallecimiento de un delfín nariz de botella contaminado con el dinoflagelado *Dinophysis spp.* Un único reporte de evento de asociado a *Gambierdiscus spp.*, un género de dinoflagelados productores de ciguatoxinas (CTXs), conocidas por producir la ciguatera, se vio relatado en un pinnípedo (*Monachus schauinslandi*) clasificado con un estado de conservación En Peligro. Además, como causantes de daño a nivel de las branquias, se determinaron *Thalassiosira eccentrica* y *Chaetoceros spp.*, en tanto las causas de mortalidad por *Cochlodinium spp.* se clasificaban como aún en estudio, pero también asociadas a un daño branquial. En el anexo 2 se adjuntan las especies y/o géneros de microalgas acompañadas de su tipo de toxina u efecto nocivo.

Referente a la distribución geográfica de los eventos que fueron incluidos en la revisión, esta se ve liderada en número por países de América del Norte, con su mayor exponente siendo Estados Unidos y con una concentración de estudios tanto en el Océano Pacífico Norte como en el Océano Atlántico Norte, incluyendo este último el Golfo de México. México y Canadá resultan las siguientes regiones con mayor cantidad de registros. Dentro de América del Sur, Chile, Argentina e Islas Malvinas fueron los únicos países representantes (Figura 3). En cuanto a El Salvador, Australia, España y Filipinas, se obtuvo tan sólo una publicación por país que cumpliera con los criterios de inclusión. Acerca de la distribución de los taxones, los reptiles fueron los más focalizados, ya que sólo se reportaron en América del Norte y del Centro, mientras que la distribución más amplia la tuvieron los mamíferos, seguidos de los peces. A pesar de que las aves mantuvieron la mayor cantidad de registros, su reparto no fue el más amplio, este contó con 4 países, todos localizados en América del Norte y América del Sur. Sólo en Estados Unidos se describió la mortalidad de los cuatro taxones estudiados dentro de esta revisión (Figura 4). En ambos países de América del sur se observaron afectados los mismos taxones, además, se describió que los mamíferos estudiados en ambos países tenían

presencia de DA y STX, a su vez, todas las aves presentaban saxitoxinas, ya sea STX o sus derivados.

No hubo reportes que, cumpliendo con los criterios de inclusión, involucraran a los continentes de la Antártica ni África.

**Figura 3.** Fitoplancton dominante de acuerdo con la distribución de los reportes.



**Figura 4.** Reportes de mortalidad en fauna silvestre marina a causa de FAN a nivel mundial clasificada por países y taxones involucrados.





## 5. DISCUSIÓN

En la presente revisión bibliográfica se logra identificar las principales especies de algas cuyas floraciones generan mortalidad de fauna silvestre en el ecosistema marino de acuerdo con reportes de literatura. Dentro de los 12 géneros de microalgas que se ven involucrados en los estudios recuperados, la mayoría formaba parte del grupo de los dinoflagelados, a los que les siguieron en número las diatomeas, esto en concordancia a los resultados esperados, ya que representan a los dos grupos más numerosos y con mayor diversidad de especies (Lundholm et al., 2009; Simon et al., 2008). La baja cantidad de resultados asociados a cianobacterias se respalda con la literatura, que declara que la mayoría de las especies de este grupo presenta afinidad por las aguas dulces, por ende, son un problema de mayor significancia en aguas continentales (Bonilla y Aubriot, 2019; Campos et al., 2005). En concordancia a la literatura, el género *Pseudo-nitzschia spp* reportó intoxicaciones tanto en aves como en mamíferos y que a pesar de que peces planctívoros poseían altas cantidades de DA, no se notifica mortalidad (Lefebvre et al., 2002). En cuanto a las haptófitas, a pesar de que se describe que *Prymnesium parvum* es un amplio causante de mortalidad en peces a nivel oceánico, no se encontraron registros descriptivos de las especies de fauna marina que se ven afectadas por esta. Sin embargo, la creciente presentación de floraciones de esta alga en agua dulce ha sido motivo de variados autores para dirigir los estudios asociados a esta haptófita hacia aguas continentales (Macêdo et al., 2023). Tampoco las rafidofíceas se integraron dentro de la revisión, a pesar de que su principal exponente *Heterosigma akashiwo* involucre una vasta cantidad de estudios, todos estos se encontraban abordados desde la perspectiva de la acuicultura (Chang et al., 1990; Hard et al., 2000; Mardones et al., 2023).

Una de las especies destacadas dentro de la revisión resultó ser *Akashiwo sanguinea*, una especie que ya se ha visto, y se seguirá viendo, favorecida por la acidificación de los océanos, el calentamiento global y el aumento en la irradiación (Ou et al., 2017). Resulta importante que, dentro de los estudios incluidos en esta revisión, *A. sanguinea* sólo presentó reportes asociados a aves, aun cuando existen autores que han mencionado

mortandades de peces, eso sí, sin describir las especies de peces silvestres involucradas (Gárate et al., 2008) esto pudiendo relacionarse a varios factores, partiendo por lo que sugiere Rattner et al., (2022) asociado a que el enfoque de los estudios sobre el impacto de las FAN en fauna silvestre, va principalmente orientado a aves y mamíferos por sobre otros taxones. Además, dentro de las últimas décadas, ha resultado llamativa la mortalidad de aves durante floraciones de esta alga, encontrándose ejemplares hipotérmicos e hipoglicémicos, esto debido a que una proteína producida por el fitoplancton causaba pérdida de la impermeabilidad del plumaje (Jessup et al., 2009). Aun así el principal motivo por el que no se observó la afección de peces por *A. sanguinea*, como se profundizará más adelante, está ligado al AD como la toxina que esta especie produce.

La distribución de *Pyrodinium bahamense* quedó centrada en los reptiles, esto a pesar de que existen evidencias de mortalidad en otros animales, incluso en fósiles de cormoranes y peces del Plioceno tardío, se han detectado sedimentos de *P. bahamense*, que se exponen como posible causa de muerte (Emslie et al., 1996). El fundamento de que la distribución dentro de esta revisión se haya centrado en las tortugas no es un hecho fortuito, se ha revelado que organismos que son alimento para las tortugas, tienen una estrecha relación con el fitoplancton, de acuerdo con estudios, las salpas se alimentan de fitoplancton, acumulando grandes cantidades de este en su interior y además concentrándose en zonas en las que abundan estas microalgas (Herrera et al., 2015). Por otro lado, se ha comprobado que los climas cálidos y las floraciones de microalgas, favorecen el éxito reproductivo de *Pelagia noctiluca*, medusa de la cual se alimenta la tortuga boba (Ottmann et al., 2021).

Dentro de las toxinas que se vieron involucradas en la recopilación, la toxicosis por ácido domoico tuvo la mayor cantidad de casos, esta toxina producida por *Pseudo-nitzschia spp* y *A. sanguinea*, y más conocida como el Veneno Amnésico de los Mariscos (VAM) debido a los síntomas que genera en humanos, este efecto asociado a su mecanismo de acción que presenta como principal órgano diana el hipocampo, en este generan una excitotoxicidad mediante la estimulación de la liberación de glutamato además de la activación de los receptores de este mismo (Vivanco 2022; Pulido, 2008). Cabe destacar

que dentro de esta revisión sólo se vieron afectados mamíferos y aves por esta toxina, por mucho tiempo se tuvo la creencia de que los peces no se veían afectados por el AD debido a que a pesar de presentar altas concentraciones en su organismo no se observaban signos ni mortalidad por estas, sin embargo, Lefebvre et al. (2001) comprobó mediante inyecciones intracelómicas que los peces también sufrían de excitotoxicidad producida por esta toxicosis, pero que la exposición de la dieta no sería suficiente para producirla. Esto ligado a factores como la cantidad de absorción vía oral debido a la menor longitud de su tracto digestivo, así como diferencias en la metabolización y excreción (Lefebvre et al., 2012).

Con respecto a todo el grupo de las saxitoxinas, conocidas también como el Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM) para los humanos, se caracterizan como potentes neurotóxicos que van a producir parálisis muscular por medio del bloqueo de canales de sodio voltaje dependientes (Vivanco, 2022; Landsberg, 2002). La mayoría de los eventos de mortalidad causados por esta toxicosis en organismos acuáticos se asocian a los dinoflagelados *Alexandrium tamarense* y *A. catenella* (Landsberg, 2002), efectivamente ambas especies se vieron involucradas en los registros recopilados durante esta revisión. El ácido okadaico por su parte es producido por algunas especies de los géneros *Dinophysis spp.* y *Prorocentrum spp.* (Costas, 2024). El AO se define como un inhibidor de proteínas fosfatasa serina/treonina, moduladoras de proteínas involucradas en la transducción, crecimiento y división celular (Fernández et al., 2003). En esta revisión se obtuvo sólo un caso asociado a un delfín nariz de botella, afectado por *Dinophysis spp.*, en el cual también se encontraron restos de AD provenientes de una *Pseudonitzschia pungens*. Tanto las brevetoxinas como las ciguatoxinas, se categorizan como neurotóxicos por provocar la despolarización de las neuronas mediante la apertura continua de canales de sodio voltaje dependientes, diferenciándose principalmente en que las ciguatoxinas presentan una mayor afinidad a los receptores de estos canales (Murray, 2021; Perez-Morales y Band-Schmidt, 2011). Si bien se describe que ambas generan un cuadro neurológico y gastrointestinal, en humanos se concluye que la afinidad de las ciguatoxinas implica un cuadro de mayor severidad (Farabegoli et al., 2018), pero dentro de esta revisión fueron las brevetoxinas las que afectaron a todos los taxones cuando de ciguatoxinas sólo se presentó un reporte de mamíferos afectados, y de los

animales analizados en dicho estudio, había individuos vivos que no se veían perjudicados por la presencia de estas (Bottein et al., 2011), aquello pudiese relacionarse a que se requiera mayor bioacumulación de las ciguatoxinas para que estas produzcan sus efectos nocivos, esto ya que se menciona que peces pequeños y herbívoros no han sido grandes transmisores de ciguatera, mientras que peces carnívoros y de mayor tamaño como la barracuda, han generado fatales cuadros en humanos (Lewis, 2001).

Las microcistinas se han descrito por la literatura como potentes inhibidores de las fosfatasa de proteínas, siendo sus células diana los hepatocitos y los macrófagos (Moreno et al., 2003). Si bien dentro del estudio las MCs sólo se vieron involucradas con los taxones de aves y mamíferos, en este caso como ya fue mencionado, las cianobacterias tienen una mayor incidencia en cuerpos de agua dulce en las que se describen amplias mortalidades de varias taxas animales (Grosman y Sanzano, 2002; Giannuzzi et al., 2017), aun así existen registros de mortandad de bagres por MCs en ambientes marinos, sin embargo, estos no fueron incluidos dentro del estudio ya que quedaban fuera de la ventana temporal y eran peces de producción (Zimba et al., 2001).

La depleción de los niveles de oxígeno a causa del fitoplancton puede tener más de un origen, esta se puede dar por un exceso de fitoplancton muerto que lo utiliza en su descomposición o durante la noche cuando el fitoplancton consume el oxígeno en vez de producirlo, además a ambas situaciones se suma que la gran masa de microalgas puede bloquear la luz solar a otros productores primarios, y si bien resulta que las cianobacterias son las que más se describen produciendo mortalidad por anoxia, dentro de los registros abordados si se describió una floración con abundante *Prorocentrum spp*, quien también posee especies caracterizadas por este efecto nocivo (Paerl y Huisman, 2009; Havens, 2008; Beita y Barahona, 2010). El último de los mecanismos nocivos que se incorporó dentro de esta revisión fue directamente el daño branquial en especies involucradas, como *Chaetoceros spp*, que presentan en su morfología estructuras punzantes que generan daño mecánico (Sastre et al., 2019; Hallegraeff et al., 2003). También *Thalassiosira spp* entra en esta categoría de daño mecánico, sin embargo, a pesar de que hay especies con efecto nocivo por su producción de mucílago, *T. eccentrica*, que es la especie que se integra al estudio, no es productora de esta sustancia y en vez de eso

se describe que genera obstrucción de las branquias en proliferaciones masivas (López-Cortés et al., 2015). Finalmente, *Cochlodinium spp* no posee una descripción específica en cuanto a su efecto nocivo, pero también se asocia a un daño a nivel de las branquias provocado por especies reactivas de oxígeno que también inducirían la producción excesiva de moco (Azanza et al., 2008). Los peces, evidentemente, van a ser los de mayor susceptibilidad ante efectos nocivos relacionados a daño branquial.

Hubo dos continentes de los que no se logró conseguir reportes de mortalidad por las FAN, en el caso del continente Antártico, sólo existe conocimiento sobre la dominancia de las diatomeas en su biodiversidad. (Kim et al., 2018) Pero si bien afortunadamente en la actualidad no se presenta mayor actividad nociva del fitoplancton, esto podría no ser así en un futuro, los cambios en la salinidad del océano antártico y el aumento de las temperaturas, son factores que podrían favorecer tanto a la proliferación de especies de algas existentes, como al establecimiento de nuevas especies que llegan a la región, prueba de esto es la reciente detección, por primera vez, de pectenotoxina-2 (PTX-2) a los alrededores de la Isla Rey Jorge, lo que evidenció la presencia del género de dinoflagelados *Dinophysis spp* en la zona (Krock et al., 2020). En cuanto a África, a pesar de que no hubo artículos que cumplieran con la ventana temporal de los criterios de inclusión, si existen registros de mortalidades en Sudáfrica, principalmente estudios vinculados a dos eventos masivos que ocurrieron en 1994 y, posteriormente, en 1997 en los que destacan la mortalidad de la langosta de roca sudafricana (*Jasus lalandii*), también mencionan la afección de peces, eso sin referirse a las especies afectadas (Pitcher y Calder, 2000; Cockcroft et al., 2000; Branch et al., 2013). Es posible que el planteamiento del problema orientado hacia el varamiento de langostas guarde relación con el fuerte uso que le dan algunas zonas del sur del continente ya sea para consumo propio o para la comercialización de este crustáceo. Por otra parte, a pesar de que no hubo notificaciones de mortalidad de fauna silvestre por FAN, si se evidenció un aumento en la incidencia y severidad de las floraciones entre 1960 y 2005 (Stephen y Hockey, 2007). En cuanto a la ausencia de reportes, esto pudiese atribuirse a la llamada “misión de investigación perdida”, dando a entender el bajo nivel de investigación que tuvo el continente y que recién desde el 2004 iniciaron los intentos por invertir en este ámbito (Andoh, 2017).

Se pudo establecer que en tanto los estudios de Estados Unidos se iban complementando con los de años anteriores, orientando al avance del problema, consecuencias y especies amenazadas, los estudios de los demás países en su mayoría realizaban un reporte anecdótico de un evento de mortalidad. Se le debe a varios elementos el tener una mayor base de registros e inversiones que favorecen el estudio de estos fenómenos, por ejemplo, Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (s.f.), una agencia gubernamental del estado de Florida, Estados Unidos, que visualiza y enseña sobre los problemas de conservación con respecto a la biodiversidad, además de proveer de estudios y constantes actualizaciones sobre el estatus de mareas rojas en las zonas costeras del estado.

Resulta lamentable el hecho de que la gran mayoría de estudios hechos en base al impacto de las FAN en la fauna silvestre marina, están asociados a eventos de mortalidad masivos. Sin embargo, existen estudios que ya dictaminan evidencia de otras consecuencias asociadas a la exposición a las FAN, como el fallo reproductivo en lobos marinos de California a causa del ácido domoico (Brodie et al., 2006), también se han evidenciado las convulsiones como consecuencia a la toxicosis por AD en un lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) (Schmitt et al., 2023), además se ha estudiado el diagnóstico de esta misma toxicosis en lobos marinos de California (*Zalophus californianus*) mediante anomalías comportamentales como prurito excesivo, movimientos en círculos, fasciculaciones musculares, ataxia, dificultad para amamantar, movimientos de cabeza, muecas, entre otros (Wittmaack et al., 2015).

Si bien se pudo realizar una lista de las especies de peces que sufren de los efectos mortales de las FAN, la cantidad de reportes era escasa y se pudo evidenciar que para estos animales el enfoque se asociaba a ejemplares de producción en cautiverio, tales como salmones, atunes y bacalaos, todos estos con fines de producción (García et al., 2018; Davidson et al., 2020; Lim et al., 2014). Inclusive hubo múltiples países que no formaron parte de la revisión ya que no presentaban reportes de fauna silvestre, pero sí tienen un amplio registro de casos asociados a animales de producción, entre esos países se incluye Malasia, Nueva Zelanda, Noruega, China, Japón, Corea y Rusia, entre otros (Lim et al., 2014; MacKenzie et al., 2011; Johnsen et al., 2010; Sakamoto et al.,

2021). Incluso se realizan investigaciones con ejemplares de producción, como la trucha arcoíris, exponiéndolos a las microalgas o a sus toxinas (Clinton et al., 2021).

Se ha expuesto que la mayor amenaza de la biodiversidad marina es el desconocimiento de esta misma, por lo que existe una gran necesidad de prestar atención y recursos a la investigación de esta área (Gallo y Agustín, 2020). Las FAN por su parte, y debido a su aumento en las últimas décadas, se encuentran dentro de las principales amenazas a la biodiversidad marina (Mancera et al., 2013). Muchos estudios se sesgan simplemente notificando, por ejemplo, que un evento provocó la mortandad de peces, pero son los pequeños datos relevantes, tales como la especie afectada, los que nos podrían brindar una amplia gama de conocimientos al mundo científico, como poder determinar en qué estado de conservación se encuentra, si tiene algún rol dentro de su ecosistema o qué punto de la cadena trófica se alteraría al encontrarse ausente.

## 6. CONCLUSIÓN

En conclusión, fueron 113 especies en las que se describió mortalidad a causa de las FAN, entre las que se encontraron especies en estado de conservación Vulnerable, En Peligro y En Peligro Crítico. La mayor cantidad de reportes estuvo asociado a las aves, seguidas por los peces, mamíferos y reptiles, sin embargo, quienes tuvieron la mayor diversidad de especies fueron los peces. En cuanto al fitoplancton causante de las FAN, los dinoflagelados tuvieron una marcada diferencia, liderados por *Karenia brevis*, *Alexandrium spp* y *Akashiwo sanguinea*, siendo *Pseudonitzschia spp* la única diatomea con una alta cantidad de registros. Dentro de esta revisión, sólo *K. brevis* y *Alexandrium spp* provocaron mortalidad dentro de todos los taxones estudiados. La muerte a causa de toxinas predominó por sobre efectos nocivos mecánico o depleciones de oxígeno, siendo el ácido domoico el con mayor cantidad de registros, pero seguido de cerca por las saxitoxinas y, posteriormente, por las brevetoxinas. La distribución de los reportes estuvo centrada en América del Norte, principalmente en Estados Unidos, pero también con una recopilación importante de información de México y Canadá, también presentaron reportes Argentina, Islas Malvinas, Chile, El Salvador, Australia, España y Filipinas. Se requiere de mayor investigación sobre el efecto de este fenómeno, con respecto a las especies y cantidades de individuos afectados para así también poder indagar en las consecuencias a nivel de los ecosistemas marinos e incluso en las futuras repercusiones que podrían ocurrir con respecto a los servicios ecosistémicos que nos entregan.



## 7. REFERENCIAS

- Adl, S. M., Leander, B. S., Simpson, A. G. B., Archibald, J. M., Anderson, O. R., Bass, D., Bowser, S. S., Brugerolle, G., Farmer, M. A., Karpov, S., Kolisko, M., Lane, C. E., Lodge, D. J., Mann, D. G., Meisterfeld, R., Mendoza, L., Moestrup, Ø., Mozley-Standridge, S. E., Smirnov, A. V., y Spiegel, F. (2007). Diversity, nomenclature, and taxonomy of protists. *Systematic Biology*, 56(4), 684–689. <https://doi.org/10.1080/10635150701494127>
- Amaya, O., Quintanilla, R., Stacy, B. A., Dechraoui Bottein, M., Flewelling, L., Hardy, R., Dueñas, C., y Ruiz, G. (2018). Large-Scale Sea Turtle Mortality Events in El Salvador Attributed to Paralytic Shellfish Toxin-Producing Algae Blooms. *Frontiers in Marine Science*, <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00411>
- Anderson, D. M. (2004). Prevention, control and mitigation of harmful algal blooms: Multiple approaches to HAB management. Hall, S., Etheridge, S., Anderson, D., Kleindinst, J., Zhu, M., y Zou, Y. (Eds.), *Harmful Algae Management and Mitigation*, Asia-Pacific Economic Cooperation (Singapore): APEC Publication #204- MR-04.2. pp. 123-130.
- Anderson, D. M. (2009). Approaches to monitoring, control and management of harmful algal blooms (HABs). *Ocean & Coastal Management*, 52(7), 342–347. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.04.006>
- Andoh, H. (2017). La investigación: La “misión perdida” de las universidades africanas. *International Higher Education*, 27–30.
- Avaria, S., Cáceres, M., Muñoz, P., Palma, S., y Vera, P. (Eds.). (1999). Plan nacional sobre floraciones de algas nocivas en Chile. *Comité Oceanográfico Nacional*.
- Azanza, R. V., David, L. T., Borja, R. T., Baula, I. U., y Fukuyo, Y. (2008). An extensive *Cochlodinium* bloom along the western coast of Palawan, Philippines. *Harmful Algae*, 7(3), 324–330. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2007.12.011>

- Backer, L. C., y Miller, M. (2016). Sentinel Animals in a One Health Approach to Harmful Cyanobacterial and Algal Blooms. *Veterinary sciences*, 3(2), 8. <https://doi.org/10.3390/vetsci3020008>
- Beita, W., y Barahona, M. (2010). Físico-química de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 2(2), 157–179. <https://doi.org/10.22458/urj.v2i2.156>
- Bejarano, A. C., Gulland, F. M., Goldstein, T., St Leger, J., Hunter, M., Schwacke, L. H., VanDolah, F. M., y Rowles, T. K. (2008). Demographics and spatio-temporal signature of the biotoxin domoic acid in California sea lion (*Zalophus californianus*) stranding records. *Marine Mammal Science*, 24(4), 899–912. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2008.00224.x>
- Bell, P., y Hemsley, A. (2000). The subkingdom Algae: Part 3. In *Green Plants* (pp. 75-101). United Kingdom: Cambridge University Press.
- Blondeau-Patissier, D., Gower, J., Dekker, A. G., Phinn, S., y Brando, V. E. (2014). A review of ocean color remote sensing methods and statistical techniques for the detection, mapping and analysis of phytoplankton blooms in coastal and open oceans. *Progress in Oceanography*, 123, 123-144. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2013.12.008>
- Bonilla, S. y Aubriot, L. (2019). *Las cianobacterias invaden las playas de nuestro país: ¿qué son estos organismos, de dónde vienen y qué podemos hacer?* [https://www.fcien.edu.uy/images/Cianobacterias\\_divulgaci%C3%B3n\\_BonillaAubriot\\_Seccion\\_Limnologia\\_2019.pdf](https://www.fcien.edu.uy/images/Cianobacterias_divulgaci%C3%B3n_BonillaAubriot_Seccion_Limnologia_2019.pdf)
- Botana, L.M. (Ed.). (2014). *Seafood and Freshwater Toxins: Pharmacology, Physiology, and Detection*, 3rd ed. CRC Press.
- Bottein, M., Kashinsky, L., Wang, Z., Littnan, C., y Ramsdell, J. S. (2011). Identification of ciguatoxins in Hawaiian monk seals *Monachus schauinslandi* from the

- northwestern and main Hawaiian Islands. *Environmental Science & Technology*, 45(12), 5403–5409. <https://doi.org/10.1021/es2002887>
- Branch, G. M., Bustamante, R. H., y Robinson, T. B. (2013). Impacts of a ‘black tide’ harmful algal bloom on rocky-shore intertidal communities on the West Coast of South Africa. *Harmful Algae*, 24, 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2013.01.005>
- Brodie, E. C., Gulland, F. M. D., Greig, D. J., Hunter, M., Jaakola, J., Leger, J. S., Leighfield, T. A., y Van Dolah, F. M. (2006). Domoic acid causes reproductive failure in California sea lions (*Zalophus californianus*). *Marine Mammal Science*, 22(3), 700–707. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2006.00045.x>
- Cadaillon, A. M., Mattera, B., Albizzi, A., Montoya, N., Maldonado, S., Raya Rey, A., Riccialdelli, L., Almandoz, G. O., y Schloss, I. R. (2024). Multispecies mass mortality in the Beagle Channel associated with paralytic shellfish toxins. *Harmful Algae*, 132(102581), 102581. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2024.102581>
- Campos, V., Lisperguer, S., Weckesser, J., Vera, A., y Muñoz, D. (2005). Cianobacterias y riesgos potenciales de toxicidad en aguas continentales de Chile. *Boletín micológico*, 20. <https://doi.org/10.22370/bolmicol.2005.20.0.279>
- Capper, A., Flewelling, L. J., y Arthur, K. (2013). Dietary exposure to harmful algal bloom (HAB) toxins in the endangered manatee (*Trichechus manatus latirostris*) and green sea turtle (*Chelonia mydas*) in Florida, USA. *Harmful Algae*, 28, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2013.04.009>
- Centros para el Control y Prevención de Enfermedades [CDC]. (2021). *One health harmful algal bloom system (OHHABS)*. Recuperado 29 de septiembre de 2023, de <https://www.cdc.gov/habs/ohhabs.html#print>
- Chang, F. H., Anderson, C., y Boustead, N. C. (1990). First record of a *Heterosigma* (Raphidophyceae) bloom with associated mortality of cage-reared salmon in Big Glory Bay, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 24(4), 461–469. <https://doi.org/10.1080/00288330.1990.9516437>

- Clinton, M., Król, E., Sepúlveda, D., Andersen, N. R., Brierley, A. S., Ferrier, D. E. K., Hansen, P. J., Lorenzen, N., y Martin, S. A. M. (2021). Gill transcriptomic responses to toxin-producing alga *Prymnesium parvum* in rainbow trout. *Frontiers in immunology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.794593>
- Cockcroft, AC., Schoeman, DS., Pitcher, GC., Bailey, GW., y Van Zyl, DL. (2000). A mass stranding, or 'walk out' of west coast rock lobster, *Jasus lalandii*, in Elands Bay, South Africa: Causes, results, and implications. In J. von Vaupel Klein, & FR. Schram (Eds.), *Biodiversity crisis and crustacea* (12), 673-688.
- Cortés Lara, M., Altamirano, R. C., y Sierra-Beltrán, A. P. (2004). Presencia de *Cochlodinium catenatum* (Gymnodiniales: Gymnodiniaceae) en mareas rojas de Bahía de Banderas, Pacífico mexicano. *Revista de biología tropical*, 52(S1), 35–49. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26517>
- Costas, C. (2024). *Estudio de la toxicidad oral de compuestos naturales de origen marino*. Universidade de Santiago de Compostela. <https://doi.org/10347/33611>
- Davidson, K., Jardine, S., Martino, S., Myre, G., Peck, L., Raymond, R., y Joy, J. (2020). The Economic Impacts of Harmful Algal Blooms on Salmon Cage Aquaculture. En V. Trainer (Ed.), *GlobalHAB: Evaluating, Reducing and Mitigating the Cost of Harmful Algal Blooms: A Compendium of Case Studies*, 84–94.
- De la Riva, G. T., Johnson, C. K., Gulland, F. M. D., Langlois, G. W., Heyning, J. E., Rowles, T. K., y Mazet, J. A. K. (2009). Association of an unusual marine mammal mortality event with *Pseudo-nitzschia spp.* Blooms along the southern California coastline. *Journal of Wildlife Diseases*, 45(1), 109–121. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-45.1.10>
- Doucette, G. J., Medlin, L. K., McCarron, P., & Hess, P. (2018). Detection and surveillance of harmful algal bloom species and toxins. En *Harmful Algal Blooms* (pp. 39–114). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118994672.ch2>

- Elorriaga-Verplancken, F. R., Hernández-Camacho, C. J., Álvarez-Santamaría, L., Paniagua-Mendoza, A., Robles-Hernández, R., Rebolledo-Villa, F., Rosales-Nanduca, H., Ramos-Rodríguez, A., y Acevedo-Whitehouse, K. (2022). Largest mortality event to date of California sea lions in Mexico might be linked to a harmful algal bloom. *Aquatic mammals*, 48(1), 59–67. <https://doi.org/10.1578/am.48.1.2022.59>
- Emslie, S. D., Allmon, W. D., Rich, F. J., Wrenn, J. H., y de France, S. D. (1996). Integrated taphonomy of an avian death assemblage in marine sediments from the late Pliocene of Florida. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 124(1–2), 107–136. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(96\)00005-3](https://doi.org/10.1016/0031-0182(96)00005-3)
- FAO. (2005). Biotoxinas Marinas. *Estudio FAO: Alimentación y nutrición*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/y5486s>
- Farabegoli, F., Blanco, L., Rodríguez, L. P., Vieites, J. M., y Cabado, A. G. (2018). Phycotoxins in marine shellfish: Origin, occurrence and effects on humans. *Marine Drugs*, 16(6), 188. <https://doi.org/10.3390/md16060188>
- Fauquier, D. A., Flewelling, L. J., Maucher, J. M., Keller, M., Kinsel, M. J., Johnson, C. K., Henry, M., Gannon, J. G., Ramsdell, J. S., y Landsberg, J. H. (2013). Brevetoxicosis in seabirds naturally exposed to *Karenia brevis* blooms along the central west coast of Florida. *Journal of Wildlife Diseases*, 49(2), 246–260. <https://doi.org/10.7589/2011-09-270>
- Fernández, M. L., Miguez, A. Moroño, F. Arévalo, Y. Pazos, C. Salgado, J. Correa, J. Blanco, S. Gonzáles-Gil y B. Reguera. (2003). First report of pectenotoxin-2 in phytoplankton net-hauls and mussels from the Galician Rías Baixas during proliferations of *Dinophysis acuta* and *D. caudata*. In: Villalba, A., B. Reguera, J. Romalde & R. Beiras (eds.), *Molluscan Shellfish Safety*, pp.75–83. Consellería de

Pesca e Asuntos Marítimos da Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Santiago de Compostela.

Fernández, A., Sierra, E., Arbelo, M., Gago-Martínez, A., Leao Martins, J. M., García-Álvarez, N., Bernaldo de Quiros, Y., Arregui, M., Vela, A. I., y Díaz-Delgado, J. (2022). First case of brevetoxicosis linked to rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) mass-mortality event in eastern central Atlantic Ocean: A climate change effect? *Frontiers in marine science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.834051>

Fire, S. E., Fauquier, D., Flewelling, L. J., Henry, M., Naar, J., Pierce, R., y Wells, R. S. (2007). Brevetoxin exposure in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) associated with *Karenia brevis* blooms in Sarasota Bay, Florida. *Marine Biology*, 152(4), 827–834. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0733-x>

Fire, S., Flewelling, L., Stolen, M., Noke Durden, W., De Wit, M., Spellman, A., y Wang, Z. (2015). A Brevetoxin-Associated Mass Mortality Event of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) and Florida Manatees (*Trichechus manatus latirostris*) Along the East Coast of Florida. VIN. <https://www.vin.com/doc/?id=6651401>

Fire, S. E., Pruden, J., Couture, D., Wang, Z., Dechraoui Bottein, M. Y., Haynes, B. L., Knott, T., Bouchard, D., Lichtenwalner, A., y Wippelhauser, G. (2012). Saxitoxin exposure in an endangered fish: association of a shortnose sturgeon mortality event with a harmful algal bloom. *Marine Ecology Progress Series*, 460, 145–153. <https://doi.org/10.3354/meps09768>

Fire, S. E., Wang, Z., Berman, M., Langlois, G. W., Morton, S. L., Sekula-Wood, E., y Benitez-Nelson, C. R. (2010). Trophic transfer of the harmful algal toxin domoic acid as a cause of death in a Minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) stranding in southern California. *Aquatic Mammals*, 36(4), 342–350. <https://doi.org/10.1578/am.36.4.2010.342>

Fire, S. E., Wang, Z., Byrd, M., Whitehead, H. R., Paternoster, J., y Morton, S. L. (2011). Co-occurrence of multiple classes of harmful algal toxins in bottlenose dolphins

- (*Tursiops truncatus*) stranding during an unusual mortality event in Texas, USA. *Harmful Algae*, 10(3), 330–336. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2010.12.001>
- Flewelling, L. J., Adams, D. H., Naar, J. P., Atwood, K. E., Granholm, A. A., O'Dea, S., N., y Landsberg, J. H. (2010). Brevetoxins in sharks and rays (Chondrichthyes, Elasmobranchii) from Florida coastal waters. *Marine Biology*, 157(9), 1937-1953. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/brevetoxins-sharks-rays-chondrichthyes/docview/749617387/se-2>
- Flewelling, L. J., Naar, J. P., Abbott, J. P., Baden, D. G., Barros, N. B., Bossart, G. D., Bottein, M.-Y. D., Hammond, D. G., Haubold, E. M., Heil, C. A., Henry, M. S., Jacocks, H. M., Leighfield, T. A., Pierce, R. H., Pitchford, T. D., Rommel, S. A., Scott, P. S., Steidinger, K. A., Truby, E. W., y Van Dolah, F. M. (2005). Brevetoxicosis: Red tides and marine mammal mortalities. *Nature*, 435(7043), 755–756. <https://doi-org.bdigitaluss.remotexs.co/10.1038/nature435755a>
- Foley, A. M., Stacy, B. A., Schueller, P., Flewelling, L. J., Schroeder, B., Minch, K., Fauquier, D. A., Foote, J. J., Manire, C. A., Atwood, K. E., Granholm, A. A., y Landsberg, J. H. (2019). Assessing *Karenia brevis* red tide as a mortality factor of sea turtles in Florida, USA. *Diseases of Aquatic Organisms*, 132(2), 109–124. <https://doi.org/10.3354/dao03308>
- Foss, A. J., Miles, C. O., Samdal, I. A., Løvberg, K. E., Wilkins, A. L., Rise, F., Jaabæk, J. A. H., McGowan, P. C., y Aubel, M. T. (2018). Analysis of free and metabolized microcystins in samples following a bird mortality event. *Harmful Algae*, 80, 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2018.10.006>
- Gárate, I., Pérez, B., Díaz, J. y Band-Schmidt. C. (2008). Microalgas y biotoxinas marinas en las costas mexicanas. *Conversus*, 22–26.
- García, E., Cáceres, J., Rivas, D., Fimbres, M., Sánchez, Y., Vásquez, R., y Medina, J. (2018). Mass mortality of cultivated northern bluefin tuna *Thunnus thynnus orientalis* associated with *Chattonella* species in Baja California, Mexico. *Frontiers in marine science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00454>

- Giannuzzi, L., Petcheneshsky, T., y Hansen, M. (2017). *Cianobacterias como determinantes ambientales de la salud*. [https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000334cnt-ciano\\_2017.pdf](https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000334cnt-ciano_2017.pdf)
- Gibble, C. M., Kudela, R. M., Knowles, S., Bodenstein, B., y Lefebvre, K. A. (2021). Domoic acid and saxitoxin in seabirds in the United States between 2007 and 2018. *Harmful Algae*, 103(101981), 101981. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.101981>
- Gilbert, P., Anderson, D., Gentien, P., Granéli, E., y Sellner, K. (2005). The global, complex phenomena of harmful algal blooms. *Oceanography*, 18(2), 136–147. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.49>
- Goldstein, T., Mazet, J. A., Zabka, T. S., Langlois, G., Colegrove, K. M., Silver, M., Bargu, S., Van Dolah, F., Leighfield, T., Conrad, P. A., Barakos, J., Williams, D. C., Dennison, S., Haulena, M., y Gulland, F. M. (2008). Novel symptomatology and changing epidemiology of domoic acid toxicosis in California sea lions (*Zalophus californianus*): an increasing risk to marine mammal health. *Proceedings. Biological sciences*, 275(1632), 267–276. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.1221>
- Gómez, F. (2005). A list of free-living dinoflagellate species in the world's oceans. *Acta Botanica Croatica*. 64. 129-212.
- Griffin, L. P., Friess, C., Bakenhaster, M. D., Bassos-Hull, K., Burnsed, S. W., Brownscombe, J. W., Cooke, S. J., Ellis, R. D., Gardiner, J. M., Locascio, J., Lowerre-Barbieri, S., Poulakis, G. R., Wiley, T. R., Wilkinson, K. A., Wilson, J. K., Wooley, A. K., Adams, A. J., y Danylchuk, A. J. (2023). Assessing the potential for red tide (*Karenia brevis*) algal bloom impacts on Atlantic tarpon (*Megalops atlanticus*) along the southwestern coast of Florida. *Environmental Biology of Fishes*, 106(2), 255–273. <https://doi.org/10.1007/s10641-022-01324-7>
- Grosman, F., y Sanzano, P. (2002). Mortandades de Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) originadas por floraciones de cianobacterias en dos ambientes de



Argentina. *AquaTIC*.

<http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/177/166>

Gulland, E. M. D., Haulena, M., Fauquier, D., Lander, M. E., Zabka, T., Duerr, R., y Langlois, G. (2002). Domoic acid toxicity in Californian sea lions (*Zalophus californianus*): clinical signs, treatment and survival. *The Veterinary Record*, 150(15), 475. <https://doi.org/10.1136/vr.150.15.475>

Hallegraeff, M. (1993). A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, 32(2), 79–99. <http://dx.doi.org/10.2216/i0031-8884-32-2-79.1>

Hallegraeff, M., Anderson, M., Belin, C., Bottein, M. Y., Bresnan, E., Chinain, M., Enevoldsen, H., Iwataki, M., Karlson, B., McKenzie, C. H., Sunesen, I., Pitcher, G. C., Provoost, P., Richardson, A., Schweibold, L., Tester, P. A., Trainer, V. L., Yñiguez, A. T., y Zingone, A. (2021). Perceived global increase in algal blooms is attributable to intensified monitoring and emerging bloom impacts. *Communications earth & environment*, 2, 117. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00178-8>

Hallegraeff, M., Anderson, M., Cembella, D., y Enevoldsen, O. (2003). Manual on Harmful Marine Microalgae. *UNESCO publishing*.

Hard, J. J., Connell, L., Hershberger, W. K., y Harrell, L. W. (2000). Genetic variation in mortality of chinook salmon during a bloom of the marine alga *Heterosigma akashiwo*. *Journal of Fish Biology*, 56(6), 1387–1397. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb02151.x>

Hattenrath-Lehmann, T. K., Ossiboff, R. J., Burnell, C. A., Rauschenberg, C. D., Hynes, K., Burke, R. L., Bunting, E. M., Durham, K., y Gobler, C. J. (2017). The role of a PSP-producing *Alexandrium* bloom in an unprecedented diamondback terrapin (*Malaclemys terrapin*) mortality event in Flanders Bay, New York, USA. *Toxicon: Official Journal of the International Society on Toxinology*, 129, 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2017.02.006>

- Häussermann, V., Gutstein, C. S., Beddington, M., Cassis, D., Olavarria, C., Dale, A. C., Valenzuela-Toro, A. M., Perez-Alvarez, M. J., Sepúlveda, H. H., McConnell, K. M., Horwitz, F. E., y Försterra, G. (2017). Largest baleen whale mass mortality during strong El Niño event is likely related to harmful toxic algal bloom. *PeerJ*, 5, e3123. <https://doi.org/10.7717/peerj.3123>
- Havens, K.E. (2008). Cyanobacteria blooms: effects on aquatic ecosystems. En: Hudnell, H.K. (eds) *Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs*, (pp. 733-747). Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-75865-7\\_33](https://doi.org/10.1007/978-0-387-75865-7_33)
- Herrera, J., Meraz, J., Buenrostro, A., Karam, S., Mendoza, A., y Alejo, M. (2015). Las salpas (Thaliacea: *salpidae*) como posibles vectores de saxitoxina entre dinoflagelados y tortugas marinas. *Ciencia y Mar*, 19(56). [http://cienciaymar.mx/Revista/index.php/cienciaymar/issue/view/9/ART56\\_1\\_22](http://cienciaymar.mx/Revista/index.php/cienciaymar/issue/view/9/ART56_1_22)
- Hilborn, E. D., y Beasley, V. R. (2015). One health and cyanobacteria in freshwater systems: animal illnesses and deaths are sentinel events for human health risks. *Toxins*, 7(4), 1374-1395. <https://doi.org/10.3390/toxins7041374>
- Hill, P. R., Kumar, A., Temimi, M., y Bull, D. R. (2020). HABNet: Machine learning, remote sensing-based detection of harmful algal blooms. *IEEE journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*, 13, 3229–3239. <https://doi.org/10.1109/jstars.2020.3001445>
- Iglesias-Rodríguez, M. D., Brown, C. W., Doney, S. C., Kleypas, J., Kolber, D., Kolber, Z., Hayes, P. K., & Falkowski, P. G. (2002). Representing key phytoplankton functional groups in ocean carbon cycle models: Coccolithophorids. *Global Biogeochemical Cycles*, 16(4), 47–1–47–20. <https://doi.org/10.1029/2001GB001454>
- IUCN. (2023). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. <https://www.iucnredlist.org>. Recuperado el 28 de mayo de 2024.

- Jessup, D. A., Miller, M. A., Ryan, J. P., Nevins, H. M., Kerkering, H. A., Mekebri, A., Crane, D. B., Johnson, T. A., y Kudela, R. M. (2009). Mass stranding of marine birds caused by a surfactant-producing red tide. *PloS One*, 4(2), e4550. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004550>
- Johnsen, T. M., Eikrem, W., Olseng, C. D., Tollefsen, K. E., y Bjerknæs, V. (2010). *Prymnesium parvum*: The Norwegian experience<sup>1</sup>. *Journal of the American Water Resources Association*, 46(1), 6–13. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2009.00386.x>
- Jones, T., Parrish, J. K., Punt, A. E., Trainer, V. L., Kudela, R., Lang, J., Brancato, M. S., Odell, A., y Hickey, B. (2017). Mass mortality of marine birds in the Northeast Pacific caused by *Akashiwo sanguinea*. *Marine Ecology Progress Series*, 579, 111–127. <https://doi.org/10.3354/meps12253>
- Jordan, R., y Chamberlain, A. (1997). Biodiversity among haptophyte algae. *Biodiversity and Conservation*. 6. 131-152. <https://doi.org/10.1023/A:1018383817777>
- Kim, H., Ducklow, H. W., Abele, D., Ruiz Barlett, E. M., Buma, A. G. J., Meredith, M. P., Rozema, P. D., Schofield, O. M., Venables, H. J., y Schloss, I. R. (2018). Inter-decadal variability of phytoplankton biomass along the coastal West Antarctic Peninsula. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 376(2122), 20170174. <https://doi.org/10.1098/rsta.2017.0174>
- Kröger, N., y Poulsen, N. (2008). Diatomeas: de la biogénesis de la pared celular a la nanotecnología. *Revisión anual de genética*, 42 (1), 83–107. <https://doi.org/10.1146/annurev.genet.41.110306.130109>
- Krock, B., Schloss, I. R., Trefault, N., Tillmann, U., Hernando, M., Deregibus, D., Antoni, J., Almandoz, G. O., y Hoppenrath, M. (2020). Detection of the phycotoxin pectenotoxin-2 in waters around King George Island, Antarctica. *Polar Biology*, 43(3), 263–277. <https://doi.org/10.1007/s00300-020-02628-z>

- Kudela, R. M., Berdalet, E., Bernard, S., Burford, M., Fernand, L., Lu, S., Roy, S., Tester, P., Usup, G., Magnien, R., Anderson, D. M., Cembella, A., Chinain, M., Hallegraeff, G., Rguera, B., Zingone, A., Enevoldsen, H., y Urban, E. (2015). *Harmful Algal Blooms. A scientific summary for policy makers*. <https://aquadocs.org/handle/1834/42201>
- Landsberg, J. H. (2002). The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms. *Reviews in Fisheries Science*, 10(2), 113–390. <https://doi.org/10.1080/20026491051695>
- Lee, R. (2008). *Phycology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lefebvre, K. A., Bargu, S., Kieckhefer, T., y Silver, M. W. (2002). From sanddabs to blue whales: the pervasiveness of domoic acid. *Toxicon: Official Journal of the International Society on Toxinology*, 40(7), 971–977. [https://doi.org/10.1016/s0041-0101\(02\)00093-4](https://doi.org/10.1016/s0041-0101(02)00093-4)
- Lefebvre, K. A., Dovel, S. L., y Silver, M. W. (2001). Tissue distribution and neurotoxic effects of domoic acid in a prominent vector species, the northern anchovy *Engraulis mordax*. *Marine biology*, 138(4), 693–700. <https://doi.org/10.1007/s002270000509>
- Lefebvre, K. A., Frame, E. R., y Kendrick, P. S. (2012). Domoic acid and fish behavior: A review. *Harmful Algae*, 13, 126–130. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.09.011>
- Lefebvre, K. A., Robertson, A., Frame, E. R., Colegrove, K. M., Nance, S., Baugh, K. A., Wiedenhof, H., y Gulland, F. M. D. (2010). Clinical signs and histopathology associated with domoic acid poisoning in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) and comparison of toxin detection methods. *Harmful Algae*, 9(4), 374–383. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2010.01.007>
- Lewis, R. J. (2001). The changing face of ciguatera. *Toxicon: Official Journal of the International Society on Toxinology*, 39(1), 97–106. [https://doi.org/10.1016/s0041-0101\(00\)00161-6](https://doi.org/10.1016/s0041-0101(00)00161-6)

- Ley-Quiñónez, C., Alonso, R., Hart, C. y Leal Moreno, R. (2020). Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) as a Cause of Sea Turtle Mortality in Puerto Vallarta, México. *Herpetological Review*, 51(3), 489-494.
- Lim, H. C., Leaw, C. P., Tan, T. H., Kon, N. F., Yek, L. H., Hii, K. S., Teng, S. T., Razali, R. M., Usup, G., Iwataki, M., y Lim, P. T. (2014). A bloom of *Karlodinium australe* (Gymnodiniales, Dinophyceae) associated with mass mortality of cage-cultured fishes in West Johor Strait, Malaysia. *Harmful Algae*, 40, 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2014.10.005>
- López-Cortés, D. J., Erick Julián Núñez-Vázquez, Band-Schmidt, C. J., Gárate-Lizárraga, I., Hernández-Sandoval, F. E., y José Jesús Bustillos-Guzmán. (2015). Mass fish die-off during a diatom bloom in the Bahía de La Paz, Gulf of California. *Hidrobiológica*, 25(1), 39–48. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-88972015000100005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-88972015000100005&script=sci_arttext)
- Lundholm, N., Churro, C., Escalera, L., Fraga, S., Hoppenrath, M., Iwataki, M., Larsen, J., Mertens, K., Moestrup, Ø., y Zingone, A. (Eds) (2009). Lista de referencia taxonómica de COI-UNESCO de microalgas nocivas. <https://doi.org/10.14284/362>
- Macêdo, R. L., Haubrock, P. J., y Rocha, O. (2023). Towards effective management of the marine-origin *Prymnesium parvum* (Haptophyta): A growing concern in freshwater reservoirs? *Harmful Algae*, 129(102513), 102513. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2023.102513>
- MacKenzie, L. A., Smith, K. F., Rhodes, L. L., Brown, A., Langi, V., Edgar, M., Lovell, G., y Preece, M. (2011). Mortalities of sea-cage salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) due to a bloom of *Pseudochattonella verruculosa* (Dictyochophyceae) in Queen Charlotte Sound, New Zealand. *Harmful Algae*, 11, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.07.003>

- Mancera, J. E., Gavio, B., y Lasso, J. (2013). Principales amenazas a la biodiversidad marina. *Actualidades Biológicas*, 35(99), 111–133. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-35842013000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842013000200001)
- Mann, D. G., y Vanormelingen, P. (2013). An inordinate fondness? The number, distributions, and origins of diatom species. *The Journal of eukaryotic microbiology*, 60(4), 414–420. <https://doi.org/10.1111/jeu.12047>
- Mardones, J. I., Paredes-Mella, J., Flores-Leñero, A., Yarimizu, K., Godoy, M., Artal, O., Corredor-Acosta, A., Marcus, L., Cascales, E., Pablo Espinoza, J., Norambuena, L., Garreaud, R. D., González, H. E., y Iriarte, J. L. (2023). Extreme harmful algal blooms, climate change, and potential risk of eutrophication in Patagonian fjords: Insights from an exceptional *Heterosigma akashiwo* fish-killing event. *Progress in Oceanography*, 210(102921), 102921. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102921>
- Menezes, M., y Bicudo, C. E. (2010). Freshwater Raphidophyceae from the State of Rio de Janeiro, southeast Brazil. *Biota Neotropica*, 10(3), 323–331. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032010000300030>
- Miller, M. A., Kudela, R. M., Mekebri, A., Crane, D., Oates, S. C., Tinker, M. T., Staedler, M., Miller, W. A., Toy-Choutka, S., Dominik, C., Hardin, D., Langlois, G., Murray, M., Ward, K., y Jessup, D. A. (2010). Evidence for a novel marine harmful algal bloom: Cyanotoxin (microcystin) transfer from land to sea otters. *PloS One*, 5(9), e12576. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012576>
- Miller, M. A., Moriarty, M. E., Duignan, P. J., Zabka, T. S., Dodd, E., Batac, F. I., Young, C., Reed, A., Harris, M. D., Greenwald, K., Kudela, R. M., Murray, M. J., Gulland, F. M. D., Miller, P. E., Hayashi, K., Gunther-Harrington, C. T., Tinker, M. T., y Toy-Choutka, S. (2021). Clinical signs and pathology associated with domoic acid toxicosis in southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*). *Frontiers in marine science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.585501>

- Moreno, I. M., Repetto, G., y Cameán, A. M. (2003). Interés toxicológico de las microcistinas. *Revista de toxicología*, 20(3), 159–165. <https://idus.us.es/handle/11441/97441>
- Mostaert, A. S., Karsten, U., Hara, Y., y Watanabe, M. M. (1998). Pigments and fatty acids of marine raphidophytes: A chemotaxonomic re-evaluation. *Phycological Research*, 46(4), 213–220. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1835.1998.00138.x>
- Murray, T. F. (2021). Neurotoxic: Ciguatoxin and brevetoxin—From excitotoxicity to neurotherapeutics. En *Marine Neurotoxins* (pp. 89–104). Elsevier.
- Nam, D.-H., Adams, D. H., Flewelling, L. J., y Basu, N. (2010). Neurochemical alterations in lemon shark (*Negaprion brevirostris*) brains in association with brevetoxin exposure. *Aquatic Toxicology*, 99(3), 351–359. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2010.05.014>
- Ottmann, D., Álvarez-Berastegui, D., Prieto, L., Balbín, R., Alemany, F., Fiksen, Ø., Gordo, A., y Reglero, P. (2021). Abundance of *Pelagia noctiluca* early life stages in the western Mediterranean Sea scales with surface chlorophyll. *Marine Ecology Progress Series*, 658, 75–88. <https://doi.org/10.3354/meps13423>
- Ou, G., Wang, H., Si, R., & Guan, W. (2017). The dinoflagellate *Akashiwo sanguinea* will benefit from future climate change: The interactive effects of ocean acidification, warming and high irradiance on photophysiology and hemolytic activity. *Harmful Algae*, 68, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2017.08.003>
- Paerl, H. W., y Huisman, J. (2009). Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. *Environmental Microbiology Reports*, 1(1), 27–37. <https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2008.00004.x>
- Pérez-Morales, A., y Band-Schmidt, C. J. (2011). Brevetoxins off the coasts of Mexico: potential effects on public health. *CICIMAR Oceanides*, 59–68. <https://doi.org/10.37543/oceanides.v26i2.103>

- Pérez, G., y Restrepo, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Perini, F., Bastianini, M., Capellacci, S., Pugliese, L., DiPoi, E., Cabrini, M., Buratti, S., Marini, M., y Penna, A. (2019). Molecular methods for cost-efficient monitoring of HAB (harmful algal bloom) dinoflagellate resting cysts. *Marine Pollution Bulletin*, 147, 209–218. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.013>
- Phillips, E. M., Zamon, J. E., Nevins, H. M., Gible, C. M., Duerr, R. S., y Kerr, L. H. (2011). Summary of birds killed by a harmful algal bloom along the South Washington and north Oregon coasts during October 2009. *Northwestern Naturalist: A Journal of Vertebrate Biology*, 92(2), 120–126. <https://doi.org/10.1898/10-32.1>
- Pitcher, G. C., y Calder, D. (2000). Harmful algal blooms of the southern Benguela Current: a review and appraisal of monitoring from 1989 to 1997. *South African Journal of Marine Science/Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Seewetenskap*, 22(1), 255–271. <https://doi.org/10.2989/025776100784125681>
- Prosperi, C. H. (2000). Cyanobacteria in human affairs. *Interciencia*, 25(6), 303-306. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33904806.pdf>
- Pulido, O.M. (2008). Domoic Acid Toxicologic Pathology: A Review. *Marine Drugs*, 6, pp: 180-219. <http://dx.doi.org/10.3390/md20080010>
- Rattner, B. A., Wazniak, C. E., Lankton, J. S., McGowan, P. C., Drovetski, S. V., y Egerton, T. A. (2022). Review of harmful algal bloom effects on birds with implications for avian wildlife in the Chesapeake Bay region. *Harmful Algae*, 120(102319), 102319. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102319>
- Roberts, S. D., Van Ruth, P.,D., Wilkinson, C., Bastianello, S. S., y Bansemmer, M. S. (2019). Marine Heatwave, Harmful Algae Blooms and an Extensive Fish Kill Event During 2013 in South Australia. *Frontiers in Marine Science*, <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00610>



- Roset, J., Aguayo, S., y Muñoz, M.J. (2001). Detección de cianobacterias y sus toxinas. Una revisión. *Revista de Toxicología*, 18 (2), 65-71. <https://www.redalyc.org/pdf/919/91918202.pdf>
- Sadchatheeswaran, S., Belanger, M., y Wittnich, C. (s/f). A comparison of brevetoxin tissue levels in West Indian manatee, bottlenose dolphin and double-crested cormorants in southwest Florida. *Jmate.ca*. [https://jmate.ca/wp-content/uploads/2020/12/Student\\_Galley.pdf](https://jmate.ca/wp-content/uploads/2020/12/Student_Galley.pdf)
- Sakamoto, S., Lim, W. A., Lu, D., Dai, X., Orlova, T., y Iwataki, M. (2021). Harmful algal blooms and associated fisheries damage in East Asia: Current status and trends in China, Japan, Korea and Russia. *Harmful Algae*, 102(101787), 101787. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2020.101787>
- Sanyal, A., Larsson, J., Van Wirdum, F., Andrén, T., Moros, M., Lönn, M., y Andrén, E. (2022). Not dead yet: Diatom resting spores can survive in nature for several millennia. *American Journal of Botany*, 109(1), 67-82. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1780>
- Sastre, A., Santinelli, N. y Ferrario, M. (2019). Floraciones algales nocivas. En A. Sastre (Ed.), *Microalgas marinas tóxicas en aguas costeras de la provincia de Chubut* (pp. 5–18).
- Schmitt, T., St. Leger, J., Inglis, B., Michal, I., Stedman, N., Nollens, H., Dennison-Gibby, S., Herrick, K., Clarke, E. y Mena, A. Twenty Years of Managed Epilepsy for a Stranded Male Guadalupe Fur Seal (*Arctocephalus townsendi*) Secondary to Suspect Domoic Acid Toxicosis. *Journal of Zoological and Botanical Gardens*, 4, 665–679. <https://doi.org/10.3390/jzbg4040047>
- Schwacke, L. H., Twiner, M. J., De Guise, S., Balmer, B. C., Wells, R. S., Townsend, F. I., Rotstein, D. C., Varela, R. A., Hansen, L. J., Zolman, E. S., Spradlin, T. R., Levin, M., Leibrecht, H., Wang, Z., y Rowles, T. K. (2010). Eosinophilia and biotoxin exposure in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from a coastal area impacted by repeated mortality events. *Environmental Research*, 110(6), 548–555. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.05.003>

- Sellner, K. G., y Rensel, J. E. J. (2018). Prevention, Control, and Mitigation of Harmful Algal Bloom Impacts on Fish, Shellfish, and Human Consumers. *Harmful Algal Blooms*, 435–492. <https://doi.org/10.1002/9781118994672.ch12>
- Shearn-Bochsler, V., Lance, E. W., Corcoran, R., Piatt, J., Bodenstein, B., Frame, E., y Lawonn, J. (2014). Fatal paralytic shellfish poisoning in kittlitz's murrelet (*Brachyramphus brevirostris*) nestlings, Alaska, USA. *Journal of Wildlife Diseases*, 50(4), 933–937. <https://doi.org/10.7589/2013-11-296>
- Sierra, A., Cortes-Altamirano, R., Gallo-Reynoso, J.P., Licea, S., y Egado-Villarreal, J. (2005). Is *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* toxin the principal cause of sardines, dolphins, sea lions and pelicans mortality in 2004 in Mexico? *Harmful Algae News*. 29. 6-8.
- Simon, N., Cras, A.-L., Foulon, E., y Lemée, R. (2008). Diversity and evolution of marine phytoplankton. *Comptes Rendus Biologies*, 332(2–3), 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2008.09.009>
- Sournia, A., Chrdtiennot-Dinet, M.-J., y Ricard, M. (1991). Fitoplancton marino: ¿cuántas especies hay en el océano mundial? *Revista de investigación de Plankton*, 13(5), 1093–1099. <https://doi.org/10.1093/plankt/13.5.1093>
- Spector, D. L. (2012). *Dinoflagellates*. Academic Press Inc.
- Starr, M., Lair, S., Michaud, S., Scarratt, M., Quilliam, M., Lefaivre, D., Robert, M., Wotherspoon, A., Michaud, R., Ménard, N., Sauvé, G., Lessard, S., Béland, P., y Measures, L. (2017). Multispecies mass mortality of marine fauna linked to a toxic dinoflagellate bloom. *PLoS One*, 12(5), e0176299. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176299>
- Stephen, V. C., y Hockey, P. A. R. (2007). Evidence for an increasing incidence and severity of Harmful Algal Blooms in the southern Benguela region. *South African journal of science*, 103(5–6), 223–231. [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0038-23532007000300014&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0038-23532007000300014&lng=en&tlng=en).

- Taylor, F. J., R., Hoppenrath, M., y Saldarriaga, J. F. (2008). Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodiversity & Conservation*, 17(2), 407-418. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9258-3>
- Thornton, D. C. (2012). Primary Production in the Ocean. En *Advances in Photosynthesis - Fundamental Aspects*. doi: 10.5772/27848.
- Tubaro, A., y Hungerford, J. (2007). Chapter 60 - Toxicology of marine toxins. In *Veterinary Toxicology* (pp. 725–752). Elsevier Inc.
- Twiner, M. J., Flewelling, L. J., Fire, S. E., Bowen-Stevens, S. R., Gaydos, J. K., Johnson, C. K., Landsberg, J. H., Leighfield, T. A., Mase-Guthrie, B., Schwacke, L., Van Dolah, F. M., Wang, Z., y Rowles, T. K. (2012). Comparative analysis of three brevetoxin-associated Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) mortality events in the Florida panhandle region (USA). *PLoS One*, 7(8), e42974. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042974>
- Ugarte, A., Romero, J., Farías, L., Sapiains, R., Aparicio-Rizzo, P., Ramajo, L., Aguirre, C., Masotti, I., Jacques, M., Aldunce, P., Alonso, C., Azócar, G., Bada, R., Barrera, F., Billi, M., Boisier, J., Carbonell, P., De la Maza, L., De la Torre, M... y Williamson, C. (2022). «Marea roja» y cambio global: elementos para la construcción de una gobernanza integrada de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, (ANID/FONDAP/15110009), 84 pp. Disponible en [www.cr2.cl/fan](http://www.cr2.cl/fan)
- Uhart, M., Karesh, W., Cook, R., Huin, N., Lawrence, K., Guzman, L., Pacheco, H., Pizarro, G., Mattsson, R., y Mörner, T. (2004). Intoxicación parálitica por mariscos en pingüinos papúa (*Pygoscelis papua*) de las Islas Malvinas (Falkland). <https://www.vin.com/apputil/project/defaultadv1.aspx?pid=26431&catid=&id=10085238&meta=&authorid=>
- Van Hemert, C., Dusek, R. J., Smith, M. M., Kaler, R., Sheffield, G., Divine, L. M., Kuletz, K. J., Knowles, S., Lankton, J. S., Hardison, D. R., Litaker, R. W., Jones, T., Burgess, H. K., y Parrish, J. K. (2021). Investigation of algal toxins in a multispecies

- seabird die-off in the Bering and Chukchi seas. *Journal of wildlife diseases*, 57(2). <https://doi.org/10.7589/jwd-d-20-00057>
- Van Hemert, C., Harley, J. R., Baluss, G., Smith, M. M., Dusek, R. J., Lankton, J. S., Hardison, D. R., Schoen, S. K., y Kaler, R. S. A. (2022). Paralytic shellfish toxins associated with Arctic Tern mortalities in Alaska. *Harmful Algae*, 117(102270), 102270. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102270>
- Vickerman, K. (1992). La diversidad y significado ecológico de los protozoos. *Biodiversidad y Conservación*, 1(4), 334–341. <https://doi.org/10.1007/BF00693769>
- Vivanco, E. (2022). *Presencia de marea roja en Chile*. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33139/1/BCN\\_Presencia de marea roja Chile 2022 FINAL.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33139/1/BCN_Presencia_de_marea_roja_Chile_2022_FINAL.pdf)
- Walker, J. S., Shaver, D. J., Stacy, B. A., Flewelling, L. J., Broadwater, M. H., y Wang, Z. (2018). Brevetoxin exposure in sea turtles in south Texas (USA) during *Karenia brevis* red tide. *Diseases of Aquatic Organisms*, 127(2), 145–150. <https://doi.org/10.3354/dao03194>
- Wilson, C., Sastre, A. V., Hoffmeyer, M., Rowntree, V. J., Fire, S. E., Santinelli, N. H., Ovejero, S. D., D'Agostino, V., Marón, C. F., Doucette, G. J., Broadwater, M. H., Wang, Z., Montoya, N., Seger, J., Adler, F. R., Sironi, M., y Uhart, M. (2016). Southern right whale (*Eubalaena australis*) calf mortality at Península Valdés, Argentina: Are harmful algal blooms to blame? *Marine Mammal Science*, 32(2), 423–451. <https://doi.org/10.1111/mms.12263>
- Wittmaack, C., Lahvis, G. P., Keith, E. O., y Self-Sullivan, C. (2015). Diagnosing domoic acid toxicosis in the California sea lion (*Zalophus californianus*) using behavioral criteria: A novel approach: Domoic Acid Toxicosis Diagnostics. *Zoo Biology*, 34(4), 314–320. <https://doi.org/10.1002/zoo.21217>
- Yasumoto, T., y Murata, M. (1993). Marine toxins. *Chemical Reviews*, 93(5), 1897–1909. <https://doi.org/10.1021/cr00021a011>

Zimba, P. V., Khoo, L., Gaunt, P. S., Brittain, S., y Carmichael, W. (2001). Confirmation of catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), mortality from *Microcystis* toxins. *Journal of Fish Diseases*, 24(1), 41–47. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2001.00273.x>

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Especies involucradas en la revisión y su estado de conservación.

N°	Nombre común	Nombre científico	Estado de conservación
1	Lobo marino sudamericano	<i>Otaria flavescens</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
2	Foca monje de hawaii	<i>Monachus schauinslandi</i>	EN PELIGRO (EN)
3	Manatí de florida	<i>Trichechus manatus latirostris</i>	VULNERABLE (VU)
4	Oso marino ártico	<i>Callorhinus ursinus</i>	VULNERABLE (VU)
5	Foca gris	<i>Halichoerus grypus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
6	Foca común	<i>Phoca vitulina</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
7	Lobo marino de California	<i>Zalophus californianus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
8	Rorcual aliblanco	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
9	Ballena franca austral	<i>Eubalaena australis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
10	Delfín nariz de botella	<i>Tursiops truncatus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
11	Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
12	Rorcual norteño	<i>Balaenoptera borealis</i>	EN PELIGRO (EN)
13	Beluga	<i>Delphinapterus leucas</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
14	Rorcual común	<i>Balaenoptera physalus</i>	VULNERABLE (VU)
15	Marsopa común	<i>Phocoena phocoena</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
16	Delfín de dientes rugosos	<i>Steno bredanensis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
17	Delfín gris	<i>Grampus griseus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
18	Ballena de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
19	Ballena gris	<i>Eschrichtius robustus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
20	Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
21	Nutria marina	<i>Enhydra lutris</i>	EN PELIGRO (EN)
22	Mérgulo piquicorto	<i>Brachyramphus brevirostris</i>	CASI AMENAZADO (NT)
23	Negrón costero	<i>Melanitta perspicillata</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
24	Colimbo chico	<i>Gavia stellata</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
25	Colimbo del pacífico	<i>Gavia pacifica</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
26	Achichilique occidental	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
27	Fulmar boreal	<i>Fulmarus glacialis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
28	Achichilique de clark	<i>Aechmophorus clarkii</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
29	Colimbo grande	<i>Gavia immer</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
30	Arao común	<i>Uria aalge</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
31	Negrón aliblanco	<i>Melanitta deglandi</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
32	Cormorán de Brandt	<i>Phalacrocorax penicillatus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
33	Cormorán pelágico	<i>Phalacrocorax pelagicus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)

34	Pingüino papua	<i>Pygoscelis papua</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
35	Pelícano pardo	<i>Pelecanus occidentalis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
36	Cormorán doble cresta	<i>Phalacrocorax auratu</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
37	Gaviota de pico anillado	<i>Larus delawarensis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
38	Mérgulo sombrío	<i>Ptychoramphus aleuticus</i>	CASI AMENAZADO (NT)
39	Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
40	Pingüino de magallanes	<i>Spheniscus magellanicus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
41	Cormorán imperial	<i>Leucocarbo atriceps</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
42	Gaviota tridáctila	<i>Rissa tridactyla</i>	VULNERABLE (VU)
43	Alcatraz común	<i>Morus bassanus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
44	Arao negro	<i>Cepphus grylle</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
45	Alca común	<i>Alca torda</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
46	Eider común	<i>Somateria mollissima</i>	CASI AMENAZADO (NT)
47	Aninga	<i>Anhinga spp</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
48	Rayador americano	<i>Rynchops niger</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
49	Garza azulada	<i>Ardea herodias</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
50	Garceta grande	<i>Ardea alba</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
51	Charrán patinegro	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
52	Ánade real	<i>Anas platyrhynchos</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
53	Botete bonito	<i>Canthigaster punctatissima</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
54	Sardina española	<i>Sardinops sagax</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
55	Caballa del pacífico	<i>Scomber japonicum</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
56	Roncacho gordo	<i>Pomadasys macracanthus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
57	Mojarra	<i>Eucinostomus sp</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
58	Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
59	Lanza de arena del pacífico	<i>Ammodytes personatus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
60	Arenque del pacífico	<i>Clupea pallasii</i>	DATOS INSUFICIENTES (DD)
61	Esturión atlántico	<i>Acipenser oxyrinchus oxyrinchus</i>	VULNERABLE (VU)
62	Eperlano americano	<i>Osmerus mordax</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
63	Lanza de arena	<i>Ammodytes spp</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
64	Tiburón cangüay	<i>Carcharhinus acronotus</i>	EN PELIGRO (EN)
65	Tiburón aleta negra	<i>Carcharhinus brevipinna</i>	VULNERABLE (VU)
66	Tiburón sedoso	<i>Carcharhinus falciformis</i>	VULNERABLE (VU)
67	Tiburón puntas negras	<i>Carcharhinus limbatus</i>	VULNERABLE (VU)
68	Tiburón arenero	<i>Carcharhinus obscurus</i>	EN PELIGRO (EN)
69	Tiburón trozo	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	EN PELIGRO (EN)
70	Musola viuda	<i>Mustelus norris</i>	CASI AMENAZADO (NT)
71	Tiburón galano	<i>Negaprion brevirostris</i>	VULNERABLE (VU)
72	Cazón de playa	<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)

73	Tiburón gato	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	VULNERABLE (VU)
74	Tiburón martillo	<i>Sphyrna lewini</i>	EN PELIGRO CRÍTICO (CR)
75	Tiburón martillo gigante	<i>Sphyrna mokarran</i>	EN PELIGRO CRÍTICO (CR)
76	Tiburón martillo cabeza de pala	<i>Sphyrna tiburo</i>	EN PELIGRO (EN)
77	Raya de espina	<i>Dasyatis americana</i>	CASI AMENAZADO (NT)
78	Raya látigo de espina	<i>Dasyatis sabina</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
79	Raya látigo chata	<i>Dasyatis say</i>	CASI AMENAZADO (NT)
80	Raya mariposa lisa	<i>Gymnura micrura</i>	CASI AMENAZADO (NT)
81	Raya jaspeada	<i>Aetobatus narinari</i>	EN PELIGRO (EN)
82	Raya gavián	<i>Rhinoptera bonasus</i>	VULNERABLE (VU)
83	Guitarra diablito	<i>Rhinobatos lentiginosus</i>	VULNERABLE (VU)
84	Trucha coralina leopardo	<i>Plectropomus leopardus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
85	Pez loro	<i>Scarus sp</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
86	Emperador chino	<i>Lethrinus haematopterus</i>	Especie no clasificada
87	Morena ondulada	<i>Gymnothorax undulatus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
88	Pez unicornio moteado	<i>Naso brevirostris</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
89	Pez sapo anillado	<i>Omegophora armilla</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
90	Pez vaca adornado	<i>Aracana ornata</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
91	Pez hula-hula	<i>Trachinops spp</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
92	Pez barrido	<i>Scorpiis spp</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
93	Chaqueta de cuero de aleta azul	<i>Thamnaconus degeni</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
94	Pez globo	<i>Diodon holocanthus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
95	Tieso ecuatorial	<i>Apterchus equatorialis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
96	Tieso negro	<i>Letharchus rosenblatii</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
97	Mariposa de tres bandas	<i>Chaetodon humeralis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
98	Miracielos	<i>Astroscopus zephyreus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
99	Pejepuerco coche	<i>Balistes polylepis</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
100	Lenguado	<i>Bothidae sp</i>	No aplica
101	Sardina	<i>Clupeidae sp</i>	No aplica
102	Roncador	<i>Haemulidae sp</i>	No aplica
103	Morena moteada	<i>Muraena argus</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
104	Chino mero	<u><i>Cirrhitus rivulatus</i></u>	PREOCUPACION MENOR (LC)
105	Ángel real	<i>Holacanthus passer</i>	PREOCUPACION MENOR (LC)
106	Esturión de nariz corta	<i>Acipenser brevirostrum</i>	VULNERABLE (VU)
107	Sábalo	<i>Megalops atlanticus</i>	VULNERABLE (VU)
108	Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	EN PELIGRO (EN)
109	Tortuga olivácea	<i>Lepidochelys olivacea</i>	VULNERABLE (VU)
110	Tortuga boba	<i>Caretta caretta</i>	VULNERABLE (VU)
111	Tortuga lora	<i>Lepidochelys kempii</i>	EN PELIGRO CRÍTICO (CR)



112	Tortuga espalda de diamante	<i>Malaclemys terrapin</i>	VULNERABLE (VU)
113	Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	EN PELIGRO CRÍTICO (CR)

**Anexo 2.** Géneros de fitoplancton involucrados en la revisión y su respectivo efecto nocivo.

Género	Especie(s)	Clasificación	Efecto nocivo
<i>Alexandrium spp</i>	<i>A. tamarense</i> <i>A. catenella</i>	Dinoflagelado	STX
<i>Akashiwo spp</i>	<i>A. sanguinea</i>	Dinoflagelado	AD
<i>Chaetoceros spp</i>	<i>C. debilis</i> <i>C. coarctatus</i>	Diatomea	Daño branquial
<i>Cochlodinium spp</i>	<i>C. polykrikoides</i> <i>C. catenatum</i>	Dinoflagelado	Asociado a ROS
<i>Dinophysis spp</i>	-	Dinoflagelado	AO
<i>Gambierdiscus spp</i>	-	Dinoflagelado	CTX
<i>Karenia spp</i>	<i>K. brevis</i>	Dinoflagelado	PbTx
<i>Microcystis spp</i>	<i>M. aeruginosa</i>	Cianobacteria	MCs
<i>Prorocentrum spp</i>	-	Dinoflagelado	Anoxia y AO
<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	<i>P. pungens</i> <i>P. pseudodelicatissima</i> <i>P. australis</i>	Diatomea	AD
<i>Pyrodinium spp</i>	<i>P. bahamense</i>	Dinoflagelado	STX
<i>Thalassiosira spp</i>	<i>T. eccentrica</i>	Diatomea	Daño branquial

**Anexo 3.** Listado de reportes

N°	NOMBRE COMUN	TAXÓN	PAÍS	ESPECIE DE ALGA	AUTOR
1	Lobo marino sudamericano	Mamífero	MX	-	Elorriaga et al., 2022
2	Foca monje de hawaii	Mamífero	US	<i>Gambierdiscus spp</i>	Bottein et al., 2011
3	Manatí de florida	Mamífero	US	<i>Karenia brevis</i>	Fire et al., 2015
4	Oso marino ártico	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	Lefebvre., et al 2010
5	Foca gris	Mamífero	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al., 2017
6	Foca común	Mamífero	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al., 2017
7	Lobo marino de California	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	De la Riva et al., 2009
8	Lobo marino de California	Mamífero	US	<i>Pseudonitzschia</i>	Gulland et al., 2002
9	Lobo marino de California	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	Bejarano et al., 2008
10	Manatí de florida	Mamífero	US	<i>Karenia brevis</i>	Sadchatheeswaran et al., 2008
11	Ballena minke común	Mamífero	US	<i>Pseudonitzschia australis</i>	Fire et al., 2010
12	Ballena franca austral	Mamífero	AR	<i>Pseudo-nitzschia spp y Alexandrium tamarense</i>	Wilson et al., 2016

13	Delfín nariz de botella	Mamífero	US	<i>Karenia brevis</i>	Fire et al., 2007
14	Delfín nariz de botella	Mamífero	US	<i>Karenia brevis</i>	Fire et al., 2015
15	Delfín nariz de botella	Mamífero	US	<i>Karenia brevis</i>	Twiner et al., 2012
16	Delfín nariz de botella	Mamífero	US	<i>Pseudonitzschia pungens y Dinophysis spp</i>	Fire et al., 2011
17	Delfín nariz de botella	Mamífero	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2005
18	Delfín común	Mamífero	MX	<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>	Sierra-Beltrán et al., 2005
19	Rorcual norteño	Mamífero	CL	-	Häussermann et al., 2017
20	Beluga	Mamífero	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al., 2017
21	Rorcual común	Mamífero	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al., 2017
22	Marsopa común	Mamífero	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al., 2017
23	Delfín de dientes rugosos	Mamífero	ES	<i>Karenia brevis</i>	Fernandez et al., 2022
24	Delfín común	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	De la Riva et al., 2009
25	Delfín gris	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	De la Riva et al., 2009
26	Ballena de Cuvier	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	De la Riva et al., 2009
27	Ballena gris	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	De la Riva et al., 2009
28	Ballena jorobada	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	De la Riva et al., 2009
29	Nutria marina	Mamífero	US	<i>Pseudo-nitzschia</i>	Miller et al., 2021
30	Nutria marina	Mamífero	US	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Miller et al., 2010
31	Manatí de florida	Mamífero	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2005
32	Delfín nariz de botella	Mamífero	US	<i>Karenia brevis</i>	Sadchatheeswaran et al., 2008
33	Mérgulo piquicorto	Ave	US	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	Shearn-Bochsler et al (2014)
34	Negrón costero	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jessup et al (2009)
35	Colimbo chico	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jessup et al (2009)
36	Colimbo del pacífico	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jessup et al (2009)
37	Achichilique occidental	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jessup et al (2009)
39	Fulmar boreal	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jessup et al (2009)
40	Achichilique de clark	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Phillips et al, 2011
41	Colimbo grande	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Phillips et al, 2011
42	Arao común	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Phillips et al, 2011
43	Colimbo del pacífico	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Phillips et al, 2011
44	Colimbo chico	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Phillips et al, 2011
45	Negrón costero	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Phillips et al, 2011
46	Achichilique occidental	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Phillips et al, 2011
47	Arao común	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
48	Negrón aliblanco	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
49	Negrón costero	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
50	Achichilique occidental	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
51	Achichilique de clark	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017

<b>52</b>	Colimbo del pacífico	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
<b>53</b>	Colimbo chico	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
<b>54</b>	Colimbo grande	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
<b>55</b>	Cormorán de Brandt	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
<b>56</b>	Cormorán pelágico	Ave	US	<i>Akashiwo sanguinea</i>	Jones et al, 2017
<b>57</b>	Pingüino papua	Ave	FK	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	Uhart et al, 2004
<b>58</b>	Cormorán de Brandt	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
<b>59</b>	Achichilique de clark	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y,</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
<b>60</b>	Pelícano pardo	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
<b>61</b>	Colimbo del pacífico	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
<b>62</b>	Colimbo chico	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp,</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
<b>63</b>	Negrón costero	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp,</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
<b>64</b>	Arao común	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
<b>65</b>	Negrón aliblanco	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021

66	Cormorán doble cresta	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
67	Gaviota de pico anillado	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
68	Mérgulo sombrío	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
69	Fulmar boreal	Ave	US	<i>Pseudonitzschia spp,</i> <i>Akashiwo sanguinea,</i> <i>Alexandrium sp,</i> <i>Prorocentrum spp y</i> <i>Chaetoceros debilis</i>	Gibble et al, 2021
70	Fulmar boreal	Ave	US	<i>Alexandrium spp</i>	Van Hemert, 2021
71	Gaviota dominicana	Ave	CL	<i>Alexandrium catenella</i>	Cadaillon et al, 2024
72	Pingüino de magallanes	Ave	CL	<i>Alexandrium catenella</i>	Cadaillon et al, 2024
73	Pingüino papua	Ave	CL	<i>Alexandrium catenella</i>	Cadaillon et al, 2024
74	Cormorán imperial	Ave	CL	<i>Alexandrium catenella</i>	Cadaillon et al, 2024
75	Gaviota tridáctila	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
76	Alcatraz común	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
77	Cormorán doble cresta	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
78	Arao común	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
79	Arao negro	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
80	Alca común	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
81	Colimbo grande	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
82	Colimbo chico	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
83	Eider común	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
84	Fulmar boreal	Ave	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al, 2017
85	Aninga	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Fauquier et al, 2013
86	Rayador americano	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Fauquier et al, 2013
87	Pelícano pardo	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Fauquier et al, 2013
88	Colimbo grande	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Fauquier et al, 2013
89	Cormorán doble cresta	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Fauquier et al, 2013
90	Garza azulada	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Fauquier et al, 2013
91	Garceta grande	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Fauquier et al, 2013
92	Charrán patinegro	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Fauquier et al, 2013
93	Ánade real	Ave	US	<i>Microcystis spp</i>	Foss et al., 2018

94	Cormorán doble cresta	Ave	US	<i>Karenia brevis</i>	Sadchatheeswaran et al., 2008
95	Botete bonito	Pez	MX	<i>Thalassiosira eccentrica</i> y <i>Chaetoceros spp</i>	López-Cortés et al., 2015
96	Sardina española	Pez	MX	<i>Thalassiosira eccentrica</i> y <i>Chaetoceros spp</i>	López-Cortés et al., 2015
97	Caballa del pacífico	Pez	MX	<i>Thalassiosira eccentrica</i> y <i>Chaetoceros spp</i>	López-Cortés et al., 2015
98	Roncacho gordo	Pez	MX	<i>Thalassiosira eccentrica</i> y <i>Chaetoceros spp</i>	López-Cortés et al., 2015
99	Mojarra	Pez	MX	<i>Thalassiosira eccentrica</i> y <i>Chaetoceros spp</i>	López-Cortés et al., 2015
100	Lisa	Pez	MX	<i>Thalassiosira eccentrica</i> y <i>Chaetoceros spp</i>	López-Cortés et al., 2015
101	Lanza de arena del pacífico	Pez	US	<i>Alexandrium spp</i>	Van Hemert et al., 2022
102	Arenque del pacífico	Pez	US	<i>Alexandrium spp</i>	Van Hemert et al., 2022
103	Esturión atlántico	Pez	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al., 2017
104	Eperlano americano	Pez	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al., 2017
105	Lanza de arena	Pez	CA	<i>Alexandrium tamarense</i>	Starr et al., 2017
106	Tiburón cangüay	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
107	Tiburón aleta negra	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
108	Tiburón sedoso	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
109	Tiburón puntas negras	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
110	Tiburón arenero	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
111	Tiburón trozo	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
112	Musola viuda	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
113	Tiburón galano	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
114	Cazón de playa	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
115	Tiburón gato	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
116	Tiburón martillo	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
117	Tiburón martillo gigante	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
118	Tiburón martillo cabeza de pala	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
119	Raya de espina	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
120	Raya látigo de espina	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
121	Raya látigo chata	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
122	Raya mariposa lisa	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
123	Raya jaspeada	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
124	Raya gavilán	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
125	Guitarra diablito	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Flewelling et al., 2010
126	Trucha coralina leopardo	Pez	PH	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Azanza et al., 2008
127	Pez loro	Pez	PH	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Azanza et al., 2008
128	Emperador chino	Pez	PH	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Azanza et al., 2008

<b>129</b>	Morena ondulada	Pez	PH	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Azanza et al., 2008
<b>130</b>	Pez unicornio moteado	Pez	PH	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Azanza et al., 2008
<b>131</b>	Tiburón galano	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Nam et al., 2010
<b>132</b>	Pez sapo anillado	Pez	AUS	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	Roberts et al., 2019
<b>133</b>	Pez vaca adornado	Pez	AUS	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	Roberts et al., 2019
<b>134</b>	Pez hula-hula	Pez	AUS	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	Roberts et al., 2019
<b>135</b>	Pez barrido	Pez	AUS	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	Roberts et al., 2019
<b>136</b>	Lisa	Pez	AUS	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	Roberts et al., 2019
<b>137</b>	Chaqueta de cuero de aleta azul	Pez	AUS	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	Roberts et al., 2019
<b>138</b>	Botete bonito	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>139</b>	Pez globo	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>140</b>	Tieso ecuatorial	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>141</b>	Tieso negro	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>142</b>	Mariposa de tres bandas	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>143</b>	Miracielos	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>144</b>	Pejepuerco coche	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>145</b>	Lenguado	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>146</b>	Sardina	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>147</b>	Roncador	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>148</b>	Morena moteada	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>149</b>	Chino mero	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>150</b>	Ángel real	Pez	MX	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Cortés-Lara et al., 2004
<b>151</b>	Esturión de nariz corta	Pez	US	<i>Alexandrium spp</i>	Fire et al., 2012
<b>152</b>	Sábalo	Pez	US	<i>Karenia brevis</i>	Griffin et al., 2023
<b>153</b>	Tortuga verde	Reptil	SV	<i>Pyrodinium bahamense</i>	Amaya et al., 2018
<b>154</b>	Tortuga olivácea	Reptil	SV	<i>Pyrodinium bahamense</i>	Amaya et al., 2018
<b>155</b>	Tortuga verde	Reptil	MX	<i>Pyrodinium bahamense</i>	Ley-Quiñónez et al., 2020
<b>156</b>	Tortuga boba	Reptil	US	<i>Karenia brevis</i>	Foley et al, 2019
<b>157</b>	Tortuga lora	Reptil	US	<i>Karenia brevis</i>	Foley et al, 2019
<b>158</b>	Tortuga verde	Reptil	US	<i>Karenia brevis</i>	Foley et al, 2019
<b>159</b>	Tortuga verde	Reptil	US	<i>Karenia brevis</i>	Walker et al., 2018
<b>160</b>	Tortuga lora	Reptil	US	<i>Karenia brevis</i>	Walker et al., 2018
<b>161</b>	Tortuga espalda de diamante	Reptil	US	<i>Alexandrium spp</i>	Hattenrath-Lehmann et al., 2017
<b>162</b>	Tortuga olivácea	Reptil	MX	<i>Pyrodinium bahamense var. compressum</i>	Herrera et al., 2015
<b>163</b>	Tortuga verde	Reptil	MX	<i>Pyrodinium bahamense var. compressum</i>	Herrera et al., 2015
<b>164</b>	Tortuga carey	Reptil	MX	<i>Pyrodinium bahamense var. compressum</i>	Herrera et al., 2015

