



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza**  
**Programa Interfacultades**  
**Magister en Gestión y Planificación Ambiental**

# LOS IMPACTOS ECONÓMICOS, SOCIALES, CULTURALES Y EN LA SALUD DE LAS FLORACIONES ALGALES NOCIVAS EN LA PATAGONIA CHILENA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA.

---

Proyecto de grado presentado como parte de los requisitos para optar al grado  
de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental

JAVIER ALBERTO ROMERO HERNÁNDEZ

Profesor Guía: Rodolfo Sapiains Arrué

Santiago, Chile 2022.



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por todo su apoyo y escucha  
a lo largo del proceso de estudio y redacción

A Rodolfo Sapiains por sus confianza y consejos  
durante estos años de trabajo

A mis amig-s que siempre estuvieron ahí  
para escuchar y conversar en todo momento

Por último, al Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia  
y al equipo de trabajo TI\_FAN (CR)2  
por su confianza y disposición al trabajo colectivo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>II. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>11</b>
2.1 Planificación y gestión ambiental de comunidades costeras.....	11
2.2 Floraciones Algaes Nocivas.....	13
2.3 Impactos humanos de las FAN en comunidades costeras .....	15
2.4 FAN y la Patagonia Chilena.....	17
<b>III. OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
3.1 Objetivo General .....	20
3.2 Objetivos específicos.....	20
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
4.1 Revisión sistemática de literatura especializada.....	21
4.2 Criterios de inclusión y exclusión.....	24
4.3 Técnica de análisis de información.....	31
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
5.1 Estadísticas de publicaciones.....	<b>32</b>
5.1.1 Producción Floraciones Algaes Nocivas .....	32
5.1.2 Producción sobre impactos de las FAN .....	33
5.1.3 Producción impactos dimensión humana de las FAN.....	34
5.1.4 Producción impactos dimensión humana de las FAN en Chile.....	35
5.2 Análisis de impactos humanos de las FAN en Chile .....	<b>36</b>
5.2.1 Impactos económicos de las FAN .....	39
5.2.2 Impactos de las FAN en la salud.....	42
5.2.3 Impactos sociales de las FAN .....	46
5.2.4 Impactos culturales de las FAN.....	49
5.2.5 Interacción de impactos de las FAN.....	51
5.3 Modelos, conceptos y categorías de análisis de impactos.....	<b>52</b>
5.3.1 Definiciones FAN .....	52
5.3.2 Aproximación teórico-conceptual impacto FAN.....	54
5.3.3 Aproximación metodológicas impacto FAN .....	56
<b>VI. DISCUSIÓN .....</b>	<b>58</b>

6.1 Estudios y abordajes futuros de las FAN.....	58
6.2 FAN, territorios y Patagonia Chilena.....	62
6.3 Planificación ambiental y política pública.....	65
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>VIII. FINANCIAMIENTO .....</b>	<b>68</b>
<b>IX. REFERENCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>X. ANEXOS .....</b>	<b>78</b>
Anexo I. Definiciones FAN.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Sintaxis de búsqueda por base de datos .....	22
<b>Tabla 2</b> Listado de institutos y centros de investigación FAN en Chile .....	24
<b>Tabla 3</b> Criterios de inclusión/exclusión.....	25
<b>Tabla 4</b> Filtros aplicados a artículos científicos de impactos dimensión humana FAN Chile .....	26
<b>Tabla 5</b> Filtros aplicados a artículos científicos de impactos dimensión humana FAN Latinoamericanos .....	27
<b>Tabla 6</b> Muestra de artículos seleccionados por la revisión sistemática de literatura.....	27
<b>Tabla 7</b> Producción académica .....	32
<b>Tabla 8</b> Síntesis de resultados. Se presentan los impactos, dimensiones y citas emblemáticas.....	37
<b>Tabla 9</b> Desglose de teórico-conceptual.....	54
<b>Tabla 10</b> Desglose de metodológico.....	56
<b>Tabla 11</b> Síntesis de propuestas para agendas de investigación .....	61
<b>Tabla 12</b> Definiciones FAN.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapas Patagonia Chilena .....	18
<b>Figura 2.</b> Producción artículos FAN 1975-2021.....	33
<b>Figura 3.</b> Producción artículos por país FAN.....	33
<b>Figura 4.</b> Producción artículos impactos FAN 1975-2021.....	34
<b>Figura 5.</b> Producción artículos por país impactos FAN.....	34

<b>Figura 6.</b> Producción artículos impactos humanos FAN 1975-2021 .....	35
<b>Figura 7.</b> Producción artículos por país impactos humanos FAN .....	35
<b>Figura 8.</b> Producción artículos impactos humanos FAN Chile 1996-2021 .....	36
<b>Figura 9.</b> Producción artículos impactos humanos FAN Chile por institución .....	36
<b>Figura 10.</b> Mapa interacciones de impactos entre documentos.....	51
<b>Figura 11.</b> Síntesis de impactos en la dimensión humana de las FAN .....	58

## **RESUMEN**

La presente investigación sistematiza los impactos económicos, sociales, culturales y en la salud asociados a los eventos de Floraciones Algales Nocivas en comunidades costeras de Patagonia Chilena a través de una revisión sistemática de literatura en bases de datos WOS, Scopus y Scielo. Los resultados muestran que, si bien se han realizado esfuerzos académicos por reconocer, caracterizar y definir impactos en estos ámbitos, encontrándose mayor información respecto a impactos económicos, la producción académica aún es baja y falta mayor sistematización en el tema. De esta manera, se releva la importancia de comprender los impactos a través de modelos que integran la multiplicidad de estos por medio de una propuesta de agenda de investigación que contribuya en procesos de toma de toma decisión al respecto. Todo ello, considerando las características territoriales de la Patagonia Chilena en el proceso de estudio al ser determinantes para la planificación y gestión ambiental de las FAN en zonas costeras.

## **ABSTRACT**

The current research systematizes the economic, social, cultural and health impacts associated with Harmful Algal Bloom events in coastal communities of Chilean Patagonia throughout a systematic literature review in WOS, Scopus and Scielo databases. The results show that, although academic efforts have been made to recognize, characterize and define impacts in these scopes, finding more information on economic impacts, academic production is still low and there is a lack of greater systematization on the subject. In this manner it is important to understand the impacts through models that integrate the multiplicity of these, is highlighted through a proposal for a research agenda that contributes to the decision-making processes in this regard. All this, considering the territorial characteristics of Chilean Patagonia in the study process, as they are determinants for the planning and environmental management of HABs in coastal areas.

## I. INTRODUCCIÓN

Las Floraciones Algales Nocivas (FAN) son eventos naturales que ocurren cuando las microalgas de un ecosistema acuático aumentan rápidamente. Se dice que son nocivas porque algunas afectan a la salud de las personas, a organismos acuáticos o a los ecosistemas en que ocurren (Aparicio-Rizzo & Masotti, 2021). En este contexto, las FAN incrementan la vulnerabilidad de ecosistemas y comunidades humanas costeras por lo cual es importante considerar los impactos que estos eventos han tenido, más aún, teniendo en cuenta que el cambio climático puede incrementar su frecuencia, extensión e intensidad (Hallegraeff et al., 2021), debido al incremento de temperatura, la eutroficación, las alteraciones hidrológicas, el aumento de estabilidad física del agua y los cambios en las redes tróficas (Salomón, Rivera-Rondón & Zapata, 2020; Chapra et al., 2017).

Las zonas costeras proporcionan diversos servicios ecosistémicos y beneficios a las comunidades humanas que las habitan, en donde su desarrollo y bienestar está fuertemente ligado a la actividad marítima. Dentro de estos beneficios se encuentra, por ejemplo, la alimentación, la pesca, el turismo y otras actividades económicas. No obstante, existen otros beneficios importantes, que incluyen los aspectos identitarios y de pertenencia de las comunidades que habitan las zonas costeras, los cuales también se pueden ver afectados por eventos FAN multiplicando los impactos en sus modos de vida (Clement & Lembeye, 1994; Iriarte et al., 2010, Carrus et al., 2014; Devine-Wright, et al., 2015; Scannell & Gifford, 2013).

En general, los impactos en la dimensión humana más asociados con las FAN son aquellos relacionados con la salud, pues estos eventos pueden generar cuadros de intoxicación en las personas cuando estas consumen las toxinas presentes en mariscos contaminados. Por otro lado, están los impactos económicos dada las repercusiones que pueden generar las FAN en los sistemas sociales, ya sea por una paralización del área de trabajo o bien por interrupción en las actividades comerciales o turísticas. Con menor frecuencia, pero alta intensidad se presentan impactos sociales y culturales, sin embargo, estos son los más escasos en la literatura científica.

La Patagonia Chilena<sup>1</sup> no queda ajena a dichos efectos, con múltiples eventos FAN en las últimas décadas afectando el entorno natural y humano en el que ocurren. Respecto a este

---

<sup>1</sup> Para fines de delimitación territorial se comprende la Patagonia Chilena por las regiones de Los Lagos, de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y de la Antártica Chilena.

último, se han estudiado en su mayoría impactos económicos y sanitarios, aunque, se reconocen impactos en el área psicosocial y cultural de las comunidades afectadas, lo que ha despertado un fuerte y creciente interés de la comunidad científica por el estudio de dichos impactos (Burgos & Maldonado, 2019; Cabello & Godfrey, 2016; Bustos et al., 2019).

Dicho aquello, existe una falta de sistematización y documentación de estudios sobre la dimensión humana de estos fenómenos, siendo esta carencia cada vez más relevante, puesto que, las poblaciones humanas en zonas costeras han tendido a aumentar, y por lo mismo, también las posibilidades de que más grupos humanos se vean afectados por este problema (Willis et al., 2018; Ritzman et al., 2018). Al mismo tiempo, investigar y profundizar en los impactos de la dimensión humana en la Patagonia Chilena trae consigo oportunidades de desarrollo local, permitiendo a través de la comprensión integrada de los impactos de las FAN, generar instancias de planificación y gestión ambiental que considere los conocimientos locales y las características contextuales de las comunidades costeras.

Frente a esto, la presente investigación tiene como objetivo sistematizar los impactos económicos, sociales, culturales y en la salud, asociados a los eventos FAN en comunidades costeras de la Patagonia Chilena para comprender la importancia de integrar la dimensión humana de esta problemática en la gestión y planificación de las zonas costeras, y de este modo contribuir al desarrollo de políticas públicas adecuadas para enfrentar episodios futuros. Para lograr este objetivo, se realizó una revisión sistemática de la literatura especializada en bases de datos Web of Science (WOS), Scopus y Scielo, y de Literatura gris en informes de centros nacionales especializados<sup>2</sup> profundizando en los impactos humanos de las FAN a través de las diferentes alteraciones en el bienestar humano que estos fenómenos pueden generar o han generado en el pasado.

Esta investigación se enmarca dentro del proyecto de Floraciones Algales Nocivas<sup>3</sup> realizado por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)<sup>2</sup>, dado el diagnóstico y necesidad de investigar de manera integrada las causas, impactos y respuestas de las comunidades costeras frente a este fenómeno; aportando así a la integración de la dimensión humana en estudios socioambientales y, con ello, a la gestión y planificación de las comunidades costera de manera estratégica para futuros eventos FAN en la Patagonia Chilena.

---

<sup>2</sup> Centros que en sus principios y objetivos esté el estudio de las FAN.

<sup>3</sup> <https://www.cr2.cl/tema-integrativo-floraciones-algales-nocivas/>

La estructura del escrito consta de seis secciones. Primero, se aborda el marco conceptual de la investigación, profundizando la gestión y planificación ambiental de las comunidades costeras, las floraciones algales nocivas, la comprensión de los impactos de las FAN y sus antecedentes en la Patagonia Chilena. En segundo lugar, se presentan los objetivos de la investigación. En tercer lugar, se especifican los materiales y métodos del estudio, considerando los aspectos metodológicos de la revisión sistemática de literatura, sus etapas de aplicación y el posterior análisis. Cuarto, se presentan los resultados de la investigación profundizando en la caracterización de los impactos en la dimensión humana de las FAN y los conceptos y categorías utilizados para su estudio. Quinto, se discute sobre lo hallado en la revisión de literatura, relevando una agenda de investigación, el contexto de la Patagonia Chilena y la importancia de la planificación y gestión ambiental. Finalmente, se exponen las principales conclusiones y lineamientos futuros de la investigación.

## **II. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 Planificación y gestión ambiental de comunidades costeras**

El enfoque de sistemas socioecológicos comprende las formas de acoplamiento entre las dimensiones humanas y su entorno, sean naturales o modificados, permitiendo explorar la diversidad de relaciones establecidas entre ambas (Ross et al., 2018), es decir, los sistemas socioecológicos no son la adición de un sistema social y un sistema ecológico, sino una amplia gama de propiedades emergentes, únicas, con un comportamiento complejo en donde las personas y los organismos se encuentran en interacción y vinculación (Cumming, 2011). Integrar este enfoque en el estudio de las FAN permite abordar las dimensiones políticas y sociales, así como, las creencias y valores de los grupos de interés inmersos en un ecosistema como las comunidades costeras (Moore et al., 2020).

Son los sistemas socioecológicos los que integran tanto a las sociedades humanas y los ecosistemas, definiendo sus funciones y estructura a partir de las interacciones e interdependencia de los subsistemas, haciendo énfasis en que los seres humanos son parte de la naturaleza y no pueden ser considerados separados de ella (Billi, Moraga & Aliste et al., 2021). Este enfoque comprende un entramado de relaciones en torno a recursos necesarios para la vida, donde se da la interacción entre las variables sociales y ambientales, considerando al sistema social humano en la interacción y en un espacio determinado (Urquiza & Cadenas, 2015; Ostrom, 2009).

Las comunidades costeras se definen por su estrecha relación con el medio ambiente en que habitan estableciendo una conexión con los recursos oceánicos y costeros. Estas comunidades se encuentran vinculadas y, en muchos casos, dependientes de los recursos que promueve el mar, ya sea como sustento de vida o bienestar (Dyson & Huppert, 2010; Moore et al., 2020). Comprender la relación de las comunidades locales con la naturaleza permite abordar la temática de las FAN de manera integrada, pues se reconoce la necesidad de incorporar saberes y tradiciones en el diseño de políticas y programas de protección y manejo de recursos naturales, así, potenciar la gestión local, la gobernanza y la legitimidad de esta planificación por las comunidades locales (Correa et al., 2012).

En este marco es importante conocer los impactos de las FAN para la gobernanza de las zonas costeras, pues se busca integrar las particularidades del territorio, sus vulnerabilidades y las características de los actores que la habitan. Billi, Moraga y Aliste et al., (2021), plantean que la gobernanza explora la contribución de distintos niveles, sectores

y actores, para abordar numerosos tipos de desafíos que enfrenta la comunidad mundial, es por medio de esta que las sociedades definen objetivos, prioridades, toman decisiones e implementan, gestionan y aplican diferentes políticas y medidas de acorde a cada contexto. En este sentido, se reconoce que en contexto de cambio climático debe existir una gobernanza climática la cual comprende que los sistemas de procesos e instrucciones orientados a la toma de decisión sean en torno a la promoción de la mitigación y adaptación del cambio climático, desde una perspectiva integrada (Billi, Gonzales & Ibarra et al., 2021). Además, esta se enmarca en contextos de profundas desigualdades y relaciones de poder asimétrico, con numerosos conflictos ambientales y una falta de mecanismos para una participación ciudadana con incidencia efectiva en la toma de decisiones (Sapiains et al., 2020).

En suma, el IPCC (2014) señala la alta vulnerabilidad actual de las zonas costeras al cambio climático al presentar altos índices de amenaza dada la proyectada elevación del nivel del mar e impactos adversos como la inmersión, inundación y erosión costera. Dicha vulnerabilidad se ve incrementada por las presiones antrópicas en el sistema costero tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y el constante aumento de la urbanización. Chile no queda ajeno a los impactos del cambio climático al presentar siete de los nueve criterios de vulnerabilidad establecidos por las Naciones Unidas (Departamento de cambio climático, 2017), más aún cuando el 29,4% de las comunas de Chile son catalogadas costeras<sup>4</sup> y 972.623 personas habitan en los primeros 10 metros sobre el nivel del mar (Ministerio de Medio Ambiente, 2019).

La aceleración de los cambios sociales y ambientales en las cuales se sitúan las comunidades costeras traen consigo un aumento de la vulnerabilidad de estas, siendo necesario plantear formas de gestión adecuadas que integren en ella la perspectiva comunitaria y ecológica. Producto de los cambios y modificaciones en torno a las dinámicas de las comunidades con la costa, es que se han evidenciado barreras en las tradicionales formas de relación con los recursos marinos provocando cambios en las dinámicas internas y externas de las comunidades (Bennet et al., 2016).

En el caso de las comunidades costeras del sur de Chile, coexiste una diversidad de prácticas tradicionales de comercio y extracción, además de considerar los procesos modernizadores que han evidenciado fallas en la gestión ambiental destacando las severas

---

<sup>4</sup> El cálculo incluye las comunas de Juan Fernández y Rapa Nui.

crisis económico-ambientales identificadas en la zona (Ther-Ríos, 2020), como lo son en la región de Magallanes entre 1970 y 1972, o bien, en la región de Los Lagos tanto el año 2006 y 2016. Es en este contexto donde los episodios de FAN impactan en la Patagonia de nuestro país, incrementando la vulnerabilidad de las zonas costeras.

## **2.2 Floraciones Algales Nocivas**

Existen diferentes definiciones sobre las FAN, dentro de estas Smayda (1997) comprende las FAN como un incremento masivo en las células fitoplanctónicas que pueden consumir el oxígeno o nutrientes del agua, afectando a la biota acuática y pudiendo generar daños físicos en organismos (obstrucción de branquias) o intoxicaciones por la producción de sustancias químicas con alta toxicidad, alterando la fisiología de los organismos afectados. Reguera (2002), plantea que las FAN son decoloraciones del agua visible a simple vista debido a las proliferaciones de microorganismos planctónicos pigmentados (microalgas, ciliados, bacterias).

En este sentido, las FAN son fenómenos naturales provocados por el incremento de ciertas microalgas que son alimento para algunos organismos marinos. Estos procesos suelen estar asociados a cambios de coloración del agua debido a los pigmentos fotosintéticos de variadas especies, pudiendo el mar tomar una variedad de colores, como acontece con los episodios de la marea roja. No obstante, también pueden haber coloraciones de tonalidades amarillentas, verde, o incluso pueden manifestarse de manera incolora. En cualquier caso, es finalmente el crecimiento acelerado de las microalgas el que genera una FAN (Vivanco, 2016). Cabe destacar que de las más de 40.000 especies fitoplanctónicas descritas por las ciencias biológicas, 300 especies son potenciales formadores de FAN y solo 60 especies pueden generar eventos tóxicos (Suárez & Guzmán, 1999). Por ende, el calificativo de nocivas o tóxicas refiere a floraciones causadas por microalgas que producen toxinas asimiladas por organismos que se alimentan de fitoplancton y, a su vez, si son consumidos por aves, mamíferos y humanos pueden causar graves casos de intoxicación. Finalmente, es también importante señalar que las microalgas que producen toxinas que no afectan al ser humano pueden generar otras consecuencias a nivel ambiental y socioeconómico, como por ejemplo en el turismo a través de la generación de espuma y malos olores en áreas con uso recreacional (Aparicio-Rizzo & Masotti, 2021).

En Chile, el Plan Nacional sobre las FAN del año 1999 las define como fenómenos naturales que se producen en los ecosistemas acuáticos causados por la multiplicación de algas

microscópicas del fitoplancton, conocido por el nombre de marea roja, dado el cambio de coloración del agua que generan. Dichas floraciones provocan un efecto nocivo en la salud humana, la acuicultura, el turismo u otra actividad económica, generando alteraciones en la vida marina y a las economías de las áreas afectadas, integrando en su conceptualización los impactos que éstas puedan tener más allá del ecosistema natural (Avaria et al., 1999).

A partir de las definiciones revisadas, se observa que las distintas conceptualizaciones de las FAN presentan limitaciones en la forma en que consideran tanto los impactos sociales como las respuestas desplegadas por las comunidades humanas frente a estos fenómenos. Esto representa una importante restricción si se considera que estos eventos pueden generar múltiples impactos en comunidades costeras, que pueden llegar a generar profundos conflictos sociales, como ocurrió con la crisis de la marea roja en Chiloé el año 2016. Por lo anterior el equipo del (CR)<sup>2</sup>, asumiendo la complejidad de abordar el fenómeno de las FAN ha consensuado la siguiente definición, la cual es utilizada en este estudio:

“Las FAN son un proceso natural que conlleva cambios en la composición y estructura de la comunidad planctónica debido a causas multifactoriales, donde uno de sus miembros (sea o no productor de toxinas) alcanza mayores valores de abundancia (por encima de un valor medio) en un corto período de tiempo, produciendo impactos sistémicos negativos en los socio-ecosistemas costeros frente a los cuales, el Estado y la sociedad, en su conjunto, deben responder con una adecuada gobernanza para mitigar y aminorar dichos impactos” (TI\_FAN, 2020, p.5).

Esta definición busca posicionarse dentro del estudio de las FAN con una conceptualización que contempla el fenómeno de las floraciones desde la integración de sus diversas aristas, integrando el proceso natural y los impactos en los socioecosistemas costeros, considerando la existencia de un sistema de gobernanza que se ve impactado por ellas, pero a su vez relevándolo como una instancia que puede mitigar y disminuir sus impactos. Al mismo tiempo, se busca aportar con esta definición en el desarrollo de investigaciones referidas al área de la gestión y planificación ambiental de manera integrada, relevando la importancia de comprender a las comunidades costeras que habitan y son afectadas por los eventos FAN desde un enfoque socioecológico.

### 2.3 Impactos humanos de las FAN en comunidades costeras

Las FAN comprenden una amenaza latente para las comunidades costeras y sus diversas actividades causando múltiples impactos sobre las personas de manera directa, lo que se refleja en aspectos económicos y de salud, e indirecta, en los aspectos sociales y culturales de las comunidades. Estas problemáticas deben ser abordadas de forma interdisciplinar e idealmente transdisciplinar, dado que las respuestas que se requiere desplegar para prevenir o reducir los efectos de las FAN son de carácter multidimensional, precisando de una coordinación y participación de instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil en conjunto con la comunidad científica (Parra et al., 2016). Los impactos de las FAN dependen del contexto en el cual se producen y de las características y condiciones de la comunidad costera afectada, siendo necesario abordar el estudio de los impactos en consideración de la particularidad de cada caso.

Como se señaló en la introducción, uno de los impactos más conocidos y sistematizados de las FAN en Chile son los efectos sobre la salud de las personas, generalmente, por cuadros de intoxicación asociados al consumo de algunos mariscos contaminados por toxinas de microalgas. Dentro de estos, la intoxicación paralizante por mariscos es la más importante debido a su alta tasa de mortalidad y niveles de ficotoxinas presentes en los moluscos contaminados (Lagos, 1998). Además, Avaria et al., (1999) indican que en casos moderados se presentan cefaleas, mareos, náuseas e insensibilidad de los brazos, entre los síntomas más recurrentes. Mientras que, en casos de mayor gravedad puede conducir a parálisis de los músculos, y finalmente, la muerte por parálisis respiratoria. El consumo de agua o ambientes con la presencia de toxinas, también pueden tener un efecto en la salud de las personas, generando daños hepatotóxicos, neurotóxicos, dermatotóxicos, hasta el fallecimiento por fallo hepático (Unesco, 2009). No obstante, la gravedad del problema, en Chile, entre 1972 y 2016 se identifica un total de 36 casos fatales producto de *alexandrium catenella*, disminuyendo cada vez más estos sucesos, destacando que el gran evento de 2016 en la región de Los Lagos no generó ninguna defunción (Labtox, 2021).

Uno de los aspectos menos estudiados referidos al impacto en la salud producto de las FAN son los efectos en la salud mental que estos episodios pueden producir en la población. Estos se encuentran vinculados a los tipos de crisis que deben enfrentar las personas afectadas, que en el caso de la marea roja en Chile han tenido un efecto inmediato en las comunidades costeras por los cambios y efectos en el sistema social, productivo y político de la zona afectada. Estos episodios de crisis han generado en las personas síntomas de

ansiedad, estrés, distrés subclínico, angustia, sentimientos de pérdida, abuso de sustancias y trastorno de estrés postraumático. A nivel comunitario se han identificado problemas como el incremento de la agresión interpersonal, el aumento de crímenes y escenarios de violencia (Burgos & Maldonado, 2019; Ritzman et al., 2018); y como se observó en el caso de Chiloé 2016, crisis de confianza ante autoridades de gobierno, sanitarias y científicas (Sapiains et al., 2019).

De igual forma, se identifica de manera aislada una mención a los impactos sociales producidos a partir de los efectos que dejan los eventos FAN en las comunidades costeras. Son episodios de conflicto social, movilizaciones y acciones de organización, algunas de las áreas sociales impactadas y, a la vez, generadas a partir de las FAN. Reflejado en ejemplos nacionales como la movilización de 2016 en la isla de Chiloé (Araos et al., 2019; Sapiains et al., 2019; Mascareño et al., 2018).

En la misma línea que lo anterior, tampoco se han estudiado mucho los impactos culturales que generan los eventos FAN, estos pueden alterar los sistemas de vida y trabajo de las comunidades costeras en torno al mar, modificando la actividad cotidiana de los pescadores, recolectores de orilla y las comunidades vinculadas al mar durante periodos de crisis, dejando en muchos casos de pescar y de recurrir al recurso marino (Gill, 2018). Lo anterior, puede incluso impactar en tradiciones locales, rituales festivos y diversas actividades en torno a las cuales se establece una relación entre la comunidad costera y el océano que no pueden ser desarrolladas debido a episodios de FAN (Ritzman et al., 2018; Fløysand et al., 2010).

Por otra parte, en cuanto a los impactos económicos, Burgos y Maldonado (2018) identifican en Chile repercusiones que afectan la pesca y la acuicultura, y con ello la productividad y los recursos disponibles que tienen las comunidades costeras que viven en torno al mar. Un impacto particular es el que afecta a los mariscos dada su importancia comercial paralizando temporalmente la actividad pesquera y, por consiguiente, las acciones económicas en torno a ella. Cabello y Godfrey (2016) identifican en la Patagonia chilena que estos casos han producido una disminución temporal de los precios de los productos marinos dada la suspensión de la demanda por parte de la población y la pérdida de la confianza respecto a la calidad de los productos, aun cuando las FAN afectan en moluscos la demanda de peces también se ve mermada. Además, se relevan los impactos en las áreas recreacionales como el turismo y los recursos pesqueros afectados por los eventos FAN (Moore et al., 2019; Parra et al., 2016).

## 2.4 FAN y la Patagonia Chilena

Las FAN han sido reportadas durante gran parte de la historia de Chile. Hay registros científicos desde el siglo XIX que refieren a las FAN. En 1827, el naturalista Pepping hizo un registro de marea roja en aguas de Chile en las cercanías de Valdivia, aunque no se informa cuál fue la especie que causó dicha discoloración (Avaria, 1982). Más tarde en 1835, se identifica un reporte de Darwin respecto a discoloraciones al norte de Concepción, describiendo características generales del evento (Rodríguez, 1985). Del mismo modo, se conoce que muchos pueblos originarios han tenido experiencias con las FAN en el pasado. Por ejemplo, en mapudungún las FAN son conocidas como “Huirihue” o “Virigüe”, lo que sugiere que estos fenómenos han sido reconocidos por los mapuches desde hace bastante tiempo (Rodríguez, 1966).

Sin embargo, desde 1970 se inician estudios más sistemáticos y procesos de divulgación a la ciudadanía con información más acabada respecto de las FAN, asociado a la preocupación del Estado en conocer sus causas e impactos. En 1972 en Bahía Bell, región de Magallanes, ocurre un episodio FAN que causó la muerte de tres personas por intoxicaciones asociadas al consumo de mariscos e impactando en la economía costera de aquella época, por la reducción de consumo de las cholgas y choritos (Guzmán & Campodónico, 1975). Este episodio marca un hito en la investigación de este fenómeno en el país, a partir de lo cual se han multiplicado tanto el reconocimiento de episodios FAN como los estudios para comprender mejor sus causas e impactos (Silva & Palma, 2006).

Todo lo anterior, ha favorecido de manera sostenida la datación de diferentes reportes FAN, especialmente desde la década de los ochenta. Por ejemplo, el año 1988 se identifica en la región de Los Lagos un episodio FAN ictiotóxico histórico; sucesos similares se observaron en los años 2000, 2002, 2004, 2005, 2009 y 2011, todos ellos impactando en las industrias acuícolas y, por ende, generando importantes impactos económicos. Sin embargo, es el año 2016 el que presentó el evento FAN con mayor impacto y cobertura mediática registrada en Chile no solo por su extensión geográfica sino por los impactos sociales que este gatilló (Araos et al., 2019; Luxoro, 2018). En este caso, la región de Los Lagos y específicamente las cercanías de Chiloé, fueron severamente afectadas debido a la gran velocidad y extensión del evento, produciendo una muerte masiva de salmones de centros de cultivo y repercutiendo en las dinámicas de las comunidades costeras en donde su economía depende ampliamente de los recursos naturales marinos y de la misma industria salmonera. Todo esto, provocó una serie de movilizaciones sociales que desembocaron en

un profundo conflicto socioambiental, relevando la necesidad de profundizar en el análisis de los impactos económicos, sociales, culturales y de salud que estos fenómenos pueden generar en las comunidades costeras más allá del riesgo de intoxicaciones (Sapiains et al., 2019; Bustos et al., 2019; Mascareño et al., 2018); y al mismo tiempo, evidenciando la alta vulnerabilidad y exposición a estos eventos de gran parte de las comunidades costeras que habita estas regiones del país.

Pese a que las FAN se han expandido a diferentes sectores del territorio nacional, son la región de Magallanes, la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y la región de Los Lagos, las que han concentrado la mayor cantidad de episodios críticos (Buschmann et al., 2016). Si bien hay mayor difusión e identificación de un número importante de eventos en los últimos años, no hay evidencia que manifieste una tendencia al aumento, pero sí de que la problemática tiene un gran alcance territorial.

Estas tres regiones abarcan el 38,23% de la superficie nacional, y concentran el 5,9% de la población chilena. Las particulares condiciones geográficas de la Patagonia Chilena han influido tanto en el tipo de actividades económicas que se desarrollan, como en los modos de vida de la población. Por ejemplo, respecto a las temperaturas (media/anual) se identifica al año 2016 para la región de Los Lagos una mínima de 6,2°C y máxima de 16,2°C; en Aysén se identifican temperaturas de 2°C y 13,8°C respectivamente; y temperaturas de 3,5°C y 10,8°C para la región de Magallanes (INE, 2017); estas características han permitido un tipo de desarrollo y estilo de vida propio de las comunidades costeras en torno al océano, asimismo, la consolidación y expansión de industrias acuícolas y mitilícolas (Figura 1).



**Figura 1:** Mapas Patagonia Chilena. Fuente: Google Maps (2020).

De este modo, en la Patagonia Chilena, predomina el empleo en el sector terciario (78%), destacando la industria acuícola como productora de 1.043.000 toneladas de salmónes a nivel nacional al año 2020, siendo la región de Los Lagos, la región de Aysén y la región de Magallanes las que concentran el 42%, 41% y 17% de las cosechas a nivel nacional respectivamente (González, 2021). Además, la mitilicultura presente en la región de Los Lagos comprende el 95% a nivel nacional (SERNAPESCA, 2019) y la pesca artesanal el 16% de desembarque artesanal nacional al año 2017 (SERNAPESCA, 2017) dando cuenta de la importante relación entre las actividades económicas de la zona y el recurso oceánico.

Lo anterior muestra que esta zona es una de las más vulnerables del territorio chileno, dada la alta dependencia socioeconómica de la población a actividades que, frente a la ocurrencia de un episodio FAN se ven severamente afectadas o pudiendo incluso llegar a paralizar la economía local. No obstante, la importancia de las FAN y su recurrencia en la Patagonia Chilena es aún muy limitado el conocimiento sobre sus impactos, sobre todo desde una perspectiva multidimensional y desde un enfoque socioecológico. Por consiguiente, se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera impactan los eventos FAN en las dimensiones económicas, sociales, culturales y de salud de las comunidades costeras de la Patagonia Chilena?

Respecto a la relevancia de la investigación, se destaca en el aspecto teórico el aporte de la sistematización de conocimiento existente respecto a los estudios de impactos en la dimensión humana de las FAN, permitiendo identificar las fortalezas y vacíos en la literatura. En el aspecto metodológico se releva la importancia de las revisiones sistemáticas de literatura en bases de datos WOS, Scopus y Scielo, más aun cuando los estudios han sido trabajados en su mayoría de manera disciplinar, realizando la presente revisión desde una perspectiva integrada y relacional de los impactos de la dimensión humana. Por último, se presenta como relevancia práctica la sistematización de la información recabada, la cual permite y facilita el trabajo sobre aspectos de planificación y gestión ambiental, contribuyendo en la integración de conocimientos, facilitando la toma de decisión y la gestión de políticas públicas contextuales a la complejidad de la problemática estudiada.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Sistematizar los impactos económicos, sociales, culturales y en la salud asociados a los eventos FAN en comunidades costeras, para contribuir a la comprensión e integración de la dimensión humana de esta problemática en la gestión y planificación de las zonas costeras de la Patagonia Chilena.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar la producción científica existente en torno los impactos de las FAN a nivel nacional e internacional.
2. Caracterizar los tipos de impactos asociados a las dimensiones económicas, sociales, culturales y en la salud de los eventos FAN.
3. Describir modelos, conceptos y métodos de análisis que se han utilizado para referirse a los impactos de los eventos FAN.
4. Determinar las brechas en el conocimiento científico respecto de los impactos en la dimensión humana de las FAN.
5. Proponer recomendaciones para el estudio e integración en la política pública de los impactos en la dimensión humana de los eventos FAN.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Revisión sistemática de literatura especializada**

La presente investigación utilizó como metodología la revisión sistemática de literatura, que permite explorar y evidenciar lo que se ha producido dentro de una temática en particular en fuentes específicas. Se plantea la revisión sistemática como una investigación científica en sí misma, compuesta de métodos prefigurados que sintetizan los resultados presentando y analizando las características centrales de los documentos, a través de preguntas definidas y métodos rigurosos para la selección de datos de interés (Gisbert & Bonfill, 2004).

Letelier, Manríquez y Rada (2005) plantean que la revisión sistemática permite resumir e identificar la evidencia en torno a una pregunta estructurada, utilizando como método el encontrar, seleccionar, analizar y sintetizar lo encontrado. En esta línea, las revisiones permiten plantear hipótesis para futuros estudios, o bien, identificar áreas en que la evidencia científica se presenta de manera escasa. Sin embargo, las revisiones sistemáticas son investigaciones retrospectivas que están sujetas a posibles sesgos en las diversas etapas del proceso, por lo que se deben tomar todas las precauciones metodológicas posibles para reducirlos (Letelier et al., 2005). Como resultado, se resume la evidencia empírica de un tema específico, se identifican lagunas en el conocimiento que pueden dar lugar a nuevas investigaciones, y se construye un marco de antecedentes que pueda enriquecer la comprensión y análisis de fenómenos relacionados (Keele, 2007).

Entonces, la revisión sistemática de literatura realizada sistematizó los impactos económicos, sociales, culturales y en la salud asociados a los eventos FAN en comunidades costeras de la Patagonia Chilena a través de la identificación de la producción científica en torno a los impactos, la caracterización de los impactos asociados a la dimensión humana, la descripción de los modelos, conceptos y métodos de análisis utilizados para referirse a estos, además, de identificar las brechas de conocimiento científico existente en torno al área; así, se realizaron propuestas de estudios e integración en la política pública de las dimensiones humanas de los impactos FAN.

Dicho aquello, considerando el objetivo del presente estudio, se procedió, en primera instancia a realizar una búsqueda bibliográfica de artículos científicos sobre la temática FAN en las bases de datos Web Of Science (WOS), Scopus y Scielo. Esto se organizó en cuatro fases que incluyen: 1) las floraciones algales nocivas a nivel internacional; 2) los impactos asociados a las floraciones algales nocivas a nivel internacional; 3) los impactos en la

dimensión humana de las floraciones algales nocivas a nivel internacional; 4) los impactos en la dimensión humana de las floraciones algales nocivas en Chile. Para cada caso se utilizó una sintaxis de búsqueda particular (Tabla 1) en las bases de datos ya mencionadas, que permitió identificar la producción científica existente en torno los impactos de las FAN a nivel nacional e internacional. Cabe agregar, que estas son combinadas con nomenclatura booleana<sup>5</sup> para hacer más efectiva y robusta la búsqueda.

**Tabla 1**

*Sintaxis de búsqueda por base de datos*

<b>Floraciones algales nocivas internacional</b>	
WOS	TS= ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide") OR TI= ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide")
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar"))
Scielo	*(("FAN" OR "Floracion algal nociva" OR HAB OR "marea roja"))
<b>Impactos de las floraciones algales nocivas internacional</b>	
WOS	TS= ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik* OR movement)) OR TI= ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik* OR movement))
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("harmful algal blooms" OR hab OR habs OR "Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik* OR movement)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar"))
Scielo	*(("FAN" OR "Floracion algal nociva" OR HAB OR "marea roja") AND (impact* OR efect* OR conflict* OR protest* OR movim*))
<b>Impactos en la dimensión humana de las floraciones algales nocivas internacional</b>	
WOS	TS= ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik* OR movement) AND (social* OR cultur* OR economic* OR psycho* OR human* OR commun* OR health* OR politi*)) OR TI= ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik* OR movement) AND (social* OR cultur* OR economic* OR psycho* OR human* OR commun* OR health* OR politi*))
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik*OR

<sup>5</sup> Nomenclatura booleana: Por ejemplo, para la combinación de las palabras se utilizará (AND) como forma de unir conceptos; se utilizarán ("") para establecer una búsqueda precisa de las palabras y; el (\*) como conjunto de caracteres o combinaciones que estos pueden tener, por ejemplo, incluir palabras en singular y plural en una misma búsqueda.

	movement) AND (social* OR cultur* OR economic* OR psycho* OR human* OR comun* OR health* OR politi*) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar"))
Scielo	*(((("FAN" OR "Floracion algal nociva" OR HAB OR "marea roja") AND (impact* OR efect* OR conflict* OR protest* OR movim*) AND (cultu* OR social* OR econo* OR psico* OR human* OR comuni* OR salud* OR politi*)))
<b>Impactos en la dimensión humana de las floraciones algales nocivas en Chile</b>	
WOS	CU=(Chile*) AND TS=((Chile*) AND ("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR" Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik* OR movement ) AND (social* OR cultur* OR economic* OR psycho* OR human* OR comun* OR health* OR politi*)) OR TI=((Chile*) AND("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR" Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik* OR movement) AND (social* OR cultur* OR economic* OR psycho* OR human* OR comun*OR health* OR politi*))
Scopus	TITLE-ABS-KEY (("harmful algal blooms" OR HAB OR HABS OR "Red tide") AND (impact* OR effect* OR conflict* OR protest* OR strik* OR movement) AND (social* OR cultur* OR economic* OR psycho* OR human* OR comun* OR health* OR politi*) AND (Chile*)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar" ))
Scielo	*(((("FAN" OR "Floracion algal nociva" OR HAB OR "marea roja") AND (impact* OR efect* OR conflict* OR protest* OR movim*) AND (cultu* OR social* OR econo* OR psico* OR human* OR comuni* OR salud* OR politi*) AND (Chile)))

Fuente: Elaboración propia

Para cada una de estas cuatro fases de búsqueda se realizó un análisis con énfasis en el volumen de artículos por cada sintaxis, considerando la distribución de publicaciones por año y el lugar de procedencia de estas, permitiendo obtener un escenario general sobre la producción académica en las bases de datos mencionadas.

En segunda instancia, se buscó complementar la revisión de artículos con la revisión de literatura gris referida a la temática. Para ello, se procedió a buscar informes y materiales oficiales producidos por los centros nacionales especializados<sup>6</sup> que trabajan la temática de FAN. Estos Centros fueron seleccionados a partir de un mapeo de actores nacionales identificados por un equipo del (CR)2 (Tabla 2). De este modo, se procedió a revisar las páginas webs y bases de datos de cada Centro de Investigación con énfasis en la literatura

<sup>6</sup> Centros que en sus principios y objetivos esté el estudio de las FAN.

publicada afín a la temática de los impactos de la dimensión humana de las FAN. Sin embargo, la búsqueda sistemática de literatura gris no encontró informes ni literatura específica sobre el tema, siendo este un primer hallazgo respecto a la escasa producción sobre impactos en la dimensión humana de las FAN en Chile. Para evitar errores y sesgos en la búsqueda de literatura gris se contactó a cada Centro de Investigación consultando y solicitando información al respecto desde la investigación de Floraciones Algales Nocivas del (CR)2, sin obtener información.

## **Tabla 2**

*Listado de institutos y centros de investigación FAN en Chile*

<b>Instituciones y centros de investigación FAN</b>
Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN)
Centro de Investigación GAIA Antártica (Universidad de Magallanes)
Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos y Ambientes Costeros (i-Mar)
Instituto Fomento Pesquero Chile (IFOP)
Instituto de Acuicultura y Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL)
Programa COPAS-Sur Austral (Universidad de Concepción)

Fuente: Elaboración propia

En virtud de lo sucedido, se decidió trabajar con los artículos obtenidos en la búsqueda correspondientes a la sintaxis “Impactos en la dimensión humana de las floraciones algales nocivas en Chile” con el fin de revisar lo referido en la literatura respecto al contexto nacional y ampliar el rango a la búsqueda referida a la sintaxis “Impactos dimensión humana de las FAN Internacional” (Tabla 1) seleccionando específicamente los artículos producidos en países de Latinoamérica excluyendo el caso de Chile ya seleccionado previamente, ello con el fin de acotar y trabajar específicamente sobre los impactos en la dimensión humana de las FAN a nivel latinoamericano dado las características contextuales y geográficas que pueden complementar el estado del arte sobre esta problemática en Chile.

### **4.2 Criterios de inclusión y exclusión.**

Las revisiones sistemáticas se basan en una estrategia definida con el foco de detectar tanta literatura relevante como sea posible, considerando un protocolo de revisión, mediante el cual, se puede dar cuenta de la rigurosidad, robustez y replicabilidad del proceso. Para esto se requiere especificar los criterios de inclusión y exclusión para evaluar la pertinencia de cada posible estudio (Keele, 2007). Pardal-Refoyo y Pardal-Peláez (2020) señalan que hay que comenzar con una pregunta de investigación adecuada y estructurar

la revisión con los objetivos del estudio, siendo importante recalcar que la “selección de los artículos se desarrollará según los criterios de inclusión que se hayan establecido” (p. 157).

En base a lo anterior, se procedió a aplicar los criterios de inclusión (Tabla 3) definidos a partir del objetivo general y los objetivos específicos anteriormente presentados y validados en una reunión con el equipo de investigación TI\_FAN del (CR)<sup>27</sup>. Estos criterios iniciales fueron aplicados a dos sintaxis de búsqueda en particular. Primero, a “Impactos en la dimensión humana de las floraciones algales nocivas Chile” con el fin de trabajar en específico con los artículos que aborden los impactos humanos para el caso nacional. Segundo, a la sintaxis referida a “Impactos en la dimensión humana de las floraciones algales nocivas internacional” debido a la ampliación de la búsqueda por la nula evidencia de literatura gris identificada. Posterior a los criterios de inclusión y exclusión, los artículos seleccionados se sometieron a eliminación de duplicados y a un juicio experto<sup>8</sup> el cual evaluó cada uno de los resúmenes a partir de una escala de pertinencia referida a cada documento. Cabe agregar, que este juicio experto se realizó de acorde a los objetivos de la presente tesis y en el marco de la investigación TI\_FAN del (CR)<sup>2</sup>.

**Tabla 3**

*Criterios de inclusión/exclusión*

<b>Inclusión</b>	<b>Exclusión</b>	<b>Argumento</b>
Años (Desde 1972 a 2021)	Año (antes de 1972)	En 1972 se identifica el primer reporte FAN en Chile al cual se le asociaron impactos en la salud de las personas por cuadros de intoxicación, producido en la región de Magallanes, específicamente en Bahía Bell. Se considera este hito como un punto clave en el monitoreo y estudio de los impactos de las FAN en Chile. Además, dada la búsqueda bibliográfica se considera hasta junio de 2021 con el fin de abarcar la mayor cantidad de artículos producidos a la fecha.
Idioma inglés y español	Otros idiomas que no sea Ingles o español	Se considera el español como idioma oficial de Chile en donde su ubica el caso de estudio. Además, se

<sup>7</sup> Por equipo de investigación TI\_FAN se consideran 10 investigadores de la temática FAN del (CR)<sup>2</sup>.

<sup>8</sup> Por juicio experto se consideran tres investigadores de la temática FAN del (CR)<sup>2</sup>.

		selecciona el inglés como idioma internacional y en el que se publica la principal producción académica del mundo.
Territorio Patagonia Chilena	Estudios en otras zonas del país y en otros países	Se considera la Patagonia Chilena dado que concentra la mayor cantidad de episodios FAN desde que se tiene registro en Chile. Además, esta zona presenta gran parte de la acuicultura y miticultura de Chile.
Investigaciones que aborden los impactos económicos, sociales, culturales y de salud asociados a los eventos FAN de manera directa e indirecta.	Investigaciones que aborden impactos FAN que no incluyan ninguna de las dimensiones mencionadas.	El objetivo de estudio busca explorar sobre las dimensiones económicas, sociales, culturales y de salud, dada la poca sistematización y abordaje que existe en este ámbito, relevando la necesidad de indagar y unificar un estado del arte de los impactos en su dimensión humana.
Eventos FAN incluye marea roja y similares dentro de esta categoría.	Eventos que no tengan una relación directa e indirecta con las FAN.	Se da cuenta que las FAN son una catalogación a diferentes fenómenos de florecimientos algales, por lo cual, se incluyen en ella la marea roja como el más significativo.

Fuente: Elaboración propia

Respecto al resultado de la búsqueda sistemática de artículos de los impactos en la dimensión humana de las FAN en Chile, esta quedó finalmente con un total de 22 artículos a analizar (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Filtros aplicados a artículos científicos de impactos dimensión humana FAN Chile*

<b>Proceso de búsqueda</b>	<b>Artículos</b>
Resultado WOS	30
Resultado Scopus	34
Resultado Scielo	10
<b>Total</b>	<b>74</b>
Filtros duplicados	26
<b>Total</b>	<b>48</b>
Filtro otras temáticas	22
<b>Total</b>	<b>26</b>
Filtro de pertinencia	4
<b>Total a revisar</b>	<b>22 artículos</b>

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, para el caso de los artículos referidos a los impactos en la dimensión humana de las FAN en Latinoamérica, quedó un total de 19 artículos a analizar (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Filtros aplicados a artículos científicos de impactos dimensión humana FAN Latinoamericanos*

<b>Proceso de búsqueda</b>	<b>Artículos</b>
Resultado WOS	2.040
Resultado Scopus	2.146
Resultado Scielo	79
<b>Total</b>	<b>4.265</b>
Filtro Latinoamérica WOS	58
Filtro Latinoamérica Scopus	51
Filtro Latinoamérica Scielo	50
<b>Total</b>	<b>159</b>
Filtros duplicados	33
<b>Total</b>	<b>126</b>
Filtro otras temáticas	97
<b>Total</b>	<b>29</b>
Filtro de pertinencia	10
<b>Total a revisar</b>	<b>19 artículos</b>

Fuente: elaboración propia

Dicho aquello, se conformó una base de datos con un total de 41 artículos científicos dados por la búsqueda de impactos en la dimensión humana con énfasis en Chile y en el resto de la producción latinoamericana, los cuales se analizan en detalle a continuación (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Muestra de artículos seleccionados por la revisión sistemática de literatura*

<b>Artículos seleccionados – Chile</b>	
<b>Artículo</b>	<b>Referencia</b>
ID1	Burgos, A. V. (2021). Fenómeno de la marea roja en el sur de Chile y su impacto en el bienestar psicosocial de los habitantes de una caleta pesquera de la región de Los Lagos. <i>Revista Notas Históricas y Geográficas</i> , 23, 236 – 257.
ID2	Cabello, P., Torres, R., & Mellado, C. (2018). Socio-environmental conflict and contentious politics: framing of the environmental crisis of red tide bloom in Chiloe (Chile). <i>América Latina hoy- revista de Ciencias Sociales</i> , 79, 59-79.

ID3	Delgado, L. E., Zúñiga, C. C., Asún, R. A., Castro-Díaz, R., Natenzon, C. E., Paredes, L. D., ... & Marín, V. H. (2021). Toward social-ecological coastal zone governance of Chiloé Island (Chile) based on the DPSIR framework. <i>Science of The Total Environment</i> , 758, 143999.
ID4	Fujiyoshi, S., Yarimizu, K., Miyashita, Y., Rilling, J., Acuña, J. J., Ueki, S., ... & Maruyama, F. (2021). Suitcase Lab: new, portable, and deployable equipment for rapid detection of specific harmful algae in Chilean coastal waters. <i>Environmental Science and Pollution Research</i> , 28(11), 14144-14155.
ID5	Herrera-Mansilla, M. (2020). Controversias socioambientales al sur de Chile: el caso de la crisis de la marea roja en la Isla Grande de Chiloé. <i>Región y sociedad</i> , 32.
ID6	Iriarte, J. L. (2018). Natural and human influences on marine processes in Patagonian Subantarctic coastal waters. <i>Frontiers in Marine Science</i> , 5, 360.
ID7	Jorge, V. A. (2018). <i>Twitter, ¿ luego resisto? Movilización popular y redes sociales en Chile: La marea roja de Chiloé (2016)</i> . Izquierdas, (40), 185-201.
ID8	Labarta, U., & Fernández-Reiriz, M. J. (2019). The Galician mussel industry: Innovation and changes in the last forty years. <i>Ocean &amp; Coastal Management</i> , 167, 208-218.
ID9	Lagos, N. (1998). Microalgal blooms A global issue with negative impact in Chile. <i>Biological research</i> , 31, 375-386.
ID10	Mardones, J. I. (2020). Screening of Chilean fish-killing microalgae using a gill cell-based assay. <i>Latin american journal of aquatic research</i> , 48(2), 329-335.
ID11	Mardones, J. I., Fuenzalida, G., Zenteno, K., Alves-de-Souza, C., Astuya, A., & Dorantes-Aranda, J. J. (2019). Salinity-growth response and ichthyotoxic potency of the Chilean <i>Pseudochattonella verruculosa</i> . <i>Frontiers in Marine Science</i> , 6, 24.
ID12	Mardones, J. I., Paredes, J., Godoy, M., Suarez, R., Norambuena, L., Vargas, V., ... & Hallegraeff, G. M. (2021). Disentangling the environmental processes responsible for the world's largest farmed fish-killing harmful algal bloom: Chile, 2016. <i>Science of the Total Environment</i> , 766, 144383.
ID13	Mascareño A., Henriquez, P. A., Billi M., & Ruz, G. A. A. (2020). Twitter-Lived Red Tide Crisis on Chiloé Island, Chile: What Can Be Obtained for Social-Ecological Research through Social Media Analysis. <i>Sustainability</i> , 12(20), 8506.
ID14	Millanao, A., Barrientos-Schaffeld, C., Siegel-Tike, C., Tomova, A., Ivanova, L., Godfrey, H., Dolz, H., Buschmann, A., & Cabello, F. (2018). Antimicrobial Resistance in Chile and The One Health Paradigm: Dealing with Threats to Human and Veterinary Health Resulting from Antimicrobial Use in Salmon Aquaculture and the Clinic. <i>Revista Chilena de Infectología</i> , 35 (3), 299-308.
ID15	Ramos, C., Miranda, J. C., Acum, F., Pasten, R., & Reyes, R. (2021). Red Tide Occurrence and Its Socioeconomic Impacts Case of the Municipality of Puerto Montt, Chile. <i>Natural Hazards Review</i> 22(1), 04020058.
ID16	Soto, D., León-Muñoz, J., Dresdner, J., Luengo, C., Tapia, F.J. & Garreaud, R. (2019), Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile:

	understanding the biophysical, socioeconomic and governance links. <i>Rev Aquacult</i> , 11: 354-374.
ID17	Sunesen, I., Méndez, S. M., Mancera-Pineda, J. E., Bottein, M. Y. D., & Enevoldsen, H. (2021). The Latin America and Caribbean HAB status report based on OBIS and HAEDAT maps and databases. <i>Harmful Algae</i> , 102, 101920.
ID18	Yarimizu, K., Fujiyoshi, S., Kawai, M., Norambuena-Subiabre, L., Cascales, E. K., Rilling, J. I., ... & Maruyama, F. (2020). Protocols for Monitoring Harmful Algal Blooms for Sustainable Aquaculture and Coastal Fisheries in Chile. <i>International journal of environmental research and public health</i> , 17(20), 7642.
ID19	Anbleyth-Evans, J., Leiva, F. A., Rios, F. T., Cortés, R. S., Häussermann, V., & Aguirre-Munoz, C. (2020). Toward marine democracy in Chile: examining aquaculture ecological impacts through common property local ecological knowledge. <i>Marine Policy</i> , 113, 103690.
ID20	Araos, F., Saldívar, J. M., Lazo, A., & Ther-Ríos, F. (2019). Diálogos antropológicos para descifrar la crisis socioambiental en Chiloé. <i>Cultura-hombre-sociedad</i> , 29(1), 407-437.
ID21	Iriarte, J. L., & González, H. E. (2008). Phytoplankton bloom ecology of the inner Sea of Chiloé, Southern Chile. <i>Nova Hedwigia</i> , 67-79.
ID22	Trainer, V. L., Moore, S. K., Hallegraeff, G., Kudela, R. M., Clement, A., Mardones, J. I., & Cochlan, W. P. (2020). Pelagic harmful algal blooms and climate change: Lessons from nature's experiments with extremes. <i>Harmful Algae</i> , 91, 101591.
	<b>Artículos seleccionados – Latinoamérica</b>
ID23	De Castro, N. O., & de Oliveira Moser, G. A. (2012). Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais. <i>Oecologia Australis</i> , 16(2), 235-264.
ID24	Gianelli, I., Ortega, L., & Defeo, O. (2019). Modeling short-term fishing dynamics in a small-scale intertidal shellfishery. <i>Fisheries Research</i> , 209, 242-250.
ID25	Castro, N. O., Domingos, P., & Moser, G. A. O. (2016). National and international public policies for the management of harmful algal bloom events. A case study on the Brazilian coastal zone. <i>Ocean &amp; Coastal Management</i> , 128, 40-51.
ID26	Chellappa, N. T., Chellappa, S. L., & Chellappa, S. (2008). Harmful phytoplankton blooms and fish mortality in a eutrophicated reservoir of Northeast Brazil. <i>Brazilian archives of Biology and technology</i> , 51, 633-641.
ID27	Salomón, S., Rivera-Rondón, C. A., & Zapata, Á. M. (2020). Floraciones de cianobacterias en Colombia: estado del conocimiento y necesidades de investigación ante el cambio global. <i>Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales</i> , 44(171), 376-391.
ID28	Villalobos, L. G., Santinelli, N. H., Sastre, A. V., Marino, G., & Almandoz, G. O. (2019). Spatiotemporal distribution of paralytic shellfish poisoning (PSP) toxins in shellfish from Argentine Patagonian coast. <i>Heliyon</i> , 5(6), e01979.

ID29	Gómez, A. R., & Pineda, J. E. M. (2019). Potentially Toxic Dinoflagellates Associated to Seagrass on Isla de Barú, Colombian Caribbean, During El Niño 2015. <i>Acta Biológica Colombiana</i> , 24(1), 109-117.
ID30	González, A., Broce, K., Fábrega-Duque, J., Tejedor-Flores, N., & Young, K. (2019). Identification and Monitoring of Microalgal Genera Potentially Capable of Forming Harmful Algal Blooms in Punta Galeta, Panama. <i>Air, Soil and Water Research</i> , 12, 1178622119872769.
ID31	Freer, E., & Vargas-Montero, M. (2003). Floraciones algales nocivas en la costa pacífica de Costa Rica: toxicología y sus efectos en el ecosistema y salud pública. <i>Acta Médica Costarricense</i> , 45(4), 158-164.
ID32	Sierra-Beltrán, A. P., Cruz, A., Núñez, E., Del Villar, L. M., Cerecero, J., & Ochoa, J. L. (1998). An overview of the marine food poisoning in Mexico. <i>Toxicon</i> , 36(11), 1493-1502.
ID33	De Souza, M. S., Muelbert, J. H., Costa, L. D., Klering, E. V., & Yunes, J. S. (2018). Environmental variability and cyanobacterial blooms in a subtropical coastal lagoon: searching for a sign of climate change effects. <i>Frontiers in microbiology</i> , 9, 1727.
ID34	Álvarez-Góngora, C., & Herrera-Silveira, J. A. (2006). Variations of phytoplankton community structure related to water quality trends in a tropical karstic coastal zone. <i>Marine pollution bulletin</i> , 52(1), 48-60.
ID35	Ruiz-de la Torre, M. C., Maske, H., Ochoa, J., & Almeda-Jauregui, C. O. (2013). Maintenance of coastal surface blooms by surface temperature stratification and wind drift. <i>PLoS One</i> , 8(4), e58958.
ID36	Meave del Castillo, M. E., & Zamudio-Resendiz, M. E. (2018). Florecimientos de microalgas planctónicas de 2000 al 2015 en la Bahía de Acapulco, Guerrero, México. <i>Acta botánica mexicana</i> , (125).
ID37	Luna, L. M. G., Palanqué, A. Z., Ochoa, Z. C. C., Arencibia, Y. Á., Alonso, J. A. B., & Mazar, A. D. L. M. B. (2021). Implementación de un protocolo de gestión de riesgo por presencia de ficotoxinas en la laguna de Baconao, Santiago de Cuba. <i>Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras</i> , 50(1), 43-78.
ID38	Mancera-Pineda, J. E., Montalvo-Talaigua, M., & Gavio, B. (2014). Dinoflagelados potencialmente tóxicos asociados a material orgánico flotante (DRIFT) en San Andrés Isla, Reserva Internacional de la Biosfera-Seaflower. <i>Caldasia</i> , 36(1), 139-156.
ID39	Amorim, C. A., & do Nascimento Moura, A. (2021). Ecological impacts of freshwater algal blooms on water quality, plankton biodiversity, structure, and ecosystem functioning. <i>Science of the Total Environment</i> , 758, 143605.
ID40	Ramos, T. K., Costa, L. D. F., Yunes, J. S., Resgalla Jr, C., Barufi, J. B., de Oliveira Bastos, E., ... & Rörig, L. R. (2021). Saxitoxins from the freshwater cyanobacterium <i>Raphidiopsis raciborskii</i> can contaminate marine mussels. <i>Harmful Algae</i> , 103, 102004.

ID41	Vargas-Montero, M., & Freer, E. (2004). Proliferaciones algales nocivas de cianobacterias (Oscillatoriaceae) y dinoflagelados (Gymnodiniaceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista de biología tropical, 52, 121-125.
------	--

Fuente: elaboración propia

### **4.3 Técnica de análisis de información**

Respecto al análisis de la bibliografía seleccionada se realizó a través de la técnica de análisis de contenido, Andreu (2002) plantea que esta permite trabajar sobre el contenido de los textos propiciando una doble lectura, tanto en su contenido manifiesto, es decir, lo explícito y comunicado por el autor; y, el contenido latente, que es lo planteado indirectamente por el autor. De esta manera la codificación de lo hallado no solo se realiza de manera deductiva con la búsqueda de los criterios definidos con anterioridad en el texto sino también de manera inductiva, permitiendo identificar en el mismo texto códigos que puedan aportar al análisis y consecución de los objetivos del estudio. Para realizar el análisis se usó el software de análisis cualitativo Atlas.ti 8, facilitando el proceso de codificación y entrega de resultados.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Estadísticas de publicaciones

A continuación, se presentan los resultados del análisis de cada sintaxis de búsqueda de artículos científicos de manera desglosada, considerando la producción académica, la evolución anual de esta producción y el país de origen de los artículos seleccionados.

#### 5.1.1 Producción Floraciones Algales Nocivas

Los resultados presentan una alta producción académica en torno a las FAN en la literatura internacional para el periodo 1975 – 2021<sup>9</sup> (Tabla 7), siendo la base de Scopus la mayor con 8.630 artículos indexados, mientras que en WOS se encontraron 7.763 artículos y en Scielo 1.000. En relación a la evolución de la producción anual (Figura 2), se observa un crecimiento sostenido desde 1975 hasta la actualidad. Al presentar la producción por país (Figura 3), las bases de datos WOS y Scopus presentan los mismos 10 países con una producción similar, siendo EE. UU, China y Japón los tres países con mayor producción<sup>10</sup>. Mientras que, la base de datos Scielo presenta a tres países latinoamericanos, que en orden de producción sería Brasil, Chile y México.

**Tabla 7**

*Producción académica*

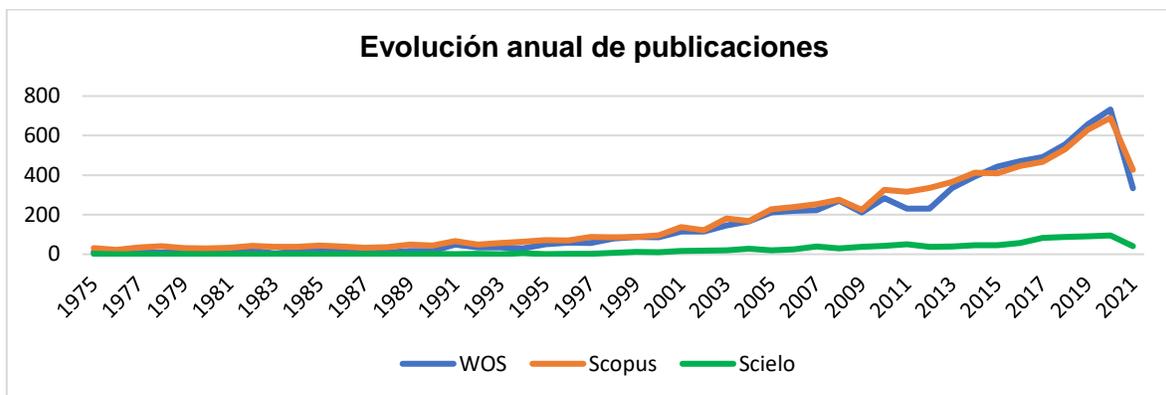
Base de datos	Producción académica
<b>Artículos FAN</b>	
WOS	7.763
Scopus	8.630
Scielo	1.000
<b>Artículos impactos FAN</b>	
WOS	3.755
Scopus	4.058
Scielo	165
<b>Artículos impactos humanos FAN</b>	
WOS	2.040
Scopus	2.146
Scielo	79
<b>Artículos impactos humanos FAN Chile</b>	
WOS	30

<sup>9</sup> Se realizó la búsqueda final el 30 de julio 2021

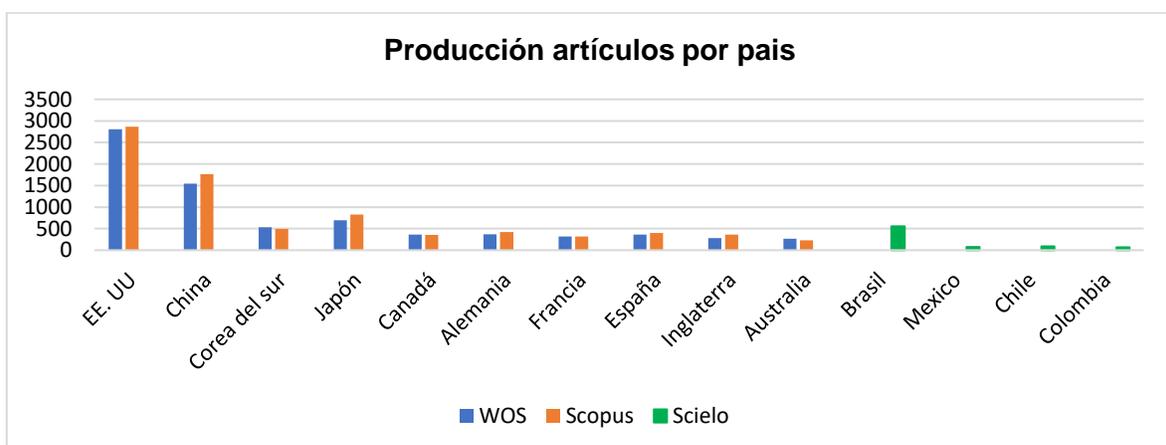
<sup>10</sup> Se mantienen los mismos 14 países como decisión metodología para poder generar una comparación en cada una de las etapas y sintaxis de búsqueda.

Scopus	34
Scielo	10

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.** Producción artículos FAN 1975-2021. Fuente: Elaboración propia

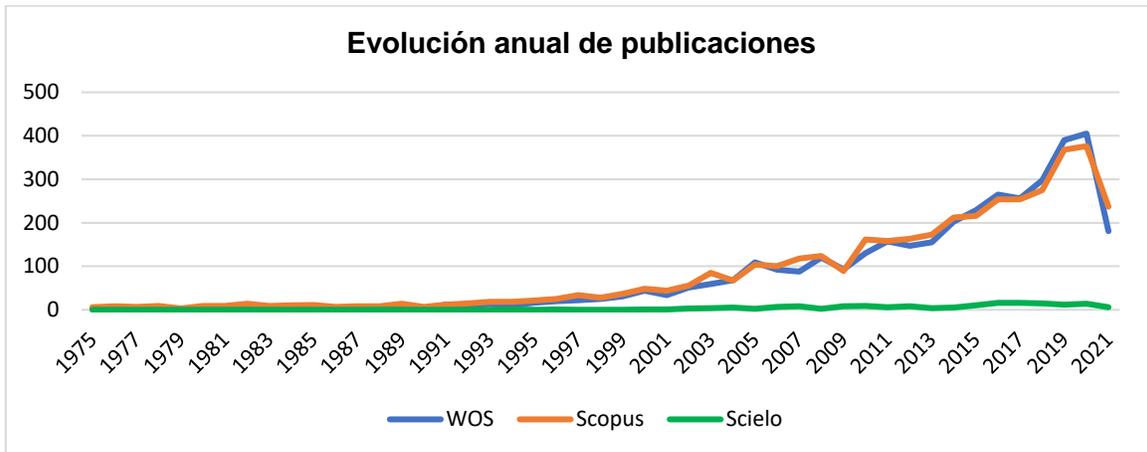


**Figura 3.** Producción artículos por país FAN. Fuente: Elaboración propia

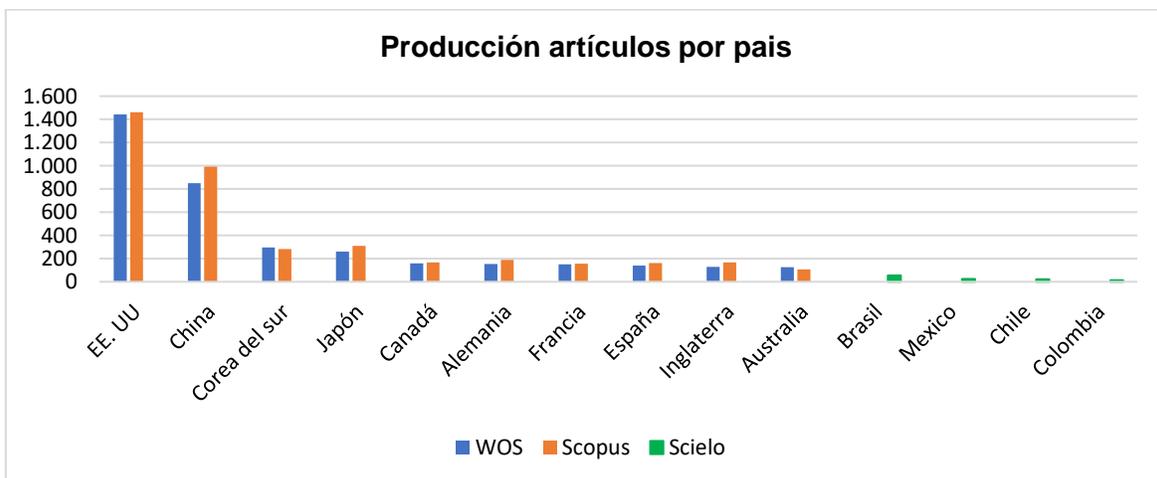
### 5.1.2 Producción sobre impactos de las FAN

Los resultados evidencian una disminución de casi un 50% de la producción académica al filtrar por impactos FAN en la literatura internacional (Tabla 7) en WOS y Scopus y cercana a un 80% en Scielo, respecto de la búsqueda previa. En Scopus se encontró la mayor cantidad de artículos con 4.058, seguido de WOS con 3.755 artículos y Scielo con 165 artículos. Respecto a la evolución de la producción anual (Figura 4), se mantiene la tendencia de crecimiento desde 1975 hasta la actualidad. Al presentar la producción por país (Figura 5), WOS y Scopus, nuevamente EE. UU, China y Japón son nuevamente los tres países con mayor producción. Scielo presenta nuevamente a tres países

latinoamericanos, que en orden de producción serían Brasil, México y Chile; cabe precisar que Chile pasa del segundo al tercer puesto al filtrar por impactos FAN.



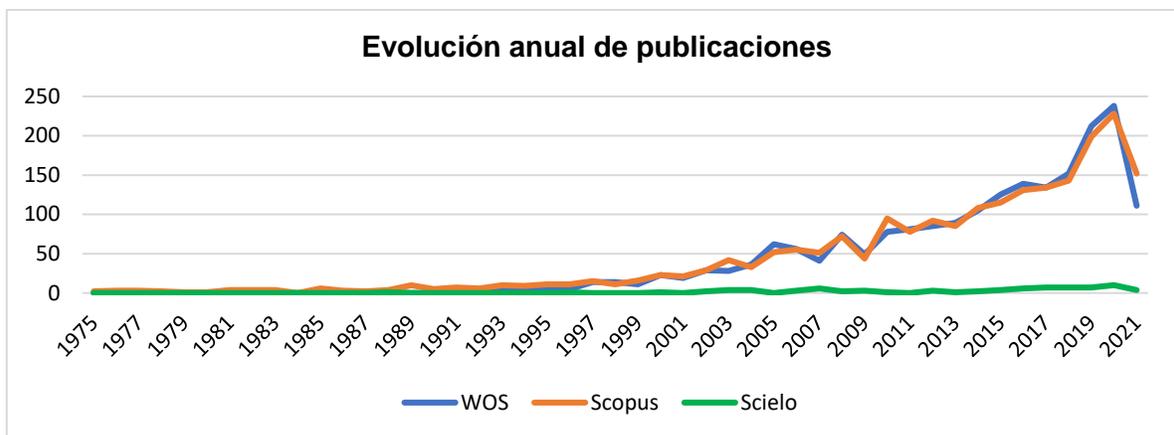
**Figura 4.** Producción artículos impactos FAN 1975-2021. Fuente: Elaboración propia



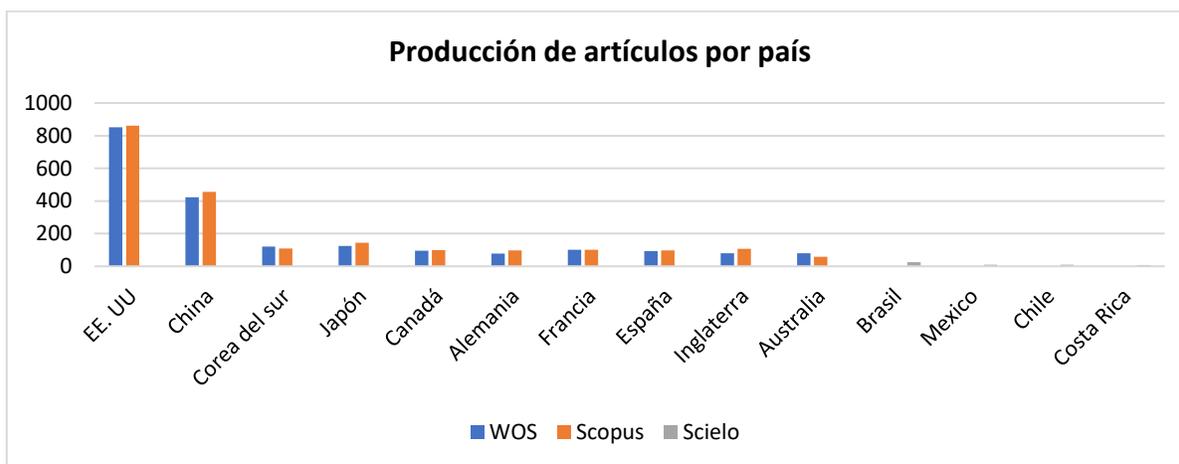
**Figura 5.** Producción artículos por país impactos FAN. Fuente: Elaboración propia

### 5.1.3 Producción impactos dimensión humana de las FAN

Al filtrar por impactos en la dimensión humana de las FAN se observa (Tabla 7) nuevamente una reducción cercana a la mitad de los artículos encontrados en la búsqueda previa. Ahora bien, se obtiene de Scopus la mayor cantidad de artículos con 2.146, luego WOS con 2.040 artículos y Scielo con 79. Del mismo modo, se observa un alza sostenida desde 1975 a la fecha (Figura 6). Al presentar la producción por país (Figura 7), WOS y Scopus muestran una distribución similar, siendo nuevamente EE. UU, China y Japón los tres países con mayor producción. En Scielo aparecen nuevamente Brasil, México y Chile.



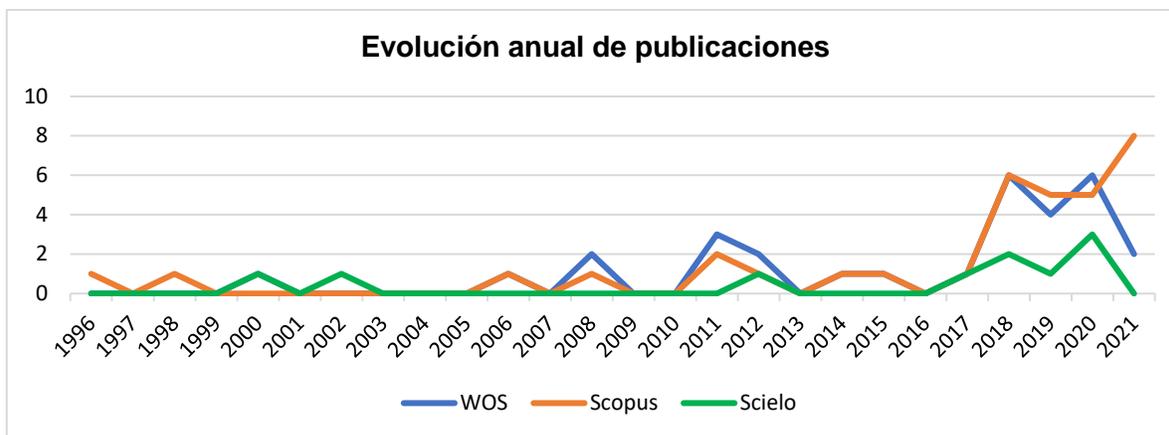
**Figura 6.** Producción artículos impactos humanos FAN 1975-2021. Fuente: Elaboración propia



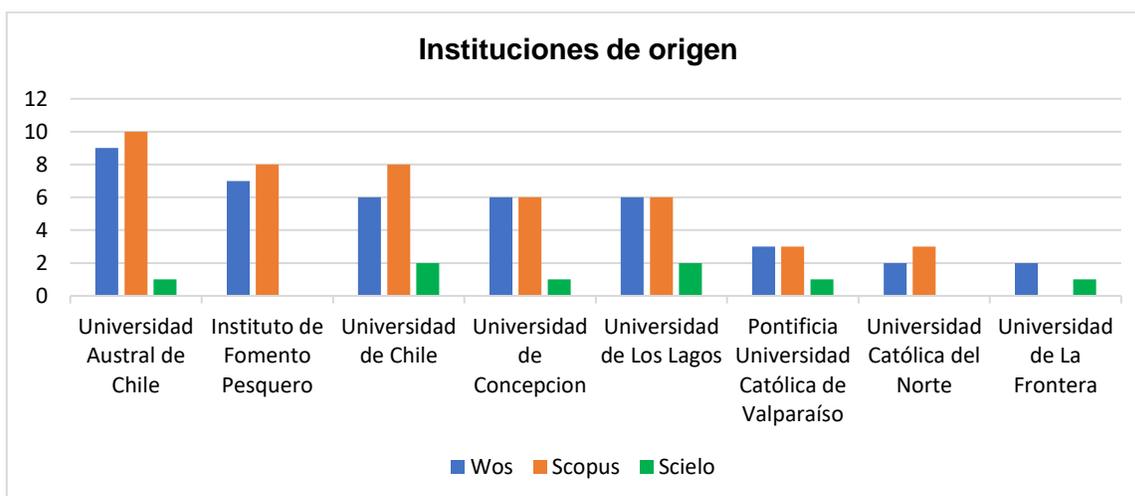
**Figura 7.** Producción artículos por país impactos humanos FAN. Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.4 Producción impactos dimensión humana de las FAN en Chile

Respecto a los resultados específicamente relacionados con Chile, Scopus concentra la mayor cantidad de artículos con 34, seguido de WOS con 30 artículos y Scielo con 10 (Tabla 7). Del mismo modo, la evolución de producción anual (Figura 8) muestra que esta temática comienza a aparecer en estas bases de datos a finales de los años noventa marcando una tendencia de aumento en ella progresivamente, presentado los años 2008, 2010, 2011 y 2016 en adelante alzas en la producción. Es más, desde el periodo 2016-2017 se evidencia un aumento significativo y constante de crecimiento de la producción de artículos. Por último, las instituciones que han producido los artículos en orden de frecuencia de mención son la Universidad Austral de Chile, el Instituto de Fomento Pesquero, la Universidad de Chile, la Universidad de Concepción y la Universidad de Los Lagos (Figura 9).



**Figura 8.** Producción artículos impactos humanos FAN Chile 1996-2021. Fuente: Elaboración propia



**Figura 9.** Producción artículos impactos humanos FAN Chile por institución. Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Análisis de impactos humanos de las FAN en Chile

El análisis de contenido de los 22 artículos seleccionados sobre los impactos en la dimensión humana de las FAN en Chile corrobora que el estudio de los impactos de las FAN es un tema poco abordado en la literatura científica nacional. Son los impactos de tipo económicos y los enfocados en la salud de la población los que destacan sobre los otros; si bien se identifican impactos sociales y culturales respecto a los eventos FAN en las comunidades costeras estos se presentan de manera poco sistemática y en menor escala.

Del mismo modo, son los 19 artículos seleccionados con respecto a la búsqueda de impactos humanos de las FAN en Latinoamérica, los que confirman lo planteado, identificando una concentración en la mención de aspectos económicos y de salud, posicionando a Chile dentro de Latinoamérica como uno de los referentes en torno a los impactos humanos de las FAN. No obstante, en ambos casos esta sigue siendo un tema emergente respecto al desarrollo académico general en torno a las FAN.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de contenido, caracterizando cómo la literatura revisada aborda los impactos en la dimensión humana de las FAN (Tabla 8), especificando en primera instancia, los impactos económicos; segundo los impactos en la salud; tercero, impactos sociales y; finalmente, impactos culturales.

**Tabla 8**

*Síntesis de resultados. Se presentan los impactos, dimensiones y citas emblemáticas.*

<b>Dimensiones</b>	<b>Impactos</b>	<b>Citas emblemáticas</b>
Económica	Pesca y Acuicultura	"La última floración fue la más masiva, extendiéndose varios Km <sup>2</sup> en la zona interior de los fiordos y canales y causando el peor daño de las FAN en la industria salmonera chilena hasta el momento. Las pérdidas para la industria salmonera en esta ocasión se calcularon en 100.000 toneladas métricas de trucha y salmón Coho atlántico, lo que equivale a una pérdida de exportación de 800 millones de dólares (15% de la producción anual de Chile (Clément et al., 2016)" (ID11).*
	Pesca artesanal y recolectores de orilla	"La pesca artesanal de la localidad fue el hábito expresado en las entrevistas de "vivir el día a día", es decir, que los trabajadores de la pesca artesanal mantenían un sistema de vida en el que el sustento económico se basa en el ingreso diario percibido, por lo que al momento de la crisis no contaban con un fondo monetario que les permitiese amortiguar la baja de sus ingresos" (ID1).
	Economía local	"De acuerdo a lo señalado por los relatos de los participantes el contexto laboral y económico sería uno de los aspectos más sensibles derivados por la crisis de marea roja" (ID1).
	Turismo	"Incluso cuando no se han producido víctimas humanas, la economía de los pescadores locales

		sufre un grave inconveniente tras 60 días de veda anual promedio, afectando también al negocio del turismo" (ID32).*
Salud	Intoxicaciones	"La salud humana también se puede ver afectada por la contaminación de peces silvestres para consumo humano con residuos de antimicrobianos" (ID14).
	Salud Mental	"Los efectos psicosociales que pudiesen estar presentes en las personas van a estar necesariamente vinculados al tipo de crisis a la que se vean enfrentados, por esto es necesario conocer que es la marea roja y cuál fue su efecto inmediato en las comunidades afectadas" (ID1).
Social	Conflictos sociales	"Desde el movimiento social se aprecia un marco ( <i>frame</i> ) dominante. Se trata de un <i>frame</i> en el que la crisis constituye un conflicto socioambiental, y se rechazan las causas naturales" (ID2).
	Migración forzada	"En los diferentes discursos se hace mención de personas que al verse encontrado en la situación crítica decidieron migrar con el fin de trabajar de forma segura lo que da cuenta de que el nivel de urgencia para algunas personas es tal que no proyectan poder accionar una solución en la caleta" (ID1).
	Tensiones organizacionales	"Se destaca que, a pesar de las diferencias ocurridas durante el movimiento, posterior al término de las negociaciones las organizaciones vinculadas a la pesca mantuvieron el diálogo y el trabajo colaborativo entre sí e incluso por causa de la crisis se crea un sindicato de mujeres recolectoras de orilla" (ID1).
	Crisis de confianza	"Nuestro análisis y los resultados publicados por otros autores sobre las zonas costeras chilenas (eg, Alvial y Recule, 1999; Barragán et al., 2005; Gelcich et al., 2018; Martínez et al., 2019) muestran que parece haber una desconexión entre ciencia, gestión o gobernanza, políticas públicas y actores sociales locales" (ID3).
Cultural	Prácticas culturales	"Las investigaciones que movilizan el debate presentado en este texto muestran que la crisis se inscribe en un amplio e histórico proceso de transformación socioambiental experimentado en el archipiélago, con implicancias en las diferentes

		esferas de la vida social y ecológica de Chiloé” (ID20)
	Identidad local	“Chiloé se caracteriza por una cultura vibrante que es una mezcla de indígena mapuche-huichille y español. La zona posee una identidad chilota separada de Los Lagos, y en un pasado fue independiente de la capital regional, Puerto Montt. Esto es digno de mención ya que la ciudad es la ubicación de muchas de las sedes de las empresas de acuicultura industrial” (ID19)*
	Cosmovisiones y costumbres	“También fue posible apreciar cómo la naturaleza adquirió expresividad y agencia durante la crisis, sobre todo en el discurso de los pueblos originarios, lo cual mostró el lazo existente entre el mar y las comunidades Huilliches de la isla, elementos que muchas veces quedan invisibilizados por la ontología dominante (Sepúlveda & Sundberg, 2017)” (ID5).

Fuente: Elaboración propia. \*Traducción propia del idioma original.

### 5.2.1 Impactos económicos de las FAN

Los impactos económicos son uno de los más abordados en la literatura revisada, entre ellos se destacan los impactos en la pesca, la acuicultura y problemas laborales producto de las FAN. Además, se identifican impactos asociados al comercio, la incertidumbre laboral, la vulnerabilidad económica y en menor medida impactos en el turismo.

Los impactos en pesca y acuicultura se relacionan con el sector geográfico de las regiones de la Patagonia Chilena, en las cuales se concentran en gran escala la industria acuícola. Dentro de ello, se asocian los eventos de FAN como repercusiones directas en el trabajo formal de gran parte de las comunidades costeras de Chile que tienen un vínculo con la industria salmonera, impactando en la fuente laboral e ingresos asociados a los centros de acuicultura:

“Estas alteraciones sobre el océano tienen repercusiones sociales y económicas, en primer lugar, sobre la pesca y acuicultura, que se ven afectadas por bajas en la productividad, cambios en los recursos disponibles y pérdida de infraestructura” (ID1).

Cabe destacar que estos impactos en la acuicultura se encuentran presentes en diferentes episodios en la historia de Chile, como lo son los casos sucedidos en 1988 o 2009; en

ambos se generaron grandes pérdidas económicas para las empresas acuícolas y, por ende, repercutieron en las zonas costeras aledañas. Estos eventos históricos se identifican en la literatura como detonantes de monitoreos por parte de empresas e industrias respecto a las FAN, las cuales reconocen una relación directa entre los impactos socioeconómicos y los eventos de floraciones:

"En 1988, una floración (100.000 células ml-1) del rafidófito *Heterosigma akashiwo* mató 5.000 toneladas de salmón valoradas en 11 millones de dólares (Clement y Lembeye, 1993). Este evento biológico extremo en 1988 desencadenó el inicio de un extenso programa de monitoreo de plancton por parte de la Asociación Chilena del Salmón el cual fue seguido por otras organizaciones privadas y gubernamentales (por ejemplo, Plancton Andino SpA y el Instituto de Fomento Pesquero - IFOP)" (ID22).<sup>11</sup>

Otro impacto económico está vinculado con la pesca artesanal y las recolectoras de orilla, las cuales se ven afectadas por los eventos FAN en diferentes escalas, identificando en los casos revisados un quiebre en la actividad laboral de los pescadores artesanales e independientes de las zonas afectadas. Las repercusiones son producto de las medidas sanitarias dadas por las autoridades que impiden realizar la labor de pesca y de mariscar en las zonas afectadas por las FAN:

"El sector mayormente afectado (región de Los Lagos) fue el de los pescadores artesanales y las recolectoras de orilla quienes tuvieron que de forma súbita enfrentarse a la pérdida de su principal fuente laboral teniendo que buscar mecanismos alternos que les permitieran sustentarse a sí mismos y en la gran mayoría de los casos también a sus familias, lo que a su vez produjo un alza en la migración por parte de estos trabajadores ya que debido a la urgencia del impacto económico se vieron en la necesidad de trasladarse a lugares en los que pudieran estabilizar su economía" (ID1).

Otro tipo de impacto son las modificaciones en la economía local producto de las FAN, estableciendo un vínculo entre los mercados asociados al mar y las comunidades costeras asociados a estos. Dentro de ellos, se destaca la paralización de las ventas de productos

---

<sup>11</sup> Traducción propia del idioma original.

marítimos, del comercio en los mercados y la oferta gastronómica, pues las personas en momentos de veda restringen su consumo del producto marino:

“Por otro lado, el impacto derivado de esta situación tuvo un efecto en cadena sobre el comercio en general ya que al tratarse de una caleta pesquera los comercios ligados a la gastronomía y el turismo mantenían una dependencia al sector pesquero artesanal por lo que también experimentaron una baja importante en la oferta y demanda de sus negocios, situación generada por la pérdida del recurso principal” (ID1).

Del mismo modo, se identifican impactos asociados al turismo, pues las FAN generarían, además, de los impactos mencionados, un efecto estético o visual en el mar que desincentivaría o impediría en muchos casos un desarrollo normal del turismo en la zona afectada.

Respecto a la literatura Latinoamericana en torno al tema se corrobora que la producción en torno a impactos económicos de las FAN es una de las más abordados, siendo reconocido el impacto laboral que producen estos eventos en la pesca artesanal, por sobre el impacto en la acuicultura, evidenciando la particularidad nacional en torno a la industria magnitud de la industria salmonera y su importancia para la economía de la Patagonia Chilena:

"El aumento de la frecuencia y la duración de las mareas rojas, un fenómeno observado a nivel local (Martínez et al., 2017) y mundial (por ejemplo, Dyson y Huppert, 2010; Hoagland y Scatasta, 2006; Oliveira et al., 2015; Rodríguez et al., 2011), ha tenido un fuerte impacto en esta pesquería debido a las prohibiciones de pesca inmediatas impuestas por la agencia de gestión pesquera. Esto conlleva varios problemas, entre ellos: (i) la pérdida de ingresos para los pescadores y los procesadores, (ii) el aumento de la incertidumbre económica, (iii) Imposibilidad de satisfacer la demanda gastronómica local (pérdida de clientes), y (iv) si los eventos de marea roja persisten durante varios días, los pescadores deben buscar otro trabajo en localidades donde las oportunidades económicas son escasas (Defeo et al., 2013; Gianelli et al., 2015)." (ID24).<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Traducción propia del idioma original.

Del mismo modo, cabe reconocer en la literatura latinoamericana cambios laborales en los pescadores producto de los impactos de las FAN en la economía, identificando cambios de las actividades laborales e incluso abandonando la pesca artesanal, con el fin de obtener mayores seguridades económicas frente a futuros eventos, dando cuenta de una inestabilidad laboral que enfrentan al momento de enfrentar un evento FAN:

"Además de estas restricciones medioambientales, las fluctuaciones del mercado y la variabilidad de los atributos socioeconómicos de los pescadores individuales también podrían influir en los procesos de toma de decisiones a corto plazo y en los rendimientos diarios de la pesca" (ID24).<sup>13</sup>

Finalmente, se agrega la reiterada mención del impacto en el turismo presente en la literatura latinoamericana, diferenciado de la poca presencia que tuvo este impacto en el caso de Chile. De todas formas, esta sigue ligada a los efectos indirectos en la veda de los recursos del mar y, sobre todo, el impacto paisajístico que tiene en la zona, por las manchas de colores y malos olores, asociados muchas veces a posibilidad de contagio y enfermedad, interrumpiendo el desarrollo de este rubro mientras existe una floración:

"Especies que pueden causar daño bioeconómico, incluyen aquellas que causan cambios estéticos que afectan el turismo y la pesca, debido a la producción de mucílago, malos olores, espuma y decoloración (ID23).

### **5.2.2 Impactos de las FAN en la salud**

Los impactos en la salud de las personas se encuentran dentro de los más descritos por la literatura revisada, identificando dos grandes categorías, por un lado, los impactos relacionados a los cuadros de intoxicación producto del consumo de organismos contaminados y, en menor medida, los impactos en la salud mental que generan las FAN en las personas afectadas por estos eventos.

Respecto a los cuadros de intoxicación, se presentan como una de las principales preocupaciones al momento de trabajar sobre los impactos de las FAN considerando el efecto directo que tiene el consumo de algún producto contaminado en la salud de las personas:

---

<sup>13</sup> Traducción propia del idioma original.

"Los efectos nocivos más graves se producen cuando algunas microalgas producen metabolitos secundarios tóxicos que exhiben una potente actividad biológica sobre una amplia variedad de organismos marinos o en los seres humanos tras el consumo de alimentos marinos contaminados (Skjelbred et al., 2011)" (ID11).<sup>14</sup>

Un punto a destacar es el detalle con que se encuentra en la revisión de literatura la identificación de las toxinas de las FAN con respecto al impacto que estas generan en las personas, catalogando en diferentes casos las consecuencias que tiene su consumo. Los efectos se abordan tanto para la contaminación del ecosistema como para las personas, vinculando a las FAN con investigación y monitoreo constante para determinar si es que estas son nocivas o no:

"Hasta ahora se han descrito seis enfermedades humanas asociadas a las toxinas de las microalgas (Hallegraeff, 1993; Yasumoto & Murata, 1993; Yasumoto et al, 1995; Falconer, 1996) (Tabla I): - Intoxicación parálitica por mariscos (PSP) - Intoxicación diarreica por mariscos (DSP) - Intoxicación amnésica por mariscos (ASP) - Intoxicación neurotóxica por mariscos (NSP) - Intoxicación ciguatera (CP) - Intoxicación por cianobacterias (CNP)" (ID9).<sup>15</sup>

Dentro de los efectos más abordados se reconoce la parálisis e intoxicación asociados en algunos casos al consumo de marisco en contextos de marea rojas en el sur de Chile, el cual presentaría diversa evidencia científica y detalle frente al tema:

"Se revisan los problemas ecológicos y sanitarios que plantean las floraciones de microalgas (mareas rojas) que se producen en el sur de Chile. De las seis enfermedades humanas provocadas por las toxinas de las microalgas, la intoxicación parálitica por mariscos es la más importante, debido a su alta tasa de mortalidad y a los altos niveles de ficotoxinas encontrados en los moluscos contaminados" (ID9).<sup>16</sup>

Respecto a la identificación de los tipos de floraciones existentes y su relación con los impactos en la salud de las personas, se identifica a "*Alexandrium catenella*" dentro las floraciones que más repercusiones ha generado por su alta concentración de toxinas,

---

<sup>14</sup> Traducción propia del idioma original.

<sup>15</sup> Traducción propia del idioma original.

<sup>16</sup> Traducción propia del idioma original.

generando incluso el cierre de las diversas actividades económicas marítimas que se encuentran en las zonas donde esta aparece:

"Durante el verano de 2005 y 2006, se detectaron floraciones de *Alexandrium catenella* (por entonces un conocido productor de PST) en los fiordos del norte de la región de Aysén. La floración causó 7 intoxicaciones humanas y una víctima fatal" (ID22).<sup>17</sup>

Respecto de los impactos en la salud mental de las personas producto de las FAN, se destaca su presencia en solo un artículo revisado<sup>18</sup> el cual reconoce como principal preocupación la falta de consideración de la asistencia a la salud mental en las personas afectadas por los desastres socio-naturales en general, analizando las mareas rojas como un caso emblemático:

"El proceso emocional relatado por los entrevistados permite identificar experiencias comunes en las distintas esferas de la comunidad, las personas dependientes de la pesca artesanal señalan haber sentido una gran vulnerabilidad al inicio de la crisis como efecto de la pérdida de la fuente laboral junto con la desesperanza por no tener conocimiento de la causal y la posible solución del problema, estas emociones iniciales se ven rápidamente contrarrestadas por esperanza y motivación de perseverar frente a la situación adversa" (ID1)

Se aborda el impacto en el bienestar social de las personas, el cual se ve alterado y en muchos casos interrumpido por cambios laborales, generando cuadros de estrés, angustia, depresión e inestabilidad:

"En el caso del bienestar psicosocial es posible observar alteraciones individuales y colectivas por medio de las experiencias percibidas en las personas referentes a las modificaciones vivenciadas principalmente en su contexto laboral y económico desde el impacto directo e indirecto" (ID1).

Respecto al escenario latinoamericano de la revisión de literatura se presenta un contexto similar e incluso mayor en tanto producción y abordaje de los impactos en la salud de las personas, sin embargo, estos se remiten meramente a impactos por intoxicaciones

---

<sup>17</sup> Traducción propia del idioma original.

<sup>18</sup> Artículo ID1

producto de recursos contaminados y toxinas, sin presentar mención alguna a los impactos referidos a la salud mental de las personas. Cabe destacar el abordaje detallado de identificación de toxinas en la revisión Latinoamericana sobre todo producto de la intoxicación producida por el consumo de peces (ciguatera) y las FAN, ejemplificando casos en Brasil, Argentina, México y Colombia.

"Los eventos en la costa del Pacífico han estado dominados por mareas rojas productoras de PSP (intoxicación parálitica por mariscos), pero la composición de tales florecimientos masivos varió de manera muy particular (Fig. 1). Antes de 1987 las mareas rojas tóxicas estaban formadas principalmente por *G. catenatum* y, tras la aparición de *P. bahamense var. compressum* en las aguas de Guatemala en ese año, la especie comenzó a dominar en las costas del Pacífico Sur de México. Este cambio de productor de toxinas se manifestó de manera muy desafortunada ya que las mareas rojas de *Pyrodinium* producen una mayor toxicidad neta sobre los mariscos aumentando enormemente los efectos sobre las poblaciones humanas y de animales marinos afectados" (ID32).<sup>19</sup>

Otro punto a detallar, es la presencia de contaminación producto de la FAN en escenarios de agua dulce, que, a diferencia de la literatura revisada en Chile, se presentan casos de estudios respecto a eventos FAN en lagunas costeras, estuarios y embalses. Estos son un riesgo latente a la disponibilidad de agua potable de las comunidades asociadas, ampliando el espectro de influencia que tienen los impactos de las FAN en términos sanitarios:

"Este episodio reforzó la importancia de las floraciones tóxicas en la salud pública y fue el punto de partida de un intenso estudio de monitoreo sobre la calidad del agua de los embalses y la detección de la floración de cianobacterias tóxicas con el fin de brindar señales de alerta temprana a los programas de manejo de embalses" (ID26).

Finalmente, se reconoce la presencia de "*Alexandrium Catenella*" como una de las especies más reconocida en los artículos, como dañina para el ecosistema en el cual se identifica y para las comunidades humanas, generando en muchos casos cuadros de intoxicación y muertes asociadas:

---

<sup>19</sup> Traducción propia del idioma original.

“En la costa argentina, el primer brote de PSP se documentó en la Península de Valdez es en 1980, asociado a una floración de la especie *Alexandrium catenella* (como *A. tamarense*) (Carreto et al., 1986). Desde entonces, se han observado de manera recurrente floraciones de *Alexandrium catenella* a lo largo de la costa argentina, provocando intoxicaciones humanas y muerte por mariscos contaminados” (ID28).

### **5.2.3 Impactos sociales de las FAN**

Los impactos sociales se presentan en muchos casos como efecto, pero también como respuesta. Por ejemplo, las denominadas tensiones organizacionales se producen a partir de los efectos de una FAN sobre las comunidades, sin embargo, esta también ayuda a generar instancias de respuestas y acciones de organización frente al tema. Otros impactos que aparecen son los referidos a los conflictos sociales, las migraciones forzadas y las crisis de confianza producidas por las repercusiones que tienen las FAN en el medio humano.

Respecto a los conflictos sociales producidos por los eventos FAN, estos pueden generar repercusiones sociales y económicas y en diversas esferas de la vida humana en las zonas costeras. Esto puede traer consigo cambios en las relaciones sociales activando diferentes redes para generar instancias de movilización y protesta en torno a las repercusiones de los eventos FAN en los medios de vida. Lo sucedido el 2016 en Chiloé emerge nuevamente como caso emblemático, reconociendo las diversas paralizaciones productivas que se vivieron en aquel entonces y con ello generando un contexto de crisis social, acompañado de problemas comerciales como lo son el desabastecimiento que tuvo la isla:

“Se presentan entonces los efectos de este «desorden público»: los problemas de acceso y desplazamiento dentro de la isla y la posibilidad «aterradora» del desabastecimiento. EMOL titula un día después del inicio de las movilizaciones: «alcaldes de Chiloé advierten de desabastecimiento por bloqueos y critican bono del Gobierno» (EMOL, 3 de mayo de 2016). Dos días después la advertencia parece concretarse; un titular de La Tercera Online dice: «Chiloé: comienza el desabastecimiento y la falta de combustible» (La Tercera Online, 5 de mayo de 2016). La aparición de imágenes y relatos de desabastecimiento como efecto de las movilizaciones” (ID2).

Se releva la importancia que tuvo el evento de 2016 en Chiloé al evidenciar la relación económica de las comunidades con la industria salmonícola, pues fue esta la que se vio

afectada por un evento FAN, lo cual repercutió en alteraciones sociales y económicas en la isla. Esto permite identificar que las consecuencias de la dependencia económica con la salmonicultura también son parte los impactos de las FAN en términos sociales al acrecentar la vulnerabilidad de las comunidades costeras:

“La crisis socioambiental de mayo del 2016 se vincula a una larga historia de auge y decadencia en la explotación de recursos naturales en el archipiélago de Chiloé, vinculada al desarrollo de un modelo económico extractivista que configuró sus dinámicas territoriales” (ID20).

La protesta social de esta manera se configura como una forma de enfrentar los conflictos sociales descritos, pues articula grupos de manera organizada y espontánea, buscando enfrentar los impactos que dejan las FAN en los territorios. En algunos casos se presenta a la movilización como producto de las FAN debido a las debilidades de los espacios de participación y las desconfianzas frente a las autoridades e industrias acuícolas que en momentos de crisis no generaron los espacios suficientes para contener las demandas de las comunidades, dejando en evidencia una gobernanza fragmentada y canales de comunicación deficientes entre los diversos actores involucrados del territorio:

"La controvertida explosión de la floración de algas nocivas (FAN) Marea Roja en el sur de Chile llamó la atención internacional en 2016 después de que los pescadores artesanales y los habitantes de la isla de Chiloé desarrollaran un nuevo movimiento social con importantes protestas [5]. La comunidad local ha vinculado los crecientes eventos de FAN de Marea Roja a factores antropogénicos contaminantes, que pueden estar relacionados con la falta de gobernanza democrática de la acuicultura y la pesca" (ID19).<sup>20</sup>

Otro impacto social es la migración forzada, la cual emerge a partir de la frecuencia que han tenido los eventos FAN en la Patagonia Chilena. La literatura muestra numerosos casos en que las personas que trabajaban en torno a los recursos marinos decidieron migrar a zonas que puedan otorgarles estabilidad laboral, más aun cuando estos eventos han tendido a aumentar en frecuencia y magnitud. Así, lo fue el caso del 2016 en Chiloé, respecto a la literatura, generando diversos desplazamientos en el interior de la isla como también para fuera de esta:

---

<sup>20</sup> Traducción propia del idioma original.

“Lo que a su vez produjo un alza en la migración por parte de estos trabajadores ya que debido a la urgencia del impacto económico se vieron en la necesidad de trasladarse a lugares en los que pudieran estabilizar su economía” (ID1)

En el mismo caso de Chiloé 2016, a partir de las consecuencias económicas y laborales que generó la marea roja, se han identificado diversas repercusiones en las organizaciones de la Isla evidenciando algunos conflictos internos producto de la crisis. Sin embargo, también se presentan instancias de apoyo y mayor cohesión entre gremios afectados, mostrando un fortalecimiento del tejido social. Además, en muchos de los casos estos grupos creados para enfrentar los impactos de las FAN siguieron trabajando de manera permanente, formando organizaciones sociales y sindicatos referidos a las áreas afectadas, como lo fue el caso de sindicato de mujeres recolectoras de orilla:

“Esto último tuvo gran injerencia en la esfera organizacional de la caleta ya que según los entrevistados ayudó a fortalecer el tejido social generando una mayor cohesión entre entidades comunitarias y pobladores que por medio de la participación y organización buscaron una solución que pudiese compensar de forma inmediata las pérdidas ocasionadas asegurando también una estabilidad laboral al largo plazo” (ID1).

La crisis de confianza es un punto a destacar dentro de los impactos de las FAN en la dimensión social, puesto que en estos eventos se han visto afectados los canales de comunicación entre diferentes actores inmersos en la problemática de las FAN. Son las relaciones entre autoridades, ciudadanía, instituciones gubernamentales y la académica las que se ven afectadas, pues se ha presentado en algunos casos evidencia científica que refutaba las creencias locales en torno al tema o bien medidas de contingencia sin un sustento comunitario de fondo:

“Los resultados que entregó la comisión científica motivaron diversas manifestaciones en Chiloé por parte de ONG ambientalistas, de movimientos sociales y de autoridades locales, los cuales no compartían los resultados del estudio. Estas desavenencias tensionaron aún más el contexto de la crisis” (ID5).

Respecto a la literatura Latinoamericana revisada, los impactos sociales se encuentran escasamente presentes en los artículos revisados y su mención es referida de manera

aislada a posibles impactos que podría generar un evento FAN en términos sociales sin abordar el tema en su centralidad ni en algún caso de estudio particular.

#### **5.2.4 Impactos culturales de las FAN**

Los impactos culturales asociados a los eventos FAN son los menos abordados en la literatura revisada, sin embargo, se encontraron tres grandes áreas en las cuales se pueden identificar dichos impactos: los cambios en las prácticas culturales; los referidos a la identidad local y; los impactos asociados a las cosmovisiones y costumbres de la comunidad.

Respecto al cambio en las prácticas culturales, se plantea que las FAN pueden reestructurar o al menos tensionar muchas de las prácticas administrativas, organizacionales y culturales de las zonas afectadas. Tener que migrar o buscar nuevas formas de trabajo, va generando cambios en las relaciones tradicionales que tenían las comunidades con respecto a su entorno y con ello a las acciones que realizaban en base a este. Es el vínculo establecido por las comunidades costeras entre el mar y el territorio el que se ven impactado por los eventos FAN, ya sea por la veda de algún producto asociado a su cotidianidad o bien por la paralización de actividades establecidas en el maritorio:

“Conocer escenarios posibles, sobre todo esta idea de maritorio, conexión de mar y tierra y sus resignificaciones culturales en diferentes escenarios del archipiélago. Las crisis ambientales en el fondo lo que provocan es una cuestión de caos y de paranoia, no solamente por lo que se prevé sino por esta idea de caos vista como engendradora de nuevas posibilidades hacia lo desconocido”  
(ID20)

La identidad de las comunidades costeras se ve impactada por los eventos FAN, repercutiendo en la identidad local y las dificultades producidas en su reconocimiento en torno a la relación y vínculo con el mar. Se comprende este tipo de impacto cultural de las FAN en conjunto con los generados por la presencia de la industria acuícola que se identifica como principal fragmentadora de la identidad del territorio al aumentar las vulnerabilidades de las comunidades costeras, el sector de la pesca artesanal y los recolectores de orilla al generar una dependencia con su sistema, pues se instala con lógicas diferentes a las conocidas en el territorio, donde dominan las conductas productivas y mercantilizadas. Este punto se identifica como un elemento en desarrollo, sin embargo, su relación no se identifica en profundidad en la literatura:

“Se ha observado también que el desarrollo de la industria de la acuicultura ha tenido un impacto en la reformulación de la identidad social del archipiélago, así como en el desarrollo de resistencias a la mercantilización de la cultura de la zona (Barton y Román 2016)” (ID2).

Otro impacto cultural, son los referidos a las cosmovisiones y costumbres de los pueblos originarios de las zonas afectadas por eventos FAN, los cuales, al igual que la anterior, se ven obligados a modificar sus relaciones con la naturaleza producto de las repercusiones que genera una floración en el maritorio. Son los pueblos originarios los que han generado espacios protegidos como prácticas diferentes para reducir las vulnerabilidades asociadas a las industrias y retomar los vínculos con el espacio natural, así sus prácticas no dependen del todo de la magnitud y característica de un evento FAN:

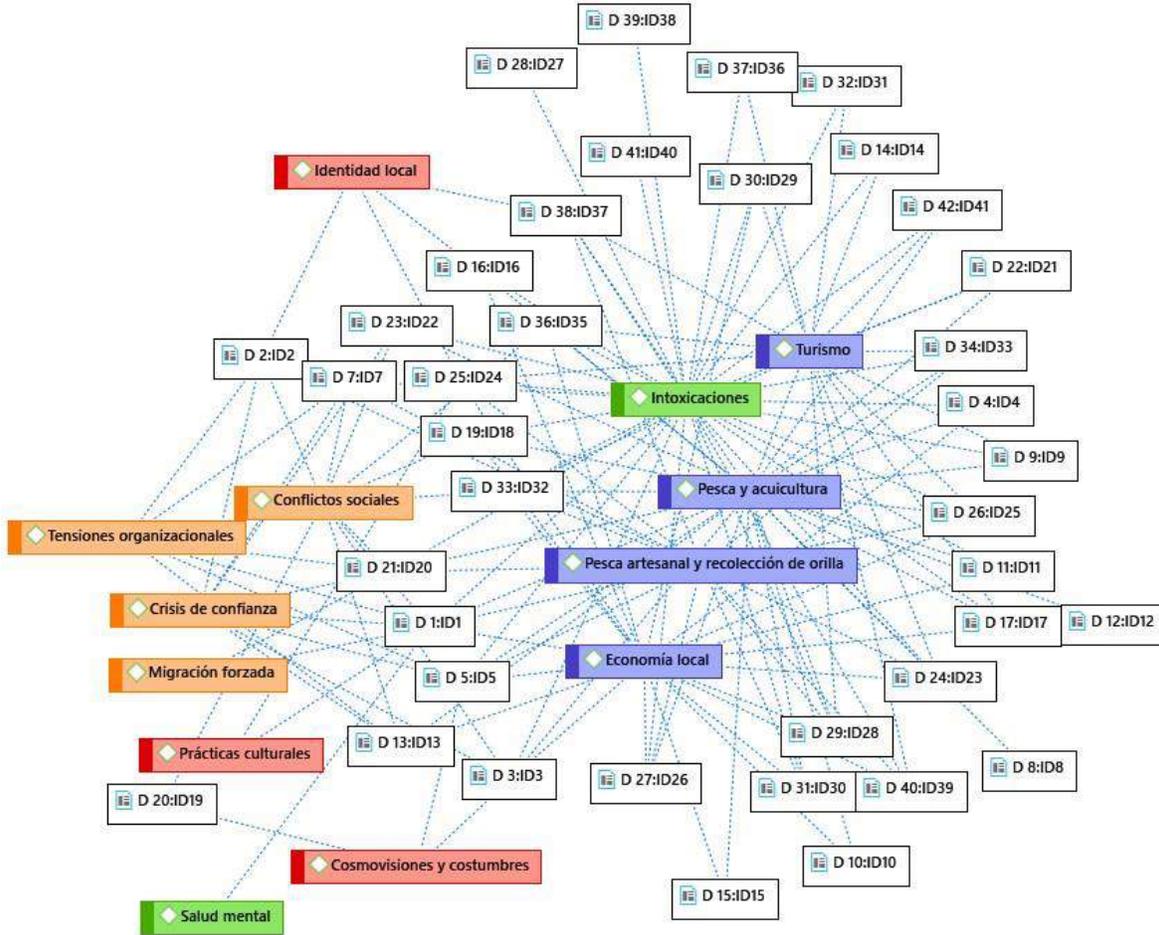
"A diferencia de la acción de parcelación privada de las concesiones acuícolas, la ideología Huilliche expresa su visión del territorio como un espacio común compartido, con prácticas de gestión diferentes para las distintas estaciones. Algunos de los usuarios mantienen la antigua religión que considera la naturaleza como sagrada [57]" (ID19).<sup>21</sup>

Finalmente, al especificar en la literatura latinoamericana se observa que este tipo de impacto también sería el menos abordado, trabajando en algunos casos en la identidad de algunas de las comunidades costeras con respecto a la pesca artesanal, sin embargo, no identifica impactos de las FAN respecto de ello.

---

<sup>21</sup> Traducción propia del idioma original.

## 5.2.5 Interacción de impactos de las FAN



**Figura 10.** Mapa interacciones de impactos entre documentos. Cada tipo de impacto está asociado a un color: el económico (azul), el impacto en la salud (verde), el impacto social (naranja) y el impacto cultural (rojo); además, se presentan cuadros de color blanco referidos al número de documento de la revisión sistemática de literatura especificado en la muestra. Por último, se muestran las interacciones entre los impactos y documentos a través de líneas punteadas azules. Fuente: elaboración propia

Las interacciones de la figura muestran una tendencia con respecto a los impactos económicos, los cuales se muestran de forma congruente a la característica de ser el impacto más abordado de la dimensión humana de las FAN en los documentos revisados (Figura 10). Los cuatro componentes que conforman esta dimensión (pesca y acuicultura, pesca artesanal y recolección de orilla, economía local y turismo) se ubican en el centro de las interacciones posicionando a este impacto como el de mayor cantidad de interacciones y conexiones entre documentos, así también entre otros tipos de impactos, demostrando una relación con los impactos en la salud, y luego con los impactos sociales y culturales.

Por su parte las interacciones que se observan al centro de la Figura 10, muestran una fuerte relación entre las intoxicaciones (impactos en la salud) y los impactos económicos mencionados. Identificando gráficamente la interacción y mención conjunta de la intoxicación con los impactos en la pesca artesanal y recolección de orilla, la pesca y acuicultura, la economía local y el turismo. No obstante, es la dimensión de la salud mental de las personas la que se encuentra posicionada de manera marginal en la presente red de interacción, pues solo es trabajada por un documento, sin embargo, este artículo reconoce en su escrito los diversos impactos.

Respecto a los impactos sociales estos se encuentran agrupados en un conjunto a la izquierda de la Figura 10, mostrando que su mención e interacción se concentra en su mayoría entre los mismos componentes de la dimensión, estableciendo varias relaciones entre los mismo tipos de impactos, como lo son los conflictos sociales, la migración forzada, la crisis de confianza y las tensiones organizacionales. A pesar de lo anterior, se identifican conexiones entre lo sociales y algunos aspectos económicos y, en menor medida, con los culturales.

Finalmente, los impactos culturales se presentan con la menor cantidad de interacciones mostrándose de manera aislada en la literatura, tanto entre los mismos componentes de esta dimensión como en su mención en los documentos, siendo el tipo de impacto menos abordado y a la vez menos relacionado entre sí y con otros tipos de documentos.

### **5.3 Modelos, conceptos y categorías de análisis de impactos**

En este apartado se abordan tres aspectos específicos, primero la conceptualización de las FAN por parte de la literatura revisada, identificando las formas en las cuales se comprenden las floraciones; segundo, la aproximaciones teóricas para el desarrollo de las investigaciones; tercero, la sistematización de las metodologías implementadas por la literatura para llevar a cabo los estudios analizados. Se debe considerar que no todos los artículos tuvieron como eje central los impactos en la dimensión humana de las FAN sino, más bien, estos emergen en apartados diferentes como los antecedentes, la relevancia o conclusiones.

#### **5.3.1 Definiciones FAN**

Respecto de las definiciones FAN abordadas por la literatura revisada se identifica que gran parte de ellas presenta una definición concreta, estableciendo el cómo se comprenden las FAN en cada uno de los casos (Anexo 1). Dentro de las definiciones se destaca la

concepción de las FAN desde un aspecto natural, mencionando las toxinas asociadas a la floración y los procesos subyacentes a aquello:

"Las floraciones de algas son crecimientos exponenciales de poblaciones de microalgas que se producen de forma espontánea en los medios acuáticos. En general, estas floraciones son perjudiciales por varias razones, debido a la presencia de agentes químicos (producción de toxinas, véase el cuadro 1, especies reactivas de oxígeno y anoxia), físicos (disminución de la transparencia, obstrucción o laceración de las branquias de los peces) (Smayda, 1997) o biológicos (alelopatías, reducción de la presión de pastoreo y competencia) (Kudela y Gliber, 2012; Tang y Gliber, 2012)" (ID36).<sup>22</sup>

En menor escala, se identifican definiciones que trabajan con los impactos desde un inicio, reconociendo a la par de los sucesos naturales, las repercusiones y efectos que estas generan en el medio tanto natural como humano, como lo son las comunidades costeras y/o la economía local:

"Las floraciones de fitoplancton son fenómenos frecuentes que se observan en las regiones costeras de todos los continentes del mundo. Se ha descubierto que algunas de las especies que florecen producen toxinas endógenas y tales floraciones de algas nocivas (FAN) pueden, directa e indirectamente, causar efectos agudos en los ecosistemas marinos y de agua dulce que conducen a importantes impactos en la salud pública y en actividades de productividad como la acuicultura, la pesca y el turismo (Lewitus et al., 2012)" (ID4).<sup>23</sup>

Tanto el tipo de definiciones asociadas a los procesos naturales de las FAN y las que remiten a los impactos, no especifican en su comprensión formas de responder y accionar frente a los eventos ni a su gobernanza. Además, existen documentos que no establecen una definición de las FAN de manera puntual, pero sí abordan y trabajan sobre este tema a lo largo del estudio, siendo mencionado de manera subyacente o secundaria. En síntesis, los estudios de impactos en la dimensión humana se identifican en proceso de investigación constante sin una definición o marco común entre todas las investigaciones revisadas.

---

<sup>22</sup> Traducción propia del idioma original.

<sup>23</sup> Traducción propia del idioma original.

### 5.3.2 Aproximación teórico-conceptual impacto FAN

Se observan tres aproximaciones principales referidas al estudio de la dimensión humana de las FAN: los desastres siconaturales, la aproximación interdisciplinaria y los sistemas socioecológicos (Tabla 9). No obstante, la mayoría de los artículos no presentan un enfoque asociado a la dimensión humana, centrando gran parte de las investigaciones revisadas en el monitoreo y detección de las floraciones.

**Tabla 9**

*Desglose de teórico-conceptual*

<b>Aproximación teórica</b>	<b>Artículo mencionado</b>
Desastres siconaturales	ID1; ID2; ID13; ID15; ID17; ID18;
Interdisciplina	ID1; ID13; ID25; ID28; ID37;
Sistemas socioecológicos	ID3; ID13; ID24;
Riesgo	ID16; ID37;
Gobernanza	ID19; ID24;
Bienestar psicosocial	ID1;
Teoría framing	ID2;
Ecología política	ID5;
Postconstructivismo	ID5;
Teoría del actor-red	ID5;
FAN y Cambio climático	ID6;

Fuente: elaboración propia

La concepción de desastres siconaturales se posiciona como forma de integrar la problemática ambiental en conjunto con la social, comprendiendo a los desastres y dentro de ellos a las FAN o marea roja, como fenómenos que ameritan un sustento teórico integrado:

“Un desastre es entendido como un evento o conjunto de eventos que ocurre en la mayoría de los casos de forma repentina e inesperada, causados por la naturaleza (huracanes, terremotos, inundaciones, etc.) o por actividades humanas (incendios, accidentes de transporte, etc.), durante el cual hay pérdidas humanas y materiales tales como muertos, heridos, destrucción de bienes, interrupción de procesos socioeconómicos, daños en la salud mental y alteraciones severas en el medioambiente; además este tipo de emergencias tienen la particularidad de sobrepasar la capacidad de respuesta local y obligar

a quienes la enfrentan a pedir ayuda a entidades externas (Figuroa, Marín y Gonzales, 2010; Llanes, 2003)" (ID1).

En la misma línea, se destaca la mención del concepto de interdisciplina y multidisciplina (aunque no queda tan clara la diferenciación entre ambos en la literatura) identificados como una forma de integrar diferentes aspectos tanto teóricos como metodológicos en los estudios de los impactos de la dimensión humana de las FAN. Sin embargo, cabe aclarar que se identificó en su mayoría en las conclusiones y lineamientos futuros de cómo seguir avanzando en estas investigaciones más que como la forma en que dichas investigaciones fueron desarrolladas:

"La investigación multidisciplinar y la unión entre las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales con las instituciones académicas y los representantes de la industria son cruciales para garantizar la divulgación y el acceso a la información que puede mejorar la gestión de los casos no deseados y proteger al público de los efectos negativos de las floraciones" (ID25).<sup>24</sup>

Respecto a la aproximación de sistemas socioecológicos, se presenta como forma de comprender los contextos y zonas de estudio de manera sistémica, en donde la dimensión humana no es concebida de manera aislada de la natural sino, más bien, en un sistema integrada, identificando los impactos en interrelaciones entre diversas categorías que generan los eventos FAN. Los impactos son concebidos dentro de un proceso con conocimientos, valores y relaciones de poder que repercuten en el medio ambiente en el que se producen, del mismo modo, las crisis generadas no son solo comprendidas como perturbaciones al sistema sino como aprendizajes que permiten mejorar la comprensión de este:

"Los impactos humanos sobre el medio ambiente no provienen de decisiones individuales aisladas ni de su simple agregación, sino de constelaciones de significado socialmente construidas en las que los valores, los conocimientos, la diversidad social y las relaciones de poder desempeñan un papel fundamental. Observar cómo funcionan estas constelaciones de sentido y cómo motivan las prácticas de resiliencia y los procesos de aprendizaje en situaciones

---

<sup>24</sup> Traducción propia del idioma original

de crisis es, por tanto, crucial para comprender mejor el nexa socioecológico [17-25]" (ID13).<sup>25</sup>

No obstante, a lo largo de la sistematización se presentaron diversas aproximaciones aisladas entre los documentos revisados, como lo son el bienestar psicosocial, la gobernanza, el riesgo, la ecología política, teoría de actor-red, entre otros. Todas estas representan la complejidad y amplitud que amerita el estudio de los impactos de la dimensión humana que no por ser usados en menor escala por la literatura se consideran enfoques de menor relevancia para la aproximación a las FAN

### 5.3.3 Aproximación metodológicas impacto FAN

Respecto de las aproximaciones metodológicas referidas en la literatura se identifica una gran cantidad de métodos para el estudio de los impactos de las FAN, lo cual se vincula con lo incipiente y exploratorio que es este campo para la investigación. Dentro de la revisión destaca el análisis de toxinas para impactos referidos al área de la salud, el monitoreo para la detección de las FAN, las entrevistas a comunidades y/o expertos en el área para explorar la percepción de los grupos afectados, el análisis de redes sociales en los momentos de crisis, entre otros métodos a detallar (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Desglose de metodológico*

Metodología	Artículos
Análisis de toxinas para impactos en la salud	ID9; ID10; ID11; ID14; ID18; ID21; ID23; ID25; ID27; ID28; ID29; ID30; ID31; ID32; ID36; ID37; ID38; ID39; ID40; ID41
Entrevistas	ID1; ID3; ID5; ID19; ID20; ID37
Detección de FAN	ID4; ID9; ID10; ID12; ID31
Análisis redes sociales	ID7; ID13
Análisis de comunicación (framing)	ID2
Encuesta	ID3
Modelo DPSIR <sup>26</sup>	ID3
Análisis de documentos	ID5
Análisis input-output	ID15;
Matriz de vulnerabilidad IPCC	ID16;
Cartografía	ID19;

<sup>25</sup> Traducción propia del idioma original

<sup>26</sup> Driving Forces-Pressures-State-Impacts-Responses

Fuente: elaboración propia

El análisis de toxinas para impactos en la salud se identifica como la aproximación más recurrente en torno a los impactos de las FAN en la dimensión humana, estudiando las repercusiones que tienen diferentes floraciones en diferentes escenarios tanto en la biodiversidad del lugar como en la salud de las personas que son afectadas o pueden verse afectadas por cuadros de intoxicación. En la misma línea, se identifican aproximaciones metodológicas en torno a las detecciones de las FAN, estas son consideradas necesarias para el estudio de los impactos humanos, pues su identificación, su ubicación y el tipo de FAN, se catalogan como sustanciales para el proceso. Ambas metodologías, refieren a la identificación de impactos en la dimensión salud dando cuenta como las investigaciones no se han centrado en su planificación en estudiar específicamente otros tipos de impactos como los sociales y culturales.

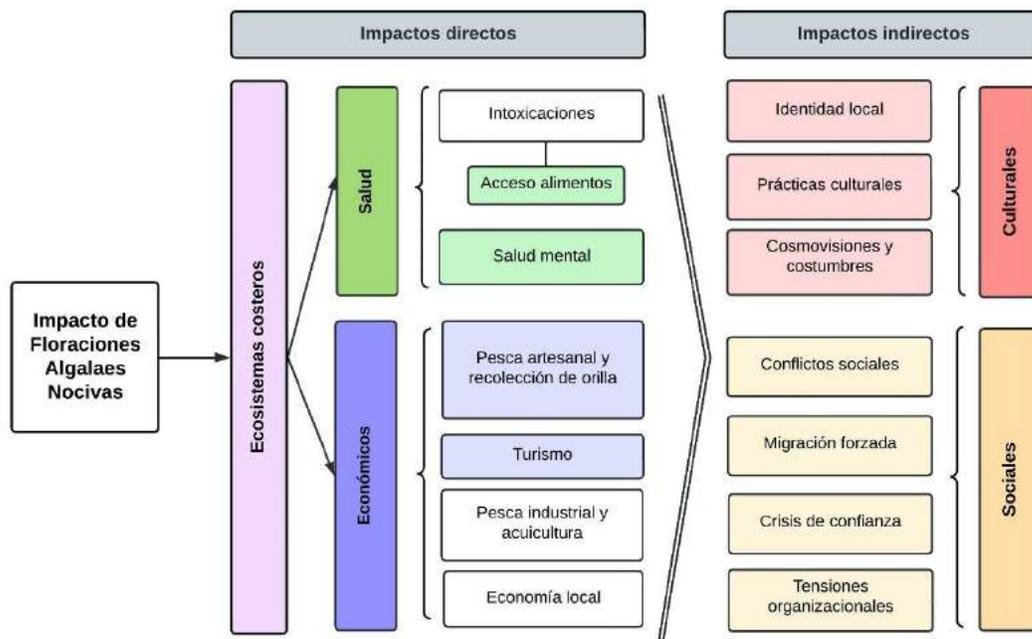
Respecto a las entrevistas, estas se posicionan en segundo lugar en términos de mención en la literatura revisada, a través de este enfoque se relevan los impactos en la dimensión humana desde el punto de vista de las poblaciones, expertos, comunidades afectadas, entre otros, generando instrumentos que permiten obtener información desde la población sobre la temática de las FAN. Del mismo modo, se reconocen otras metodologías y técnicas de análisis cualitativas, pero en menor medida, como lo son: el análisis de documentos, la cartografía, el uso de modelos DPSIR y el análisis de redes sociales. Este último, se destaca en la temática FAN, específicamente en el caso nacional, abordado a través de un estudio de Twitter el evento del 2016 que analizó cada uno de los tweets generados durante el evento con el fin de observar el uso de las redes y su relación con la movilización social.

Respecto a las metodologías de carácter cuantitativo se reconoce un solo instrumento de encuesta aplicado en torno a la temática que buscó establecer la conexión entre el estado ecológico de Chiloé y los impactos socioecológicos, utilizando este método solo como forma de validación de resultados. Segundo, se identifica un estudio econométrico con análisis de input-output que evaluó los impactos desde el aspecto socioeconómico de las familias afectadas por un evento de marea roja.

## VI. DISCUSIÓN

### 6.1 Estudios y abordajes futuros de las FAN

Los resultados del análisis de contenido evidencian que los estudios en la dimensión humana de las FAN en Chile han sido abordados de manera escasa por la literatura académica, lo que contrasta con el desarrollo de la investigación sobre las dimensiones naturales y ecosistémicas. A partir de la información disponible, en esta sección se propone organizar una agenda de investigación que pueda contribuir a llenar esta brecha. Para esto, se identifican cuatro grandes categorías de impactos en esta área: salud, económicos, sociales y culturales, las cuales presentan diferentes niveles de desarrollo y profundidad (Figura 11).



**Figura 11.** Síntesis de impactos en la dimensión humana de las FAN. Los impactos en el ecosistema costero (morado) afectan directamente la dimensión salud (verde) y la dimensión económica (azul) cada uno con sus subdimensiones, en las cuales se destaca en color las que no son abordadas en profundidad en la literatura y en blanco las que comprenden de resultados en la literatura. A partir de lo anterior, se generan impactos indirectos, en la dimensión cultural (rosado) y dimensión social (naranja) con sus subdimensiones respectivas. Fuente: elaboración propia.

Primero, como fue descrito en los resultados, los impactos en la salud corresponden a los más abordados. Se reconoce el impacto de intoxicaciones producto de las FAN a través de la detección de toxinas y el análisis de estos tópicos recurrentes en la literatura, relevando

estas acciones para el trabajo de los impactos de las FAN y la gestión de futuras respuestas. No obstante, es la subdimensión de impacto en la salud mental y el acceso a alimento la que no tiene la misma atención, evidenciando la necesidad de trabajar estos aspectos.

En este sentido, se propone, como parte de la agenda de investigación para esta dimensión, integrar los efectos psicológicos y psicosociales a la comprensión de los eventos FAN, pues las personas se ven enfrentadas a sucesos que sobrepasan su capacidad habitual de respuesta, generando alteraciones emocionales y conductuales en diferentes esferas de sus vidas (Espinoza et al., 2015). Del mismo modo, Burgos y Maldonado (2019) comprenden que las crisis que desencadena la marea roja pueden generar cuadros de depresión, abuso de sustancias, trastornos de estrés postraumáticos, violencia, inestabilidad social, entre otros, en las comunidades afectadas; por lo que se torna sustancial la integración y comprensión de los impactos en la salud mental producto de las FAN en el territorio.

Otra propuesta de investigación en el área de la salud es el acceso a la alimentación, aunque esta no es reconocida explícitamente en la literatura se considera importante debido a la especificidad de las comunidades costeras en su vínculo con el territorio, donde la dependencia alimentaria está fuertemente ligada con los recursos marinos. Un ejemplo de ello son los cambios culturales que ha tenido Chiloé por la instalación de la industria acuícola abandonando prácticas agrícolas e instancias de recolección de mariscos por el trabajo asalariado de la industria, generando una menor autonomía alimentaria. Lo cual al momento de un evento FAN repercute directamente en el acceso a la alimentación de las comunidades costeras haciéndolas más vulnerables (De Souza et al., 2018; Ruiz de la Torre et al., 2013).

Así, se torna relevante profundizar en investigaciones que puedan sistematizar, medir y evaluar los planes de políticas de salud, programas de prevención de intoxicación y las campañas llevadas a cabo en el territorio, con el fin de identificar qué es lo que se ha realizado de forma preventiva sobre las FAN en las comunidades y cuáles han sido los impactos que estas campañas han tenido, poniendo especial énfasis en la salud mental y la soberanía alimentaria.

Segundo, la dimensión económica se focaliza principalmente en el impacto de las FAN en las industrias acuícolas, como también en las repercusiones en la economía local, ambos trabajados por medio de casos de estudios como, por ejemplo, las pérdidas que tuvieron

las empresas salmoneras en la isla de Chiloé luego del evento de 2016. Sin embargo, queda al margen el desarrollo académico de los impactos referidos a la pesca artesanal y la recolección de orilla, al presentarse de manera aislada en la literatura. Se reconoce la falta de conocimiento y exploración en las pesquerías de pequeña escala sobre sus prácticas de adaptación y formas de decisiones al momento de enfrentar las FAN (Gianelli et al., 2019).

Se propone profundizar en los impactos económicos generados por las FAN respecto de la industria acuícola, no solo en cuanto repercute a nivel empresarial sino también como ello repercute en las comunidades y personas que se encuentran ligadas a esta. Se propone desarrollar investigaciones que midan y proyecten los impactos económicos generados por los eventos FAN en los diversos contextos y escenarios que tiene la Patagonia Chilena. En la misma línea, se encuentra la necesidad de profundizar investigaciones asociadas a la subdimensión turismo, con la finalidad de identificar las repercusiones en la población que es dependiente de este como lo es la gastronomía o la recreación, identificando cuáles son los rubros más afectados. Cabe destacar que en la literatura nacional el turismo es marginado de la problemática de los impactos, quedando en una escala menor de producción a diferencia del abordaje presentado para este tópico en la literatura latinoamericana, lo que es consistente con el menor desarrollo del turismo en Chile comparativamente con otros países de la región. Por último, se identifica la necesidad de profundizar en el estudio de los impactos de las FAN en pescadores artesanales, recolectores de orilla y en pequeñas y medianas industrias de la zona.

Tercero, los impactos a nivel social de las FAN están reconocidos, pero no desarrollados del todo en la literatura dejando a la luz una de las brechas más importantes que existen en la investigación (Sunesen et al., 2021; Iriarte y González, 2008).

Por lo anterior, se propone profundizar estos impactos a través de estudios de casos en contextos propensos a sufrir o que hayan vivido un evento FAN. Además, se pueden realizar estudios de redes que permitan identificar cuáles son los canales que se activan al momento de la emergencia y como estos actúan frente a un fenómeno FAN, relevando la necesidad de estudiar y, a la par, fortalecer el capital social comunitario. Finalmente, se propone crear instancias de divulgación científica con las comunidades, generando espacios de construcción conjunta a través de instancias de investigación participativa y educación ambiental que promuevan la concientización en los diversos temas ambientales locales y dentro de ellos a la problemática de las FAN.

Cuarto, la dimensión cultural es la menos abordada y mencionada dentro de la literatura revisada. Este vacío es importante pues no solo debemos comprender los impactos de las FAN sobre una actividad en particular, como lo es la pesca o acuicultura, sino desde el impacto que tiene en la comunidad y el territorio en la cual se desarrollan estas actividades (Burgos, 2021).

Se propone seguir explorando las temáticas culturales asociadas al vínculo con el maritorio, conociendo las prácticas que existen en los territorios y cómo estas han sido utilizadas para tratar los eventos de FAN, para ello se pueden recopilar historias de vida de las comunidades costeras que han convivido históricamente con las FAN. Se plantea la necesidad de integrarse en los territorios en los cuales se emplazan las investigaciones, buscando incorporar las características culturales a lo largo de toda intervención, en donde la planificación, el diagnóstico y la ejecución, estén impregnada de las particularidades del lugar, otorgando propiedad y contexto al que hacer investigativo.

En síntesis, es fundamental trabajar con enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios en la comprensión de los impactos de las FAN considerando la participación activa de las comunidades y actores locales. Por ejemplo, el monitoreo de las FAN se puede realizar con la comunidad costera, implementado muestreos comunitarios con el fin de tener un mayor campo de observación e identificación de las FAN. Otro ejemplo, puede ser el trabajo de respuestas en donde se vinculen las políticas de prevención para los eventos FAN con las características del territorio, con el fin de generar un mayor efecto en la ciudadanía que implementa dichas acciones, entre otras. Es decir, se necesita del conocimiento de las diversas disciplinas y las comunidades para integrar sistémicamente la comprensión de los impactos en la dimensión humana de las FAN (Burgos, 2021; Mascareño et al., 2020).

**Tabla 11**

*Síntesis de propuestas para agendas de investigación*

<b>Dimensión</b>	<b>Propuestas de profundización</b>
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar los efectos psicológicos y psicosociales a la comprensión de los impactos asociados a los eventos FAN en las comunidades costeras a través de trabajo continuo y preventivo.</li> <li>• Integrar el acceso a la alimentación de las comunidades costeras dentro de los impactos de las FAN dado los cambios que han tenido las comunidades costeras en su relación</li> </ul>

	<p>alimentaria por la instalación de industrias y lógicas mercantiles en los territorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar investigaciones específicas con respecto a las medidas y programas aplicados en torno a la prevención y acción de las FAN en el territorio, con la finalidad de documentar, analizar y evaluar la efectividad de las campañas realizadas.</li> </ul>
Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar indicadores que permitan medir y proyectar los impactos económicos generados por los eventos FAN no solo asociados a la industria acuícola sino integrando las repercusiones de la producción asociada a empresas de menor escala.</li> <li>• Caracterizar los impactos económicos asociados al turismo, buscando identificar las áreas más afectadas al momento de un evento FAN y como estas continúan funcionando posterior al evento.</li> <li>• Profundizar en los impactos económicos asociados a la pesca artesanal y la recolección de orilla generados a partir de los eventos FAN.</li> </ul>
Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundizar en estudios de caso que hayan sufrido o sean propensos a sufrir eventos FAN para conocer los puntos en común y disímiles de las diversas comunidades costeras.</li> <li>• Elaborar investigaciones de redes que profundicen y fortalezcan el capital social comunitario, identificando la forma en que este se activa o no al momento de enfrentar un evento FAN.</li> <li>• Promover instancias de divulgación científica y educación ambiental que aborden las problemáticas ambientales locales y dentro de ellas los impactos asociados a las FAN.</li> </ul>
Cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorar las prácticas que existen en los territorios y cómo estas han sido utilizadas para tratar los eventos de FAN a través de historias de vida de las comunidades costeras.</li> <li>• Integrarse en los territorios en los cuales se emplazan las investigaciones, buscando incorporar las características culturales a lo largo de toda intervención, otorgando propiedad y contexto al que hacer investigativo.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

## 6.2 FAN, territorios y Patagonia Chilena

Retomar la comprensión de la Patagonia Chilena aporta a la presente discusión, pues los impactos de la dimensión humana de las FAN no pueden ser vistos de manera aislada del territorio estudiado, ya sea por la particularidad de las características geográficas,

socioeconómicas, culturales, o bien, por las condiciones climáticas y ambientales que esta zona presenta para el desarrollo de las FAN. La literatura revisada rectifica la vulnerabilidad que presentan las comunidades costeras de la Patagonia Chilena a ser afectadas por eventos de FAN, evidenciando la necesidad de abordar el fenómeno desde enfoques preventivos, para reducir los efectos no deseados y así anticipar futuro episodios.

Como se ha revisado, son los diversos impactos en la salud de las personas los que preocupan a la población, pero también emergen impactos referidos a condiciones económicas, culturales y sociales que adhieren a dicho análisis, comprendiendo el espacio y las interacciones existentes en el territorio. Mascareño et al., (2020) integran en la discusión la riqueza de la comprensión del fenómeno con enfoque socioecológico, donde la vida local, los actores y las diferentes experiencias en los espacios geográficos se relacionan entre sí, además, de relacionarse con las estructuras de alcance internacional y transnacional. Son las relaciones entre los subsistemas social y ecológico los que muestran la complejidad del territorio, convirtiendo a las personas que habitan este en actores sociales claves en el desarrollo y análisis de los impactos de las FAN y a la vez para la gobernanza en torno al tema (Delgado et al., 2021).

Los diferentes casos de estudio y referencias revisadas dan cuenta de la vulnerabilidad diferencial que presenta el territorio de la Patagonia Chilena, donde las FAN aumentan la vulnerabilidad de muchas comunidades costeras y ecosistemas. Surge la necesidad de ampliar e integrar las complejidades del territorio para comprender el fenómeno. Al respecto, Cabello et al., (2018) caracterizan el caso puntal de Chiloé 2016 y sus eventos de marea roja, los cuales traen consigo evidencias de diferentes conflictos socioambientales pre-existentes, tensionando la relación que existe entre el modelo productivo, la relación extractivista con los recursos y los medios de subsistencia de la población. Estas tensiones presentan una historia asociada a los diferentes cambios políticos que ha tenido el país y el territorio, atrayendo a empresas privadas e inversores internacionales a insertarse en la economía local, imponiendo un sistema de propiedad marina con concesiones acuícolas privadas en su mayoría; sin tener en cuenta líneas de base ecológica, derechos de conservación, a los pescadores artesanales, la ciudadanía y los pueblos originarios, reduciendo toda clase de participación costera con incidencia en la toma de decisiones en el territorio (Delgado et al., 2021; Anbleyth-Evans et al., 2020).

Dentro de este contexto se presenta de manera explícita la presencia de la industria acuícola en la Patagonia Chilena, siendo el caso de la región de Los Lagos la que presenta

una fuerte referencia respecto a sus impactos debido a las repercusiones del virus ISA en 2007 y las movilizaciones de mayo en 2016 en la isla de Chiloé y las cercanías en el archipiélago. Estos hitos dejaron al descubierto las formas de interacción de la industria salmonera con el territorio y sus habitantes, en las cuales prevalecen con lógicas comerciales y empresarias, generando una relación de dependencia económica entre la industria y los ciudadanos que habitan el territorio, dado las posibilidades de empleo entregadas por la propia ampliación industrial (Cox, 2019; Cabello et al., 2018; Bustos, 2017).

Son los componentes de la industria salmonera los que interfieren el espacio y los recursos naturales por medio de la privatización de los recursos naturales, y un sistema industrial que impacta en el medio ambiente, incrementando vulnerabilidad de los ecosistemas y comunidades en las cuales se emplaza la producción (Araos et al., 2019). Sin embargo y, al mismo tiempo, es esta industria la más afectada por los eventos FAN, pues la extensión y velocidad de estos fenómenos afecta directamente la línea de producción. Por ende, en términos de gobernanza esta problemática se presenta como un desafío, pues se deben incorporar las particularidades de la ciudadanía e industrias, considerando que las actividades empresariales llevadas hasta el momento no pueden seguir del mismo modo si es que el fin es realizar transformaciones en el sistema.

Dicho aquello, el estudio de los impactos de las FAN en la Patagonia Chilena debe considerar este escenario al momento de comprender y abordar la temática, buscando integrar en el diagnóstico, acción y respuesta, la complejidad que amerita la comprensión de los impactos en la dimensión humana que las FAN en las comunidades costeras debido a su relación con el territorio y vinculación con el mar. La importancia del contexto es fundamental en la planificación de las zonas costeras al ser estas dimensiones las que deben ser trabajadas para reducir la vulnerabilidad de las comunidades, ya que la ocurrencia de eventos FAN continuará en el territorio.

La literatura revisada en torno a los impactos FAN en la Patagonia Chilena presenta diversas observaciones respecto de la presencia de un sistema industrial ligado al mar, especificando la necesidad de generar más investigación en el área, sobre todo conocer los impactos de la acuicultura considerando el escenario antes y después de la instalación (Anbleyth-Evans et al., 2020). Del mismo modo, Araos et al., (2019) plantean la posibilidad de extender investigaciones sobre los impactos y las relaciones con las industrias

salmoneras, las cuales deben ser realizadas a lo largo de la Patagonia Chilena, pues todas estas son consideradas regiones y territorios salmoneros.

### **6.3 Planificación ambiental y política pública**

La planificación y gestión ambiental tiene un rol clave en la discusión sobre los impactos de la dimensión humana de las FAN, para abordar esta problemática de manera global, integrando diferentes conocimientos y saberes, con el fin de construir sistemas de gobernanza costeros de acorde a las características del territorio y de cada caso de estudio. La problemática de las FAN no termina solo con el fortalecimiento del monitoreo sino con el trabajo constante de políticas enfocadas en la prevención, control y mitigación, así, se aborda el fenómeno desde las causas, impactos, respuestas y gobernanzas en torno al tema (Castro et al., 2016).

La importancia de no considerar el impacto desde solo un enfoque o dimensión, sino de manera integrada es un punto fundamental para el desarrollo de la gestión ambiental de las FAN, puesto que, si no es comprendido multidimensionalmente este sigue siendo una aproximación deficiente. Si bien es indispensable continuar con planes para reducir las intoxicaciones en torno a la problemática de las FAN, también se debe atender los impactos que este tipo de eventos puede generar en la salud mental de las personas, la economía local, la cultura y la sociedad en su conjunto. Dicho de otro modo, no basta con tener bajos indicadores de intoxicaciones ni con políticas basadas en respuestas reactivas y no preventivas.

En este sentido, para desarrollar respuestas más efectivas frente a las FAN resulta indispensable implementar una gobernanza a partir de la comprensión de los procesos e instituciones del sistema; la identificación de acciones de mitigación y adaptación en el corto, mediano y largo plazo; y, el reconocimiento de los diferentes actores e instituciones que abordan la problemática de las FAN; considerando el contexto en el cual se emplazan las comunidades costeras que habitan el territorio. Así, se debe trabajar en planes y programas integrativos respecto de la temática para fortalecer el proceso de gobernanza y de acción climática justa, para ello se propone: 1) adoptar un enfoque anticipatorio con las comunidades con el fin de no abordar las FAN solo de manera reactiva sino en toda etapa buscando disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la población; 2) adoptar un enfoque territorial socio-ecosistémicos para aportar con medidas de mitigación, adaptación y capacitación de acorde a los eventos FAN y la realidad de cada territorio,

reconociendo las interacciones que lo constituyen; 3) avanzar a una buena administración efectiva para la acción climática, reconociendo la evidencia científica que existe de los impactos de las FAN en conjunto con los conocimientos locales y tradicionales del territorio (Billi, Moraga & Aliste et al., 2021).

Los desafíos en esta área son complejos dada la particularidad de la temática y el territorio, sin embargo, considerar la interfaz generada entre la ciencia-política es fundamental para el trabajo de gestión ambiental. Como bien fue trabajado en la Tabla 11 a través de la integración de líneas de investigación con carácter interdisciplinar y transdisciplinar se entrega una visión ampliada, pero a la vez específica de los impactos en las comunidades costeras, siendo este un desafío importante para la gestión de los eventos FAN.

Cabe reconocer el aporte que da la literatura Latinoamérica revisada, pues entrega una aproximación a investigaciones similares en otros contextos invitando a dialogar resultados e ideas de profundización en la temática de los impactos de la dimensión humana de las FAN. México y Brasil presentan una alta producción académica respecto al tema, destacando una mayor atención a las FAN en agua dulce, específicamente en embalses y lagos, siendo un tema no abordado del todo a nivel país, pero de gran importancia al considerando las reservas de agua dulce que tiene Chile (Ramos et al., 2021; Castro et al., 2016). Del mismo modo, el estudio de impactos en el turismo en Latinoamérica reconoce la gestión que amerita tratar los impactos en esta área, pues han abordado diversos procesos de monitoreos en zonas turísticas por el alto impacto económico y visual que deja una FAN en el paisaje (Gómez & Pineda, 2019; Meave del Castillo & Zamudio-Resendiz, 2018). Invitando a Chile a seguir dicha línea, con el fin de comprender los comportamientos locales identificados en la literatura, pero pensados al caso particular de Patagonia Chilena y la diversidad de actores presentes en el proceso de gestión de las FAN. Del mismo modo, se destaca el avance y los estudios de identificación de toxinas e intoxicación por parte de Chile en la discusión latinoamericana, sin embargo, queda profundizar en la arista asociada a la salud mental impactada por estos eventos.

Finalmente, se reconoce que cada país responde a sus propias características territoriales, sociales, culturales y en algunos casos productivas, siendo estas determinantes de la gestión de los eventos FAN, sumado a las capacidades presupuestarias destinadas a dichas temáticas. Dimensiones que buscan ser relevadas por el presente estudio dada la evidencia existente en torno a la multidimensionalidad que tiene los impactos en las comunidades costeras.

## VII. CONCLUSIONES

Esta tesis tuvo como objetivo sistematizar los impactos económicos, sociales, culturales y de salud asociados a los eventos FAN en comunidades costeras de la Patagonia Chilena, contribuyendo a la comprensión e integración de la dimensión humana en la problemática de la gestión y planificación de las zonas costeras. Se busca contribuir al desarrollo de políticas públicas adecuadas y efectivas para enfrentar futuros episodios FAN integrando de manera sistemática la literatura académica al respecto e identificando las múltiples repercusiones que tiene un evento FAN en las comunidades costeras.

Los resultados muestran una importante brecha en la producción científica en torno a los impactos de las FAN en la dimensión humana tanto en la literatura nacional como internacional, rectificando la hipótesis inicial de que existiría poco abordaje en las repercusiones humanas producto de estos eventos. De la información sistematizada se caracterizan los diferentes tipos de impactos, identificando a modo general que la salud y los aspectos económicos serían los tópicos más abordados en comparación a lo social y cultural, sin embargo, para todas las dimensiones existe una necesidad de profundización. Del mismo modo, respecto de los conceptos y métodos se identifica como estos se concentran en el estudio de toxinas y detección de las FAN, no obstante, se reconocen otras aproximaciones utilizadas para abordar impactos de otro tipo. Finalmente, trabajar de manera focalizada en la Patagonia Chilena releva la necesidad de considerar las características socioambientales y territoriales al momento de desarrollar políticas públicas al respecto.

A lo largo de la investigación se identifican algunas implicancias importantes de mencionar. Teóricamente, se da cuenta de la poca información sistematizada que existe de los impactos de la dimensión humana de las FAN y la prevalencia de enfoques disciplinarios. En este sentido, una de las principales recomendaciones es que las FAN deben ser abordadas de forma interdisciplinaria, especialmente considerando la multidimensionalidad de los impactos que pueden producir. Esto implica una reformulación de la forma en que tradicionalmente se ha estudiado este fenómeno, asignado recursos y formado equipos de investigación. En términos metodológicos y asociado al tópico anterior, se amplió las sintaxis de búsqueda de manera de abarcar la mayor cantidad de contenido producido en el área a la par de no perder la robustez y rigurosidad que implica una revisión sistemática de literatura, destacando la importancia metodológica que conlleva el presente proceso. Finalmente, se reconoce la importancia que tiene el Plan Nacional de Floraciones Algales

Nocivas (1999) en la gestión actual, sin embargo, dado los escenarios presentes y futuros, el contexto de cambio climático, y la necesidad de integrar a las comunidades que habitan los territorios, se requiere avanzar en el desarrollo de nuevos instrumentos de política pública con información actualizada y considerando la multidimensionalidad de impactos que pueden generar las FAN.

Respecto de las limitaciones que presentó el estudio cabe relevar que el planteamiento de la investigación fue enfocado en la revisión sistemática de artículos académicos y literatura gris enfocados en la Patagonia Chilena, siendo esta última una limitación dada la nula presencia y producción de informes técnicos sobre esta temática, limitando parte del diseño metodológico inicial del proyecto. En suma, cabe reconocer que las FAN son una temática mundial dado los múltiples impactos identificados, sin embargo, estos dependen de las condiciones y el contexto en el cual se emplace la comunidad costera afectada, comprendiendo el alcance del estudio que considera una sistematización de literatura nacional con una mirada latinoamericana.

Finalmente, se destaca que la presente investigación se enmarca en el programa de Magíster de Gestión y Planificación Ambiental, el cual otorga una mirada amplia y abierta de las problemáticas socioambientales, relevando la importancia de aproximarse a estos estudios con miradas integrativas y reflexiones sobre el territorio en el cual se enfoca la investigación. Comprender, sistematizar y analizar los diferentes tipos de impactos de la dimensión humana de las FAN es una forma de avanzar en la gestión de políticas que puedan mejorar las condiciones de las comunidades costeras de la Patagonia Chilena de Chile. Queda el espacio para que futuras investigaciones en torno a los impactos de las FAN consideren la presente sistematización y promuevan investigaciones interdisciplinarias y transdisciplinarias que vinculen a actores importantes del territorio con la problemática de las FAN, más aún en el escenario actual de cambio climático en donde debemos seguir profundizando sobre el tema.

## **VIII. FINANCIAMIENTO**

Investigación financiada por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, ANID / FONDAP 15110009, línea transversal Floraciones Algales Nocivas FAN, 2020-2022.

## IX. REFERENCIAS

- Anbleyth-Evans, J., Leiva, F. A., Rios, F. T., Cortés, R. S., Häussermann, V., & Aguirre-Munoz, C. (2020). Toward marine democracy in Chile: examining aquaculture ecological impacts through common property local ecological knowledge. *Marine Policy*, 113, 103690.
- Andréu, J. (2002). Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada. Retrieved from <https://books.google.cl/books?id=8sjXNAAACAAJ>
- Aparicio-Rizzo, P., & Masotti, Í. (9 de septiembre de 2021). Leycambioclimatico. Obtenido de leycambioclimatico: <https://leycambioclimatico.cl/sabias-que-en-chile-hay-un-arcoiris-de-floraciones-de-algas-nocivas-y-que-no-todas-son-toxicas/>
- Araos, F., Saldivar, J. M., Lazo, A., & Ther-Ríos, F. (2019). Diálogos antropológicos para descifrar la crisis socioambiental en Chiloé. *Cultura-hombre-sociedad*, (ahead), 0-0.
- Avaria, S. (1982). Fenómenos de Marea Roja en el Mar Chileno. *Cienc. Technol. Mar.* 6, 117-127.
- Avaria, S., Cáceres, M., Muñoz, P., Palma, S., & Vera, P. (1999). Plan nacional sobre floraciones de algas nocivas en Chile. *Comité Oceanográfico Nacional*.
- Bennett, N. J., Blythe, J., Tyler, S., & Ban, N. C. (2016). Communities and change in the anthropocene: understanding social-ecological vulnerability and planning adaptations to multiple interacting exposures. *Regional Environmental Change*, 16(4), 907-926.
- Billi, M., González, K., Ibarra, C., Maillet, A., O’Ryan, R. y Sapiains, R. (2021) Cápsula climática: ¿Qué es la gobernanza climática? Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. <https://www.cr2.cl/capsula-climatica-que-es-la-gobernanza-climatica/> (último acceso 6 de noviembre de 2021)
- Billi, M., Moraga, P., Aliste, E., Maillet, A., O’Ryan, R., Sapiains, R., Bórquez, R., Aldunce, P., Azócar, G., Blanco, G., Carrasco, N., Galleguillos, M., Hervé, D., Ibarra, C., Ibarra, C., Gallardo, L., Inostroza, V., Lambert, F., Manuschevic, D., Martínez, F., Osses, M., Rivas, N., Rojas, M., Seguel, R., Tolvett., S., Ugarte, A. (2021). Gobernanza Climática de los Elementos. Hacia una gobernanza climática del Agua, el Aire, el Fuego y la Tierra en Chile, integrada, anticipatoria, socio-ecosistémica y

fundada en evidencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, (ANID/FONDAP/15110009), 69 pp.

Burgos, A. V. (2021). Fenómeno de la marea roja en el sur de Chile y su impacto en el bienestar psicosocial de los habitantes de una caleta pesquera de la región de Los Lagos. *Revista Notas Históricas y Geográficas*, 23, 236 – 257.

Burgos, A. V., & Maldonado, A. R. (2019). El fenómeno de la Marea Roja en el sur de Chile y su impacto en el bienestar psicosocial de los habitantes de una caleta pesquera de la región de Los Lagos. *Revista Notas Históricas y Geográficas*, 23, 236 – 257.

Buschmann, A., Farías, L., Tapia, F., Varela, D., & Vásquez, M. (2016). *Informe Final Comisión Marea Roja. Academia Chilena de Ciencias.*

Bustos, B., Délano, J., & Prieto, M. (2019). Chilote tipo salmón. Relaciones entre comodificación de la naturaleza y procesos de producción identitaria. El caso de la región de Los Lagos y la industria salmonera. *Estudios atacameños, (ahead)*, 0-0.

Bustos, B. (2017). The post 2008 Chilean Salmon industry: an example of an enclave economy. *The Geographical Journal*, 183(2), 152-163. Doi:10.1111/geoj.12204

Cabello, P., Torres, R., & Mellado, C. (2018). Socio-environmental conflict and contentious politics: framing of the environmental crisis of red tide bloom in Chiloe (Chile). *América Latina hoy- revista de Ciencias Sociales*, 79, 59-79.

Cabello, F. C., & Godfrey, H. P. (2016). Florecimiento de algas nocivas (FANs), ecosistemas marinos y la salud humana en la Patagonia chilena. *Revista chilena de infectología*, 33(5), 559-560

Carrus G., Scopelliti, M., Fornara, F., Bonnes, M., & Bonaiuto, M. (2014). Place attachment, community identification, and pro-environmental engagement. En Editor(s) Manzo L.; Devine-Wright P. Place attachment: advances in theory, methods, and applications 1: 176-192.

Castro, N. O., Domingos, P., & Moser, G. A. O. (2016). National and international public policies for the management of harmful algal bloom events. A case study on the Brazilian coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 128, 40-51.

Chapra, S. C., Boehlert, B., Fant, C., Bierman Jr, V. J., Henderson, J., Mills, D., ... & Paerl, H. W. (2017). Climate change impacts on harmful algal blooms in US freshwaters: a

- screening-level assessment. *Environmental Science & Technology*, 51(16), 8933-8943.
- Clement, A., & Lembeye, G. (1994). Manejo y perspectivas futuras de las floraciones algales nocivas en Chile. *IOC Workshop Report 101*: 21-29
- Correa, S. L., Turbay, S., & Vélez, M. (2012). Conocimiento ecológico local sobre ecosistemas marinos en dos comunidades costeras: El Valle y Sapzurro. *Gestión y Ambiente*, 15(2), 17-31.
- Cox, M. (2019). Caicai-Vilu versus la salmonicultura: El impacto de la industria de salmón en la identidad chilota y el papel del Estado. Leiden: *Memoria para optar a magister en Estudios Latinoamericanos*, Universidad de Leiden.
- Cumming, G. S. (2011). Spatial resilience: integrating landscape ecology, resilience, and sustainability. *Landscape ecology*, 26(7), 899-909.
- Departamento de Cambio Climático (2017). *Plan de Acción Nacional al Cambio Climático*. Disponible en: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/>
- Dyson, K. y DD Huppert. (2010). Impactos económicos regionales de cierres de playas de navajas debido a la proliferación de algas nocivas (HAB) en la costa pacífica de Washington. *Algas nocivas* 9 (3): 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2009.11.003>
- Delgado, L. E., Zúñiga, C. C., Asún, R. A., Castro-Díaz, R., Natenzon, C. E., Paredes, L. D., ... & Marín, V. H. (2021). Toward social-ecological coastal zone governance of Chiloé Island (Chile) based on the DPSIR framework. *Science of The Total Environment*, 758, 143999.
- De Souza, M. S., Muelbert, J. H., Costa, L. D., Klering, E. V., & Yunes, J. S. (2018). Environmental variability and cyanobacterial blooms in a subtropical coastal lagoon: searching for a sign of climate change effects. *Frontiers in microbiology*, 9, 1727.
- Devine-Wright, P., Price, J., & Leviston, Z. (2015). My country or my planet? Exploring the influence of multiple place attachments and ideological beliefs upon climate change attitudes and opinions. *Global Environmental Change* 30, 68-79
- Espinoza, A. E., Espinoza, C. E., & Fuentes, A. A. (2015). Retornando a Chaitén: diagnóstico participativo de una comunidad educativa desplazada por un desastresocionatural. *Magallania (Punta Arenas)*, 43(3), 65-76.

- Fløysand, A., Barton, J. R., & Román, Á. (2010). La doble jerarquía del desarrollo económico y gobierno local en Chile: El caso de la salmonicultura y los municipios chilotes. *EURE (Santiago)*, 36(108), 123-148.
- Gianelli, I., Ortega, L., & Defeo, O. (2019). Modeling short-term fishing dynamics in a small-scale intertidal shellfishery. *Fisheries Research*, 209, 242-250.
- Gill, D., Rowe, M., & Joshi, S. J. (2018). Fishing in greener waters: understanding the impact of harmful algal blooms on Lake Erie anglers and the potential for adoption of a forecast model. *Journal of environmental management*, 227, 248-255.
- Gisbert & Bonfill (2004). ¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y metaanálisis?. *Gastroenterología y hepatología*, 27(3), 129-149
- Gómez, A. R., & Pineda, J. E. M. (2019). Potentially Toxic Dinoflagellates Associated to Seagrass on Isla de Barú, Colombian Caribbean, During El Niño 2015. *Acta Biológica Colombiana*, 24(1), 109-117.
- González, G. (2021). El aumento de la producción de salmónidos en Chile (1990---2020). Minuta. Obtenido de: <https://www.terram.cl/descargar/Minuta-sobre-el-aumento-de-la-produccion%25CC%2581n-de-salmo%25CC%2581nidos-en-Chile-1990-2020.pdf>
- Guzmán, L & I Campodónico. (1975). Marea Roja en la región de Magallanes. Publ. Instituto de la Patagonia, *Serie Monografías* 9, 44 pp. Punta Arenas, Chile.
- Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M., Belin, C., Bottein, M. Y. D., Bresnan, E., Chinain, M., ... & Zingone, A. (2021). Perceived global increase in algal blooms is attributable to intensified monitoring and emerging bloom impacts. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00178-8>
- INE. (2017). Informe Anual. Medio Ambiente. Subdirección Técnica. Unidad Estadísticas Medioambientales. Departamento de Comunicaciones e Imagen Corporativa. ISBN: 978-956-323-194-6.
- Iriarte, J.L., González, H.E., & Nahuelhual, L. (2010). Patagonian Fjord Ecosystems in Southern Chile as a Highly Vulnerable Region: Problems and Needs. *AMBIO* 39, 463–466. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0049-9>
- Iriarte, J. L., & González, H. E. (2008). Phytoplankton bloom ecology of the inner Sea of Chiloé, Southern Chile. *Nova Hedwigia*, 67-79.

- IPCC (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs
- Keele, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering (Vol. 5). Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE.
- Labtox. (17 de noviembre 2021). ¿Qué es la “marea roja”? Obtenido de labtox.cl: [https://labtox.cl/?page\\_id=42](https://labtox.cl/?page_id=42)
- Lagos, N. (1998). Microalgal blooms A global issue with negative impact in Chile. *Biological research*, 31, 375-386.
- Letelier, L. M., Manríquez, J. J., & Rada, G. (2005). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: ¿son la mejor evidencia?. *Revista médica de Chile*, 133(2), 246-249.
- Luxoro, C. (2018). Historia del Huirihue en Chile. Florecimientos Algales Nocivos. Terram n°68. Obtenido de: [https://www.terram.cl/descargar/recursos\\_naturales/salmonicultura/app\\_-\\_analisis\\_de\\_politicas\\_publicas/APP-68-Historia-del-Huirihue-en-Chile-FloreCIMIENTOS-Algales-Nocivos.pdf](https://www.terram.cl/descargar/recursos_naturales/salmonicultura/app_-_analisis_de_politicas_publicas/APP-68-Historia-del-Huirihue-en-Chile-FloreCIMIENTOS-Algales-Nocivos.pdf).
- Mascareño A., Henríquez, P. A., Billi M., & Ruz, G. A. A. (2020). Twitter-Lived Red Tide Crisis on Chiloé Island, Chile: What Can Be Obtained for Social-Ecological Research through Social Media Analysis. *Sustainability*, 12(20), 8506.
- Mascareño, A., R. Cordero, G. Azócar, M. Billi, P. A. Henríquez, & G. A. Ruz. (2018). Controversies in social-ecological systems: lessons from a major red tide crisis on Chiloé Island, Chile. *Ecology and Society* 23(4):15. <https://doi.org/10.5751/ES-10300-230415>. Contribución: Significaciones sociales asociadas al mayo chilote, y como en aquellas se combinan el efecto de las floraciones algales con diferentes factores concomitantes y anteriores, y como eso termina produciendo la crisis social.

- Meave del Castillo, M. E., & Zamudio-Resendiz, M. E. (2018). Florecimientos de microalgas planctónicas de 2000 al 2015 en la Bahía de Acapulco, Guerrero, México. *Acta botánica mexicana*, (125).
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile. Volumen 2: Exposición en zonas costeras Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/2019-10-22-Informe-V02-CCCostas-Exposicio%CC%81n-Rev1.pdf>, Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.
- Moore, S. K., Dreyer, S. J., Ekstrom, J. A., Moore, K., Norman, K., Klinger, T., ... & Jardine, S. L. (2020). Harmful algal blooms and coastal communities: Socioeconomic impacts and actions taken to cope with the 2015 US West Coast domoic acid event. *Harmful algae*, 96, 101799.
- Moore, S. K., Cline, M. R., Blair, K., Klinger, T., Varney, A., & Norman, K. (2019). An index of fisheries closures due to harmful algal blooms and a framework for identifying vulnerable fishing communities on the US West Coast. *Marine Policy*, 110, 103543.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- Pardal-Refoyo, J. L., & Pardal-Peláez, B. (2020). Anotaciones para estructurar una revisión sistemática. *Revista ORL*, 11(2), 155-160.
- Parra, O., Baeza, C., Almanza, V., Urrutia, R., Figueroa, R., Fernández, X., de Orúe, P., González, P., Beltrán, J., Becerra, J., Lara, F., Castillo, L., & Muñoz, N. (2016). Una aproximación interdisciplinaria al estudio de floraciones de algas nocivas (FAN) en lagos urbanos en Chile. En Ríos, R. O. B., & Hernández, J. R. (Eds.). (2016). *Desarrollo sustentable: miradas interdisciplinarias de experiencias en Chile y Brasil* (pp. 133-146). Universidad de Concepción.
- Ramos, T. K., Costa, L. D. F., Yunes, J. S., Resgalla Jr, C., Barufi, J. B., de Oliveira Bastos, E., ... & Rörig, L. R. (2021). Saxitoxins from the freshwater cyanobacterium

- Raphidiopsis raciborskii can contaminate marine mussels. *Harmful Algae*, 103, 102004.
- Reguera, B. (2002). Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas toxicas. En Sar, E. A., Ferrario, M. E., & Reguera, B. (2002). *Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano* (No. 589.3098 S2). Instituto Española de Oceanografía.
- Ritzman, J., Brodbeck, A., Brostrom, S., McGrew, S., Dreyer, S., Klinger, T., & Moore, S. K. (2018). Economic and sociocultural impacts of fisheries closures in two fishing-dependent communities following the massive 2015 US West Coast harmful algal bloom. *Harmful Algae*, 80, 35-45.
- Rodríguez, L. (1985). Revisión del Fenómeno de Marea Roja en Chile. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso* 21(1), 173 – 197.
- Rodríguez, L. (1966). Primera cita de las especies componentes del “Huirihue o Marea Roja”. *Estudios Oceanológicos* 2: 91-93.
- Ross, H., Witt, K., & Jones, N. A. (2018). Stephen Kellert’s development and contribution of relational values in social-ecological systems. *Current opinion in environmental sustainability*, 35, 46-53.
- Ruiz-de la Torre, M. C., Maske, H., Ochoa, J., & Almeda-Jauregui, C. O. (2013). Maintenance of coastal surface blooms by surface temperature stratification and wind drift. *PLoS One*, 8(4), e58958.
- Salomón, S., Rivera-Rondón, C. A., & Zapata, Á. M. (2020). Floraciones de cianobacterias en Colombia: estado del conocimiento y necesidades de investigación ante el cambio global. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 376-391.
- Sapiains, R., Ibarra, C., Jiménez, G., O’Ryan, R., Blanco, G., Moraga, P., Rojas, M., (2020). Exploring the contours of Climate Governance: An interdisciplinary systematic literature review from a Southern perspective. *Environ. policy Gov.* 1–14. <https://doi.org/10.1002/eet.1912>
- Sapiains A., R., Ugarte C., A. M., & Hasbún M., J. (2019). Percepciones del cambio climático en la isla de Cjiloé: Desafíos para la gobernanza local. *Magallania*, 47(1) 83-103. <http://www.magallania.cl/index.php/magallania/article/view/1115>. Contribución:

Antecedentes sobre la problemática de la marea roja en contexto de la crisis de Chiloé 2016 y sus impactos para la gobernanza y otras áreas.

- Scannell, L., & Gifford, R. (2013). Personally, relevant climate change: The role of place attachment and local versus global message framing in engagement. *Environment and Behavior* 45(1): 60-85.
- Silva, N., & Palma, S. (2006). Florecimientos algales nocivos en aguas australes. Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
- SERNAPESCA. (2017). Elaboración propia desde Anuarios estadísticos SERNAPESCA. Desembarque artesanal por región 2017. Obtenido de: [http://www.sernapesca.cl/informes/estadisticas?qt-quicktabs\\_area\\_trabajo=5](http://www.sernapesca.cl/informes/estadisticas?qt-quicktabs_area_trabajo=5)
- SERNAPESCA. (2019). Elaboración propia desde el Anuario estadístico SERNAPESCA 2019. Obtenido de: <http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/anuarios-estadisticos-de-pesca-y-acuicultura>
- Smayda, T.J. (1997). What is a bloom? A commentary. *Limnology and Oceanography* 42: 1132-1136.
- Suárez, B., & Guzmán, L. (1999). Floraciones de Algas Nocivas: Mareas Rojas y Toxinas Marinas. Proyecto FONDEF 2-37. "Tecnologías para la detección rápida de toxinas marinas". Santiago de Chile.
- Sunesen, I., Méndez, S. M., Mancera-Pineda, J. E., Bottein, M. Y. D., & Enevoldsen, H. (2021). The Latin America and Caribbean HAB status report based on OBIS and HAEDAT maps and databases. *Harmful Algae*, 102, 101920.
- Ther-Ríos, F., Salinas-Vilches, P., Gajardo-Gálvez, G., Bugueño, Z., Gajardo-Cortés, C., Ceballos-Cardona, M., ... & Hidalgo-Garrido, C. (2020). Complejidad territorial en caletas de pescadores artesanales de Chiloé (Chile): aportes para el manejo costero. *Estudios atacameños*, (ahead), 0-0.
- TI\_FAN. (2020). Tema Integrativo Floraciones Algales Nocivas (FAN). Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2.
- Unesco (2009). Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión. Documento Técnico PHI-LAC, N° 16. Bonilla, S. (Ed.). 105 pp.

- Urquiza A., & Cadenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire des Amériques*, (218).
- Vivanco, E. (2016). Marea roja. Biblioteca del Congreso Nacional. Departamento de estudios, extensión y publicaciones. Obtenido de: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=14444>
- Willis, C., Papathanasopoulou, E., Russel, D., & Artioli, Y. (2018). Harmful algal blooms: the impacts on cultural ecosystem services and human well-being in a case study setting, Cornwall, UK. *Marine Policy*, 97, 232-238.

## X. ANEXOS

### Anexo I. Definiciones FAN

Tabla 12

Definiciones FAN

Artículo	Definición FAN
ID1	“La Marea Roja es una excesiva proliferación de microalgas que por lo general produce un cambio de coloración en las aguas además de contaminar principalmente a moluscos bivalvos debido a su alto grado de toxinas” (p.241).
ID2	“La marea roja, en tanto que «fenómeno natural», aparece como causante, en nuestro análisis, agente, de toda la crisis que vive la zona, siendo su emergencia totalmente espontánea, obteniendo incluso ciertos atributos antropomorfos. Se argumenta que la marea roja es un fenómeno cíclico que se presenta con cierta regularidad predecible y no tiene relación con las operaciones de la industria salmonera y los desechos lanzados al mar” (p. 66).
ID3	No especifica definición clara
ID4	“Phytoplankton blooms are frequent phenomena observed in coastal regions of every continent in the world. Some of the blooming species have been found to produce endogenous toxins and such harmful algae blooms (HABs) can, directly and indirectly, cause acute effects on marine and freshwater ecosystems leading to major impacts on public health and productivity activities such as aquaculture, fisheries, and tourism (Lewitus et al. 2012)” (p.2).
ID5	“Este fenómeno natural se caracteriza por la proliferación de microorganismos dañinos y, dados sus efectos adversos en la salud, repercute en las actividades acuícolas y turísticas; también en poblaciones naturales de organismos marinos (Ministerio de Salud de Chile [MINSAL], 2008). Las floraciones producen toxinas que acumulan organismos bentónicos que se alimentan de fitoplancton, como los moluscos bivalvos (MINSAL, 2008). Los altos niveles de toxina en estos organismos pueden transmitirse a los niveles superiores de la cadena trófica y actuar como vectores que dan lugar a intoxicaciones por veneno paralizante de mariscos (VPM). Éstas pueden incluso causar la muerte de quienes consumen esos organismos (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN], 2016 <sup>a</sup> ; MINSAL, 2008)”
ID6	No especifica definición clara
ID7	No especifica definición clara
ID8	No especifica definición clara
ID9	“Blooms of toxic or harmful microalgae, commonly called "red tides", represent a significant and expanding threat to human health and fisheries resources throughout the world (White, 1988; Smayda, 1992; Hallegraeff, 1993). The impact of these phenomena ranges from illness and death of human consumers of shellfish or fish that have accumulated algal toxins to ecosystem alteration and massive mortality of fish, sea birds and marine mammals

	(Geraci et al, 1989; Anderson, 1989; Anderson & White, 1989; Smayda , 1992; Hallegraeff, 1993).”
ID10	“Fish mortalities have been often associated with the rapid growth of harmful microalgal species, but this noxious effect can also be associated with harmless species because high biomass of any phytoplankton can generate oxygen depletion in the water column at the end of bloom due to bacterial degradation, as well as gas-bubble trauma due to extreme oxygen saturation from algal photosynthesis (Lutz, 1995). However, some microalgal species can kill fish at low cell concentrations via a high impact on the gill tissues” (p. 329).
ID11	“Harmful Algal Blooms (HABs) have become an important threat for coastal aquaculture in the last decades (Hallegraef et al., 2017). The more severe harmful 79 occur when some microalgae produce toxic secondary metabolites that display potent biological activity against a wide variety of marine organisms or in humans upon consumption of contaminated seafood (Skjelbred et al., 2011)” (p.2).
ID12	No especifica definición clara
ID13	No especifica definición clara
ID14	No especifica definición clara
ID15	“Numerous studies have analyzed the effects of natural disasters, primarily from an economic point of view, but there are few that also incorporate the effects on families, who have seen their income diminish or have experienced the effects of rising unemployment” (p.1).
ID16	No especifica definición clara
ID17	“HABs produce different effects such as water discolorations, marine mortalities, environmental alterations, and health problems. These events impact economically important industries such as tourism, fishing and aquaculture, as well as public health”
ID18	“Harmful algae blooms (HABs) cause acute effects on marine ecosystems due to their production of endogenous toxins or their enormous biomass, leading to significant impacts on local economies and public health” (p.1).
ID19	No especifica definición clara
ID20	No especifica definición clara
ID21	No especifica definición clara
ID22	No especifica definición clara
ID23	“El término formaciones de algas nocivas (FAN) incluye tanto las especies productoras de toxinas, que pueden contaminar a los principales consumidores a través de la biomagnificación, como los grandes productores de biomasa, que pueden conducir al agotamiento del oxígeno disuelto en la columna de agua y, en consecuencia, aumentar las tasas de mortalidad en el medio marino, con o sin toxinas; además de los que provocan efectos inflamatorios y daños mecánicos a peces e invertebrados” (p.235).
ID24	No especifica definición clara
ID25	“The expression Harmful Algal Blooms (HABs) includes toxin-producing species and those that produce biomass in significant quantities to significantly

	reduce the concentration of dissolved oxygen in the water column and cause mortality events for other marine organisms. Originally a natural phenomenon, these blooms are becoming more frequent and persistent due to the impact of the anthropogenic action caused by the transport of exotic organisms through ballast water and mainly by the eutrophication of coastal waters as a consequence of the discharge of untreated domestic and industrial effluents” (p.40).
ID26	“floraciones de fitoplancton, lo que resulta en daños económicos a las pesquerías y efectos nocivos para la salud pública (Falconer, 2001; Best et al., 2002). La aparición de la proliferación de cianobacterias en el agua dulce suele ir acompañada de especies productoras de toxinas y no toxinas (Baker y Humpage, 1994). Las cianotoxinas son responsables de la intoxicación en los animales salvajes y domésticos, la contaminación del agua para el consumo humano, la mortalidad de los peces y la eliminación de otra biota acuática (Carmichael 2001)” (p.834).
ID27	“El crecimiento rápido de las cianobacterias puede aumentar las concentraciones de metabolitos indeseados y causar cambios en las características físicas y químicas del agua: disminución de la transparencia, disolución de CO <sub>2</sub> , aumento del pH, y cambios en el color, olor y sabor del agua (Sukenik, et al., 2015; Carmichael & Boyer, 2016; Petcheneshsky, et al., 2017; Huisman, et al., 2018). La floración de especies productoras de toxinas puede ocasionar daños importantes, e incluso la muerte, a una gran diversidad de organismos en el ecosistema, incluido el ser humano (Rastogi, et al., 2015; Huisman, et al., 2018), pues las cianotoxinas pueden acumularse en los vertebrados e invertebrados acuáticos que las han ingerido (Buratti, et al., 2017). La exposición puede darse por el consumo de agua o comida contaminada, la inhalación, el contacto con la piel y la ingestión como parte de la dieta (Svrcek & Smith, 2004; Rastogi, et al., 2015)” (p. 377).
ID28	No especifica definición clara
ID29	“Human health, economy, and marine ecosystems have been affected in the last decades by toxic events and harmful algal blooms (HABs) caused by microalgae. In Colombia, these events have generated consequences ranging from the death of fish and birds to human poisonings (Mancera- Pineda et al., 2009)” (p.110).
ID30	“Esta producción está sustentada por ecosistemas acuáticos en los que los organismos fotosintéticos (por ejemplo, macrófitas, microalgas bentónicas y planctónicas y cianobacterias) conforman la base de la red trófica. <sup>3</sup> Sin embargo, la abundancia de algunos taxones puede alcanzar niveles nocivos para los seres humanos y otros organismos. . Estas proliferaciones se conocen como floraciones de algas nocivas (HAB) y están formadas por una variedad de especies de microalgas que incluyen dinoflagelados (por ejemplo, Gambierdiscus, Prorocentrum, Ostreopsis, Coolia, etc.) y diatomeas (por ejemplo, Coscinodiscus). Las floraciones de algas nocivas son un fenómeno

	natural y ocurren en todos los ambientes acuáticos (por ejemplo, agua dulce, salobre y marina) y en todas las latitudes” (p.1).
ID31	“El término FAN (floraciones algales nocivas) lo designó la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO <sup>1</sup> , y se usa para designar microalgas, bacterias y ciliados que pueden producir daños al hombre por sus efectos adversos en la salud humana, en la acuicultura, turismo y en las poblaciones naturales de organismos marinos en las zonas costeras <sup>2</sup> . El aumento en la concentración de microalgas pigmentadas en el mar produce discoloraciones en el agua, debido a que pueden alcanzar concentraciones muy elevadas, en el orden de los 10 <sup>6</sup> cel x L <sup>-1</sup> 2 Figuras. 1 <sup>a</sup> y 2E. Muchas de estas microalgas son parte del fitoplancton que engloba diversas especies de tamaño microscópico, con escasa capacidad de movimiento y que, por lo tanto, son transportadas pasivamente por la masa de agua en donde viven” (p. 158).
ID32	“In the course of the last decade, huge events related to harmful algal blooms (HAB) have severely affected the environment in Mexico, even causing several human casualties. The tally of the toxins known up to date in Mexican waters includes neurotoxin shellfish poisoning (NSP), paralytic shellfish poisoning (PSP), amnesic shellfish poisoning (ASP), tetrodotoxin (TTX) or puffer fish poisoning, ciguatera fish poisoning (CFP) and diarrhetic shellfish poisoning (DSP) (p.1493).
ID33	“Many cyanobacteria of the genus <i>Microcystis</i> Lemmermann 1907 can affect the environment and trigger shifts in trophic structure and dynamics, influencing their competitors, consumers and decomposers (Paerl and Pinckney, 1996; Paerl, 2017). <i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1846 (hereafter referred as to MAC for <i>Microcystis aeruginosa</i> complex) can bring about economic issues to the fisheries and production of cultivated animals because they are microcystin producers, a hepatotoxin that can potentially affect invertebrates and some vertebrates (Yunes et al., 1996, 1998a)” (p.1).
ID34	Phytoplankton community assemblages are determined in part by their environment, exhibiting a complex behavioral in response to this influence. Phytoplankton community composition changes as a consequence of species succession, which occurs in response to new conditions encountered in the environment (Huisman et al., 2001).
ID35	No específica definición clara
ID36	“Algal blooms are exponential growths of microalgae populations that occur spontaneously in aquatic environments. Generally, such blooms are harmful for several reasons, due to the presence of chemical (toxin production, see Table 1, reactive oxygen species, and anoxia), physical (decreased transparency, obstruction, or lacerations of fish gills) (Smayda, 1997), or biological agents (allelopathy, reduction of grazing pressure, and competition) (Kudela and Gliber, 2012; Tang and Gliber, 2012). Approximately 200 species of planktonic microalgae can produce toxins (Landsberg, 2002), and since they are primary producers in the food webs, their toxins can intoxicate or kill other

	organisms when consumed; humans may be affected if they consume contaminated fish or shellfish species (Hallegraeff, 2010).” (p.2).
ID37	“Entre los efectos colaterales de la eutrofización pueden mencionarse las Floraciones Algales Nocivas (FAN); eventos naturales multicausales, cada vez más registrados a nivel mundial en aguas superficiales (Carmichael, 2001; Anderson et al., 2008; Alawadi, 2010; Verity, 2010; Calandrino y Paerl, 2011), cuya diversidad e impacto representan un reto para el manejo de recursos costeros amenazados (Anderson, 2004). Los organismos fitoplanctónicos causales de FAN incluyen dinoflagelados, cianobacterias, diatomeas y otros grupos del fitoplancton (prymnesiophytas y raphidophytas) de menor importancia. De manera general, existen los que producen toxinas y por lo tanto, pueden contaminar los alimentos marinos o producir mortandad de peces, y los que no las producen pero causan otros efectos nocivos, tales como mortandad de organismos por anoxia, mortandad de peces por daño físico a sus branquias u otros órganos, y producción de mucilagos u otros metabolitos que afectan la calidad del ambiente (Carreto et al., 2007)” (p.44).
ID38	Los dinoflagelados corresponden a un grupo de microalgas marinas con distribución cosmopolita y dividida en dos subgrupos, tecados y atecados (Balech, 1988), pudiendo ser plantónicos o bentónicos comúnmente asociados con macroalgas, pastos marinos, Mancera-P. et al. sedimentos y arrecifes de coral (Faust et al. 2005). Se conocen cerca de 50 especies de dinoflagelados productores de toxinas, las cuales pueden llegar al ser humano a través de las redes tróficas (Delgado et al. 2002).
ID39	“Harmful algal blooms are among the emerging threats to freshwater biodiversity that need to be studied further in the Anthropocene. Here, we studied freshwater plankton communities in ten tropical reservoirs to record the impact of algal blooms, comprising different phytoplankton taxa, on water quality, plankton biodiversity, and ecosystem functioning” (p.2).
ID40	Raphidiopsis raciborskii (formerly Cylindrospermopsis raciborskii) is a freshwater cyanobacterium potentially producing saxitoxins (STX) and cylindrospermopsin. Its ecophysiological versatility enables it to form blooms in the most diverse types of environments, from tropical to temperate, and from relatively pristine to polluted
ID41	Por esto, el término “Proliferaciones Algales Nocivas” (PAN) (en inglés “Harmful Algae Blomms” HAB), es el término más utilizado en el ámbito internacional. Las PAN se refieren tanto a las densidades algales tóxicas como a las no tóxicas, ya sea asociadas o no a algún tipo de discoloración (Anderson et al. 2001) (p.121).

Fuente: elaboración propia