



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura

NFIFL/C1270 (Es)

FAO
Circular de Pesca
y Acuicultura

ISSN 2070-7061

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE AVANCE DE POLÍTICAS Y PLANES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ACUICULTURA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



Ilustración de la cubierta:

El primer paso para la adaptación de la acuicultura al cambio climático es mantener cultivos saludables e integrados en forma equilibrada con el ecosistema natural.

Ilustración:

© Doris Soto, Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola, Universidad de Concepción, Chile.

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE AVANCE DE POLÍTICAS Y PLANES DE
ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ACUICULTURA EN
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

Por

Ricardo Norambuena Cleveland

Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental, Universidad de Concepción, Chile

Doris Soto

Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola, Universidad de Concepción, Chile

Leonardo Núñez Montaner

Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental, Universidad de Concepción, Chile

José Aguilar-Manjarrez

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Santiago

Cita requerida:

Norambuena Cleveland, R., Soto, D., Núñez Montaner, L. y Aguilar-Manjarrez, J. 2024. *Evaluación del estado de avance de políticas y planes de adaptación al cambio climático en la acuicultura en América Latina y el Caribe*. FAO Circular de Pesca y Acuicultura, n.º 1270. Santiago, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc9985es>

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN 978-92-5-138625-5

© FAO, 2024



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: "La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en [idioma] será el texto autorizado".

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

Preparación de este documento

Este trabajo responde a las recomendaciones contenidas en los informes de reuniones ordinarias de la Comisión de Pesca en Pequeña Escala, Artesanal y Acuicultura de América Latina y el Caribe (COPPESAALC).

En el informe de la 16.^a reunión de la COPPESAALC, celebrada en La Habana, Cuba, del 3 al 6 de septiembre de 2019¹, la Comisión reconoció la necesidad de abordar aspectos relativos a la mitigación y adaptación al cambio climático en la pesca y acuicultura, con especial énfasis en la vulnerabilidad de las y los pescadores continentales, en virtud de la relativamente escasa información científica disponible. El informe contiene un plan de trabajo de la COPPESAALC para el bienio 2019-2021, que incorporó el área temática de fortalecimiento de la sanidad acuícola y la capacidad de adaptación de los países miembros a los impactos del cambio climático en la pesca y acuicultura, recomendando continuar el apoyo en la identificación de la vulnerabilidad como base para la formulación de estrategias nacionales de adaptación.

Asimismo, la Comisión sugirió a los países miembros incorporar en los objetivos de sus políticas, planes y programas para la pesca y acuicultura disposiciones referentes a los riesgos de desastres naturales y otros relacionados al cambio climático. Finalmente, recomendó apoyar a la región en la formulación de planes de adaptación al cambio climático, la mitigación de emisiones y sus impactos, incluyendo el uso de energías limpias y el análisis del riesgo ante catástrofes naturales en la pesca y acuicultura, propiciando la movilización de recursos procedentes de fuentes financieras mundiales relacionadas con el clima y el medio ambiente.

Todas estas recomendaciones se plasmaron en el Plan de trabajo de la Comisión para el bienio 2019-20, en el cual se incluye el documento “Evaluación del estado de avance de políticas y planes de adaptación al cambio climático en la acuicultura en América Latina y el Caribe”, y la organización de un webinar para el intercambio de experiencias en la generación de políticas y planes nacionales de adaptación al cambio climático.

En el informe de la 17.^a reunión ordinaria de la COPPESAALC, basado en una sesión virtual, que tuvo como país anfitrión a la República del Perú, entre el 27 y el 29 de octubre de 2021², la Comisión señaló la importancia de continuar y ampliar los esfuerzos nacionales y de la FAO para analizar la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura a los impactos del cambio climático en las diversas ecorregiones y comunidades ribereñas de América Latina y el Caribe. Asimismo, los delegados señalaron la necesidad de seguir fortaleciendo las capacidades de los acuicultores de recursos limitados y de la micro y pequeña empresa, así como las políticas para atender su desarrollo, reconociendo que estos segmentos de productores, en conjunto, contribuyen de forma creciente a la disponibilidad regional de alimentos y enfrentan retos diversos tanto extrínsecos (impactos negativos del cambio climático, precios de insumos productivos, entre otros), como intrínsecos (bajo nivel de asociación y carencia de instrumentos de financiamiento por no ser considerados sujetos de crédito, entre otros).

En el informe de la 18.^a reunión ordinaria de la COPPESAALC, celebrada en San José, Costa Rica, del 29 al 31 de marzo de 2023³, la Comisión recomendó brindar asistencia a los países para el desarrollo de análisis sobre la vulnerabilidad de la pesca y acuicultura al cambio climático. En consideración a lo expuesto, este trabajo evalúa el avance de los países de América Latina y el Caribe en la formulación e implementación de políticas, planes y programas de adaptación al cambio climático en la acuicultura.

¹ FAO. 2020. *Informe de la decimosexta reunión ordinaria de la Comisión de Pesca en Pequeña Escala, Artesanal y Acuicultura para América Latina y el Caribe (COPPESAALC). La Habana, Cuba, del 3 al 6 de septiembre de 2019*. Informe de Pesca y Acuicultura de la FAO N.º 1281. <https://www.fao.org/3/cb7059es/cb7059es.pdf>

² FAO. 2021. *Informe de la decimoséptima reunión ordinaria de la Comisión de Pesca en Pequeña Escala, Artesanal y Acuicultura de América Latina y el Caribe (COPPESAALC). Sesión virtual, teniendo como país anfitrión a la República del Perú, del 27 al 29 de octubre de 2021*. Informe de Pesca y Acuicultura de la FAO. Santiago. 2021.23 pp. <https://www.fao.org/3/cc0127es/cc0127es.pdf>

³ FAO. 2023. *Informe de la decimoctava reunión ordinaria de la Comisión de Pesca en Pequeña Escala, Artesanal y Acuicultura de América Latina y el Caribe (COPPESAALC). San José, Costa Rica, del 29 al 31 de marzo de 2023*. Informe de Pesca y Acuicultura de la FAO N.º 1422. Santiago. <https://doi.org/10.4060/cc7652es>

Resumen

Este documento fue preparado con el objeto de evaluar la existencia y situación de instrumentos de gestión para la adaptación de la acuicultura al cambio climático, y está dirigido a tomadores de decisión y a las mujeres y hombres que trabajan en el sector acuícola en América Latina y el Caribe.

El capítulo 1 describe el escenario de la acuicultura frente al cambio climático y la variabilidad climática. Se observa que la mayoría de los países de la región han reconocido las amenazas generadas por el cambio climático y que existen diversos grados de avance en el diseño e implementación de instrumentos de gestión a nivel nacional y sectorial. Sin embargo, los impactos del cambio climático han superado la capacidad de respuesta de las instituciones y comunidades.

En el capítulo 2, se detalla el enfoque metodológico usado para la evaluación. La hipótesis de trabajo consideró que la existencia y nivel de desarrollo de instrumentos de gestión están asociados al nivel de producción de los países de la región. Con base en las estadísticas de la FAO de 2021, se analizó la producción acuícola y los principales sistemas de producción del sector en cada país. Complementariamente, se exploró en diversas plataformas de información, nacionales e internacionales, la existencia de instrumentos de adaptación de la acuicultura al cambio climático. También se realizaron entrevistas a expertas y expertos clave de la región que aportaron valioso conocimiento sobre la situación de instrumentos de adaptación de la acuicultura al cambio climático.

El capítulo 3 muestra los resultados del estudio, en el que se analizaron las principales amenazas asociadas al cambio climático y los impactos por tipo y sistema de cultivo, así como los instrumentos de gestión para la adaptación al cambio climático en la acuicultura. También se describe el tipo de instrumento de política desarrollado y las características principales de la acuicultura en los seis países que contribuyeron, en conjunto, con el 93 % de la producción de la acuicultura en América Latina y el Caribe. Estos países son: Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú, los que representan una diversidad representativa de los instrumentos que se han desarrollado en la región.

En el capítulo 4, en base a los resultados de la evaluación, se presentan conclusiones y recomendaciones. La evaluación revela que el desarrollo de los instrumentos de política está relacionado con el nivel de producción acuícola de cada país. Veintiséis de 45 países de la región han establecido al menos un instrumento de gestión general para la adaptación al cambio climático. De ellos, sólo 15 han diseñado instrumentos de adaptación específicos para la acuicultura.

Las mayores dificultades para diseñar e implementar planes de adaptación en la acuicultura son las débiles capacidades institucionales instaladas (incluyendo la coordinación inter e intrainstitucional) y los recursos financieros necesarios para implementar acciones de corto y mediano plazo. En este contexto, los países de Mesoamérica y de América de Sur muestran una acuicultura en pleno crecimiento, con la excepción de Chile (salmones/mitilidos), Ecuador (camarones) y Brasil (tilapia), que ya son productores consolidados. En el Caribe, consistentemente con un desarrollo incipiente de la acuicultura, existe un bajo nivel de desarrollo e implementación de instrumentos para su adaptación al cambio climático. Cabe destacar que en esta última subregión es donde se identifican notables amenazas climáticas asociadas, principalmente, a eventos extremos (marejadas, tormentas, huracanes).

Entre otras recomendaciones, se propone implementar estrategias para comunicar los riesgos de los impactos del cambio climático en la acuicultura, incorporar procesos participativos en el diseño, implementación y seguimiento del plan de adaptación, e incorporar el manejo con enfoque ecosistémico de la acuicultura y la gobernanza participativa orientadas a mejorar la resiliencia a los impactos del cambio climático.

Por último, se entrega una pauta de referencia para abordar el diseño de un plan de adaptación al cambio climático en la acuicultura, orientada al fortalecimiento del sector en América Latina y, sobre todo, en el Caribe.

Prólogo

En los ecosistemas marinos, hemos sido testigos de transformaciones dramáticas: los océanos se calientan y acidifican, el hielo marino se derrite y el nivel del mar continúa su ascenso.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha ratificado consistentemente que el océano y sus ecosistemas se verán particularmente afectados, por ejemplo, con aumentos de la temperatura, acidificación, incremento en el nivel del mar, y desoxigenación, entre otros. La zona costera y sus comunidades están recibiendo el impacto del cambio climático global con especial intensidad. Asimismo, en numerosos ecosistemas asociados a cuencas hidrográficas y ecosistemas de agua dulce se han registrado consecuencias evidentes del cambio climático, por ejemplo, con disminución considerable de las precipitaciones (sequía) y eventos extremos (inundaciones).

La acuicultura, sin duda, se verá afectada en las próximas décadas y es responsabilidad de las actuales generaciones identificar las estrategias y mecanismos para enfrentar los escenarios futuros del clima y sus consecuencias, especialmente sobre los grupos socioeconómicos y ecosistemas más vulnerables. América Latina y el Caribe, una región rica en biodiversidad y con países que enfrentan distintas realidades de desarrollo cuando se habla de acuicultura, no escapa a esta realidad.

En este escenario de desafíos globales, es esencial reconocer que la acuicultura es una fuente vital de alimentos y recursos económicos para muchas comunidades, entonces, ¿cómo enfrentar el enorme y complejo desafío de mitigar los impactos y consecuencias del cambio climático global sobre actividades productivas que son y serán fuente importante de alimentos para la humanidad?

Existe clara evidencia científica de que la acuicultura, si es bien planificada y manejada, posee mayor capacidad de resiliencia que otras actividades ante cambios del clima y otras perturbaciones, por lo que tendrá mejores oportunidades para enfrentar los desafíos ecológicos derivados del cambio climático global, por ejemplo, estableciendo sistemas integrados de agro-acuicultura. En consecuencia, existe un vínculo indisoluble entre lograr mayores niveles de sustentabilidad en la acuicultura y la capacidad de los países para enfrentar exitosamente las amenazas del cambio climático global.

Mientras las instituciones y las comunidades a menudo luchan por responder eficazmente a sus impactos, las personas se ven afectadas de forma directa e indirecta en su vida cotidiana por fenómenos que van desde olas de calor, hasta condiciones extremas que generan inseguridad alimentaria y desplazamientos forzados. Así, la adaptación al cambio climático se ha convertido en una necesidad imperante, que no está exenta de obstáculos.

A pesar de estos desafíos, la región ha dado pasos importantes hacia la adaptación en diversos sectores. La acuicultura, en particular, ha sido abordada en algunos países a través de instrumentos de gestión específicos para hacer frente a los desafíos climáticos. Sin embargo, estos avances no son iguales en todos los países, ya que varían significativamente según la importancia económica y social de la acuicultura en cada uno de ellos. Este informe analiza la situación en 45 países de América Latina y el Caribe, destacando los esfuerzos realizados en la adaptación de la acuicultura al cambio climático en los diferentes territorios.

La acuicultura en América Latina y el Caribe debe incorporar procesos de adaptación, para lo cual es imprescindible el diseño e implementación efectiva de instrumentos de gestión que contribuyan a reducir su vulnerabilidad. En este contexto, también es urgente la complementación de estos instrumentos con la capacitación y la sensibilización de todos los grupos de interés que participan en la acuicultura respecto de las amenazas, riesgos y vulnerabilidad frente al cambio climático.

ÍNDICE

Preparación de este documento.....	ii
Resumen.....	iv
Prólogo.....	v
Agradecimientos	ix
Abreviaturas.....	x
1. Introducción	1
2. Metodología	1
3. Resultados.....	3
3.1 La acuicultura frente al cambio climático y la variabilidad climática	3
3.2 La acuicultura en América Latina y el Caribe en números.....	6
3.3 Producción acuícola y sistemas de producción	7
3.4 Principales amenazas asociadas al cambio climático e impactos por tipo y sistema de producción	11
3.5 Avance en el diseño e implementación de instrumentos de gestión para la adaptación al cambio climático en la acuicultura	16
3.6 Estudios de caso	21
3.7 La acuicultura de la subregión del Caribe y las acciones para su adaptación a los impactos del cambio climático	35
4. Conclusiones y recomendaciones.....	37
Referencias.....	40
Anexo 1. Guía de lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático para la acuicultura en América Latina y el Caribe.....	49

Cuadros

Cuadro 1. Volumen de producción en América Latina y el Caribe y proporción de contribución por país, 2021.....	7
Cuadro 2a. Valoración del desarrollo de instrumentos asociados a la gestión de adaptación al cambio climático de la acuicultura en Mesoamérica, 2021	17
Cuadro 2b. Valoración del desarrollo de instrumentos asociados a la gestión de adaptación al cambio climático de la acuicultura en América del Sur, 2021	18
Cuadro 2c. Valoración del desarrollo de instrumentos asociados a la gestión de adaptación al cambio climático de la acuicultura en el Caribe, 2021	19
Cuadro 3. Descripción de los instrumentos de gestión para el cambio climático y medidas de adaptación en los principales países productores acuícolas de América Latina y el Caribe.....	34
Cuadro A1.1 Identificación de las categorías de sostenibilidad, subcategorías y componentes de referencia para la estructuración de los planes de adaptación a los impactos del cambio climático en la acuicultura.....	52

Figuras

Figura 1. Caracterización de la actividad de acuicultura de los países que producen el 93 % del total de América Latina y el Caribe, 2021	10
Figura 2. Esquema de los componentes que participan en el análisis de riesgo, vulnerabilidad y resiliencia frente al cambio climático	12
Figura 3. Principales amenazas y consecuencias del cambio climático sobre distintas regiones y países de América Latina y el Caribe	15
Figura A1.1. Proceso de estructuración de un plan de adaptación al cambio climático para la acuicultura.....	51
Figura A1.2. Matriz de riesgo y oportunidades	54

Agradecimientos

Los autores agradecen a Alejandro Flores-Navas, Oficial Principal de Pesca y Acuicultura de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe por su apoyo para la identificación de contactos de expertos nacionales para las entrevistas virtuales. Agradecemos especialmente a todos y cada uno de las siguientes expertas y expertos nacionales que participaron en las entrevistas virtuales realizadas durante octubre y noviembre de 2022: Fernanda Garcia Sampaio y Felipe Matias (Brasil); María Claudia Merino (Colombia); Carlos Fajardo (Costa Rica); Yahira Piedrahita y Leonardo Maridueña (Ecuador); Mario González (El Salvador); Juan Carlos Lapuente (México); Aldo Hernández (Nicaragua) y Jorge Flores Mego (Perú).

Este documento fue objeto de revisión interna por parte de Fernanda Garcia Sampaio, Oficial de Acuicultura de la FAO en Roma, e Iris Monnereau y Tarub Bahri, Oficiales de Pesca de la FAO en Roma. La publicación se benefició además del examen externo de María Claudia Merino, de Colombia. Se agradecen sus importantes contribuciones.

Se agradece la labor de los consultores de la FAO Felipe Iturrieta González, quien estuvo a cargo de la edición de estilo de este documento, y a Estefanía Burgos Sanz, Asistente de Oficina de la FAO en Roma por su labor en la diagramación de esta publicación. Se agradece también a Marianne Guyonnet, asistente de publicaciones de la FAO en Roma, quien supervisó el formato y estilo de esta publicación.

ABREVIATURAS

AR6	Informe de evaluación N.º 6 (del IPCC)
CCPR	Código de Conducta para la Pesca Responsable
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
COP25	25 período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COPPESAALC	Comisión de Pesca en Pequeña Escala, Artesanal y Acuicultura de América Latina y el Caribe
EDF	Environmental Defense Fund
ENOS	El Niño-Oscilación del Sur
FAN	floraciones de algas nocivas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEI	gases de efecto invernadero
INDNR	pesca ilegal, no declarada y no reglamentada
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ISA	anemia infecciosa del salmón
MMA	Ministerio del Medio Ambiente de Chile
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PIGCCT	plan integrales de gestión del cambio climático territoriales
PIGCCS	plan integral de gestión de cambio climático sectorial
PNA	plan nacional de adaptación
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
SCH	Sistema de corrientes de Humboldt
TNC	The Nature Conservancy
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza
ZEE	zona económica exclusiva

1. INTRODUCCIÓN

Hace más de una década que la FAO ha mostrado su preocupación sobre los impactos del cambio climático sobre la acuicultura en América Latina y el Caribe. En el Taller de expertos realizado en octubre de 2011, en la ciudad de Concepción, Chile, se logró identificar los impactos potenciales, los avances y los desafíos para la adaptación al cambio climático de la acuicultura regional (Soto y Quiñones, 2013).

El cambio climático es una realidad a escala planetaria, con impactos para los ecosistemas y los medios de vida de las personas. Desde hace más de dos décadas se realizan esfuerzos por entender sus causas y los efectos en los océanos y ecosistemas marinos que sustentan numerosas actividades, como la pesca y la acuicultura (Comité Científico del 25 período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [COP25], 2019).

La temperatura y la acidez de los océanos han aumentado, y el hielo marino y la nieve reducido, lo que ha elevado el nivel del mar y el número e intensidad de eventos extremos.

Según el último informe de evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), es inequívoco que la acción antrópica ha influido en el calentamiento de la atmósfera, los océanos y la tierra, y que la escala de los cambios recientes en el sistema climático no tiene precedentes (IPCC, 2021a). La temperatura global seguirá aumentando, a menos que se produzcan profundas reducciones en las emisiones de dióxido de carbono, por lo que se asume que muchos cambios serán irreversibles en los próximos siglos, especialmente en los océanos, las capas de hielo y el nivel del mar.

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el impacto del cambio climático está en curso y ya se ha manifestado tanto a nivel mundial como en América Latina y el Caribe (Bárcena, 2020). Este es significativo, no lineal y heterogéneo (considerando que hay algunos impactos positivos en la agricultura en la parte sur de la región). Existen evidencias de que hay efectos negativos en las actividades agropecuarias, la pesca, la acuicultura, el agua, la biodiversidad, el nivel del mar, los bosques, el turismo, la salud y las áreas urbanas. Las estimaciones de diversos estudios sugieren que el impacto del cambio climático aumentará exponencialmente a medida que se incremente la temperatura: un aumento de entre 2 y 3 °C reducirá el producto interno bruto (PIB) mundial en alrededor de un 1,5 %, con algunos países más afectados que otros.

Actualmente existen planes gubernamentales de desarrollo para mitigar los efectos del cambio climático en algunas localidades de América Latina y el Caribe. Sin embargo, hay países que carecen de la legislación ambiental necesaria para la implementación de planes preventivos. En general, existe información limitada sobre leyes, políticas, estrategias, programas y planes nacionales de adaptación al cambio climático, especialmente en acuicultura. Para llenar esta brecha, a través de una carta de acuerdo con la FAO, la Universidad de Concepción (Chile) llevó a cabo una evaluación de la región que incluyó estudios de caso de países seleccionados, así como entrevistas con expertos a nivel nacional para validar algunos resultados y conocer sus experiencias y percepciones sobre la adaptación de la acuicultura al cambio climático. El resultado de este trabajo es esta publicación de la FAO que servirá como base para fortalecer los esfuerzos de la Comisión de Pesca en Pequeña Escala, Artesanal y Acuicultura de América Latina y el Caribe (COPPESAALC) para abordar el cambio climático. Es la primera vez que se realiza una evaluación de las políticas y planes acuícolas sobre cambio climático en la región.

2. METODOLOGÍA

La COPPESAALC ofrece una oportunidad a nivel regional para reflexionar colectivamente sobre los temas que atañen a la sostenibilidad y la contribución de la pesca y la acuicultura a la seguridad alimentaria, incluyendo temas como la pobreza rural y el manejo responsable y armónico de los recursos naturales, en consonancia con las necesidades de los países miembros de la Comisión, las prioridades regionales de la FAO y los objetivos de la Agenda de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

La Comisión ha reconocido la necesidad de abordar aspectos relativos a la mitigación y adaptación al cambio climático en la pesca y la acuicultura, con especial énfasis en la vulnerabilidad de las y los pescadores continentales, en virtud de la relativamente escasa información científica disponible. Por ello, se recopilaron casos nacionales y se plantearon desafíos articulados en torno al cambio climático que servirán de guía para el empoderamiento y la sostenibilidad de estos sectores.

La metodología consistió en la evaluación del estado de las políticas y planes de adaptación de la acuicultura al cambio climático en América Latina y el Caribe, a través de un análisis general para todos los países de la región, y con estudios de caso de seis países representativos por su desarrollo acuícola de las subregiones de Mesoamérica (México) y América del Sur (Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y Perú).

La primera etapa consistió en caracterizar a los países de América Latina y el Caribe de acuerdo con sus niveles de producción acuícola y en función de las especies cultivadas, además de una descripción de los potenciales efectos del cambio climático y eventos extremos para el desarrollo de la acuicultura marina y de agua dulce.

En la segunda etapa se identificaron instrumentos de gestión del cambio climático y se elaboró una matriz de trabajo con la información disponible por país, ordenada de acuerdo con la existencia de los siguientes instrumentos decretados oficialmente o en proceso de elaboración: leyes y/o reglamentos; políticas y/o estrategias públicas a nivel nacional; gobernanza de la adaptación al cambio climático a nivel nacional y sectorial; y planes nacionales de adaptación a nivel nacional y sectorial. Con esta información sistematizada, se asignó el valor 2 a cada país con existencia de cada uno de estos instrumentos reconocidos formalmente, y el valor 1 cuando están en proceso de elaboración, a fin de caracterizar a los países de la región de acuerdo con su amplitud de reglamentación vinculada al cambio climático.

En la tercera etapa se elaboraron estudios de caso con la descripción de los instrumentos de gestión para el cambio climático y, en particular, de planes sectoriales de adaptación en acuicultura de los seis países.

Para validar la información levantada, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 10 expertas y expertos calificados en acuicultura entre los meses de junio y septiembre de 2022, en una muestra de los seis países de mayor nivel de producción acuícola de Mesoamérica y América del Sur.

El contenido de las entrevistas incluyó las siguientes preguntas, de acuerdo a la perspectiva de la acuicultura en cada país:

1. ¿Cuáles son los instrumentos de política de cambio climático en su país?
2. ¿Cuáles son las características fundamentales de la acuicultura en su país?
3. ¿En qué etapa de desarrollo se encuentra la acuicultura y cuál es su proyección?
4. ¿Cuáles son las amenazas principales para el desarrollo de la acuicultura en su país que deben ser previstas en el presente?
5. ¿Qué instrumentos de gestión para su desarrollo están disponibles o en desarrollo para la adaptación de la acuicultura al cambio climático?
6. ¿Cuáles son las brechas para su implementación?

Las respuestas de las y los expertos permitieron confirmar o complementar la información secundaria disponible.

En el caso específico de la subregión del Caribe, se realizó una revisión de fuentes secundarias de información para describir el estado de las acciones dirigidas a la adaptación de la acuicultura a los impactos del cambio climático.

Finalmente, se realizaron dos webinarios para los países de Mesoamérica, América del Sur y el Caribe.

Al webinar del 12 de enero de 2023 asistieron 87 personas de América del Sur y Mesoamérica: Argentina (1), el Estado Plurinacional de Bolivia (1), Brasil (4), Chile (34), Colombia (3), Costa Rica (1) y Ecuador (43). En el siguiente enlace está la grabación del webinar: https://www.youtube.com/watch?v=EtsWNYo-m_8

Al webinario del 2 de febrero de 2023, en tanto, asistieron 61 personas de América del Norte, América del Sur, Asia, el Caribe, Europa y Mesoamérica: Argentina (1), Bahamas (1), Barbados (2), Belice (1), Canadá (2), Chile (17), Dominica (1), Ecuador (1), el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte (1), Francia (2), Granada (1), Irlanda (1), Italia (1), Jamaica (3), México (4), el Reino de los Países Bajos (2), Perú (4), Santa Lucía (3), San Vicente y las Granadinas (3), Saint Kitts y Nevis (1), Trinidad y Tabago (5), Estados Unidos de América (2), la República Bolivariana de Venezuela (1) y Viet Nam (1). En el siguiente enlace se puede revivir el webinario: <https://us06web.zoom.us/j/kcRelcA09>

El objetivo de los webinarios fue presentar y validar los resultados esenciales del presente estudio, obteniéndose importante retroalimentación de los y las participantes.

3. RESULTADOS

3.1 La acuicultura frente al cambio climático y la variabilidad climática

El cambio climático representa una amenaza evidente a la seguridad alimentaria. El crecimiento sostenido de la población supone una fuerte presión sobre los medios de producción de recursos acuícolas, especialmente de pescados y mariscos (FAO, 2018a). Se estima que para el año 2060 la población en América Latina y del Caribe será de 791 millones de habitantes (CEPAL, FAO e IICA, 2017; Flores-Nava, 2019).

Diversos fenómenos o variaciones ambientales, meteorológicas y ecosistémicas, en distintas zonas del planeta, evidencian la ocurrencia del cambio climático: el aumento de la temperatura superficial terrestre y acuática, cambios en las corrientes oceánicas, derretimiento de los casquetes polares y, en consecuencia, un aumento del nivel del mar; alteraciones del ciclo global del agua que han generado una mayor frecuencia de tormentas y sequías en diversas zonas geográficas; y el desplazamiento migratorio de especies terrestres y oceánicas y el blanqueamiento de arrecifes de coral (IPCC, 2014; 2021b).

Si bien existen causas naturales, también hay una clara influencia antropogénica en el clima global, considerándose actualmente como la causa dominante la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) generados por el uso de combustibles fósiles y otras emisiones de GEI derivadas de procesos industriales que han crecido exponencialmente a partir de la segunda mitad del siglo XX (IPCC, 2014; Palmer y Stevens, 2019).

En este contexto, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 13, sobre "Acción por el clima", pretende introducir el cambio climático como cuestión primordial en las políticas, estrategias y planes de países, empresas y sociedad civil, mejorando la respuesta a los problemas que genera e impulsando la educación y sensibilización de toda la población en relación a este fenómeno, que impacta especialmente a los grupos más vulnerables, desplazándola de sus hogares y comunidades, destruyendo cultivos y alimentos, dificultando el acceso al agua, provocando enfermedades e impidiendo un verdadero progreso social y económico (FAO, 2023a).

Consecuentemente, se han definido metas asociadas al ODS 13 destinadas a:

- i. fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países;
- ii. incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales; y
- iii. promover mecanismos para aumentar la capacidad de planificación y gestión eficaz en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, haciendo hincapié en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas.

El aprovechamiento del potencial de la acuicultura y su contribución positiva a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible dependerá de acciones de adaptación, aplicadas en un contexto de emergencia climática, y reconociendo los impactos del cambio climático en las interrelaciones del sector de la

acuicultura y la dependencia de una amplia gama de servicios ecosistémicos y sistemas de recursos (tierra/espacio, agua, semillas, alimentos) (Barange *et al.*, 2018; FAO, 2018b). Los factores estresantes operan de forma acumulativa y sinérgica en diferentes escalas espaciales (a nivel de granjas, por especie, de paisajes terrestres o marinos, nacionales o globales) y temporales, y los diferentes actores de la cadena de valor experimentan impactos de manera desigual a lo largo de esta (Dabbadie *et al.*, 2018).

El cambio climático ya está afectando a la acuicultura con impactos distribuidos de manera desigual en todo el mundo (De Silva y Soto, 2009; Barange *et al.*, 2018; FAO, 2018b). En el futuro, es más probable que afecte en forma más negativa o desafíe la producción acuícola en países de baja latitud, dada una combinación de impactos y capacidad de adaptación limitada (Dabbadie *et al.*, 2018, Soto *et al.*, 2018). Si no se abordan los potenciales impactos, por ejemplo, si no hay una planificación proactiva para una acuicultura climáticamente inteligente, es probable que el cambio climático y otros factores ambientales estresantes socaven la capacidad del sector de maximizar su contribución potencial al cumplimiento de los ODS.

Cabe destacar que la acuicultura brinda opciones para mejorar el desempeño ambiental de los sistemas de producción de alimentos, incluida la reducción de las emisiones de carbono y nutrientes, en comparación con muchos alimentos de origen animal terrestre (Poore y Nemecek, 2018; Hilborn *et al.*, 2018; Hallström *et al.*, 2019). En la producción acuícola, es clave la reutilización y el reciclaje de agua dulce. La maricultura es un caso muy interesante, ya que se cultiva para producir alimentos de calidad en el mar con escasa dependencia de agua dulce en comparación con la agricultura.

Diferentes proyecciones y modelos climáticos sugieren diversos impactos climáticos sobre la acuicultura. En América Latina y el Caribe destacan, por ejemplo, incremento de la temperatura superficial del agua, aumento del nivel del mar, disminución del oxígeno disuelto, intensas variaciones ambientales durante el día, disminución de las precipitaciones y creciente la salinidad, acidificación del océano, derretimiento de glaciares, y mayor intensidad y frecuencia de eventos extremos (marejadas, tormentas, huracanes). Todos estos fenómenos pueden provocar pérdidas significativas de producción de la acuicultura en la región (Cubillos *et al.*, 2021).

Existe evidencia de que el cambio climático afectará la acuicultura en todo el mundo de muchas maneras, generando efectos directos e indirectos (Dabbadie *et al.*, 2018). Para la acuicultura continental en América Latina y el Caribe, existen al menos dos amenazas relevantes: el aumento de la temperatura del aire y del agua, y la disminución de la disponibilidad de agua dulce. Adicionalmente, las medidas de adaptación adoptadas por otros sectores, como la mayor generación de energía convencional y optimización del riego, pueden sumar amenazas a la acuicultura, constituyendo resultados de mala adaptación. En la mayoría de los países de la región, los impactos del cambio climático superan la capacidad de respuesta de las instituciones y comunidades.

Se han observado diversos cambios en variables ambientales, como un aumento en la temperatura tanto en ambientes terrestres como marinos, variaciones en el oxígeno disuelto en ecosistemas acuáticos (Mugwanya *et al.*, 2022), además de la acidificación de los océanos como consecuencia del aumento en la concentración de dióxido de carbono atmosférico y su disolución parcial en el agua (Dupont y Pörtner, 2013). La acidificación de los océanos por el aumento de CO₂ afecta la formación de estructuras calcáreas en fases tempranas de desarrollo de organismos marinos como crustáceos y bivalvos, afectando su asentamiento y sobrevivencia.

Para la acuicultura, el cambio en las variables ambientales supone un conjunto de consecuencias negativas, entre otras, disminución de la tasa de crecimiento, afectando las capacidades reproductivas de los organismos. Por otro lado, se observa un aumento en la variedad de enfermedades, las cuales son expresión de procesos metabólicos resultantes de las condiciones de estrés ambiental producidas por el cambio climático (Mugwanya *et al.*, 2022).

Para especies cultivadas en el mar, cambios en los patrones de precipitación con mayor frecuencia de días sin lluvia, el aumento de la temperatura del mar y en algunos casos la acidificación puede incrementar el riesgo de pérdida de producción debido a la mayor frecuencia de floraciones de algas nocivas (FAN) (Soto *et al.*, 2019; 2020; Maulu *et al.*, 2021), que perjudican la producción de salmónidos y de moluscos bivalvos, como ocurre con los mitílidos en el sur de Chile. En particular, la mitilicultura,

en constante expansión desde sus inicios en la década de 1930, se ve ampliamente afectada y se ha visto constreñida por las FAN, ya que los organismos cultivados, por ser filtradores, acumulan de manera natural las toxinas de las algas nocivas.

Adicionalmente, las FAN aumentan la incidencia de parasitismo en el cultivo de salmónidos (Soto *et al.*, 2019; 2020; Hemmingsen *et al.*, 2020; Godwin *et al.*, 2021) y del virus de la anemia infecciosa del salmón (ISA) el que ha provocado en ocasiones grandes pérdidas económicas y del recurso (Asche *et al.*, 2009), posiblemente transmitido por el piojo de mar *Caligus rogercresseyi* (Boxshall y Bravo, 2000; Oelckers *et al.*, 2015). Estos factores han afectado la bioseguridad del producto acuícola, lo que impide su exportación a algunos países con altos estándares de calidad alimenticios, por cuestionarse el uso excesivo de antibióticos en los salmones y que sus trazas puedan transmitirse al ser humano (Avendaño-Herrera y Figueroa, 2019).

Algunos centros de cultivo dependen de praderas de macroalgas para alimentar especies como el abalón (*Haliotis* spp.). Durante periodos de alta temperatura superficial del mar, generada por el fenómeno de El Niño, la producción de biomasa de las praderas de algas marinas se ha visto disminuida, afectando el suministro de alimento para las especies de abalón cultivadas y, además, impactando a las comunidades asociadas a las praderas de macroalgas costeras (Barber y Chávez, 1983; Edwards, 2019).

Para especies dulceacuícolas, el aumento de la temperatura produce una disminución en el oxígeno disuelto en el agua, lo que incrementa la proliferación de bacterias anaeróbicas, las que pueden causar enfermedades en el cultivo de langostino y tilapia (Amal y Zamri-Saad, 2011; Chandrakala y Priya, 2017; Mugwanya *et al.*, 2022).

En algunas localidades rurales, la sequía producida por el cambio climático ha afectado los cauces de los ríos, disminuyendo la cantidad y calidad del agua para los pequeños cultivadores que dependen de la acuicultura como su medio fundamental de subsistencia (IPCC, 2013; 2014). En muchos casos, el pescado y los crustáceos obtenidos a partir de estos cultivos dulceacuícolas es la principal fuente de proteína animal en estas localidades rurales en vías de desarrollo (Flores-Nava, 2019; Wurmman, Soto y Norambuena, 2022). En el norte de Chile, en la región de Coquimbo, las comunidades rurales de la Provincia del Choapa han establecido negocios de subsistencia relacionados a la captura del camarón *Cryphiops caementarius* (camarón de río de los Andes), para consumo local en fresco y de captura de juveniles, para ser vendidos a centros de engorda y posteriormente ser distribuidos a restaurantes de cocina gourmet. El recurso camarón de río de los Andes no es oficialmente reconocido por el Estado chileno, por lo que no hay registros de captura o de volumen de producción de los centros de cultivo (Abadilla *et al.*, 2020), lo que podría estar ocurriendo en otras zonas de la región, desconociéndose el impacto real que tendría el cambio climático sobre estas actividades.

El cultivo de camarón patiblanco representa una de las actividades económicas más relevantes desarrolladas a pequeña, mediana y gran escala en zonas tropicales y subtropicales de la región. Eventos meteorológicos extremos como, por ejemplo, lluvias intensas, inundaciones, aluviones y tornados, perjudican directamente el sustento de familias y comunidades que dependen completamente de los recursos alimenticios que se producen en pequeñas granjas a centros de cultivo industrial, principalmente de la especie de camarón patiblanco *Litopenaeus vannamei* (Boyd y Jescovitch, 2020) y en mucho menor escala la familia de los palaemonidos, siendo capturados y ocasionalmente engordados en cultivos artesanales los camarones de río *Macrobrachium* spp. (Abadilla *et al.*, 2020).

Las estrategias adoptadas en los centros de cultivo se basan en una disminución de las densidades poblacionales y proporcionar refugio artificial con la intención de mitigar las enfermedades producidas por el hacinamiento y la frecuencia del canibalismo de conoespecíficos que podrían estar infectados por enfermedades virales, parasitarias y bacterianas. Los camarones, al igual que muchos otros artrópodos, carecen de un sistema de anticuerpos y sus larvas son muy sensibles a la calidad del agua (Boyd y Jescovitch, 2020), lo que los hace particularmente vulnerables a impactos producidos por el cambio climático.

La acidificación del océano se debe al aumento en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), especialmente por un incremento del CO₂ en la atmósfera. Esto supone una mayor solubilidad de este elemento en los ambientes acuáticos y ello ha llevado a una tendencia de acidificación del océano que

se está comenzando a documentar. Como resultado de la acidificación, los océanos están hoy 0.1 unidades de pH más bajos y un 30 % más ácidos que hace 250 años. En definitiva, la acidificación del océano no está directamente relacionada con el cambio climático, sino más bien con su origen, es decir, con el incremento de CO₂ en la atmósfera.

Un océano más ácido representa una amenaza para todos aquellos organismos que requieren calcio en sus estructuras externas, por ejemplo, los crustáceos y moluscos con concha, pues la calcificación puede dificultarse en ambientes de mayor acidez o menor alcalinidad. En Chile se han producido ya numerosas publicaciones científicas que abordan este tema, especialmente evaluando el impacto sobre mitílidos en el laboratorio. Así, algunos investigadores han demostrado, por ejemplo, impactos combinados de incremento de temperatura y de la acidez del océano sobre el mejillón chileno, *M. chilensis*, concluyendo que la acidificación tendría impactos negativos sobre la especie (Navarro *et al.*, 2016).

En el caso de ostiones o vieira chilena (*A. purpuratus*), estudios realizados por Ramajo *et al.* (2016) concluyeron que las condiciones ambientales acidificadas impuestas por afloramiento costero, en áreas donde actualmente se cultiva esta especie, determinan susceptibilidad y vulnerabilidad fisiológica, en términos de calcificación, crecimiento, metabolismo e integridad del caparazón, frente al calentamiento global futuro y la acidificación de los océanos en juveniles de *A. purpuratus*. Se proyecta que el aumento de surgencia puede comprometer la integridad de la cáscara y así la clasificación mecánica realizada durante el proceso de aclareo de la industria de los ostiones o vieiras (Lagos *et al.*, 2016).

Si no se adoptan medidas oportunas, el escenario actual provocado por el cambio climático no es auspicioso para el futuro de la acuicultura. Actualmente existen planes gubernamentales generales para mitigar los impactos del cambio climático en algunas localidades de América Latina y el Caribe (Bárcena, 2020). Sin embargo, hay países que carecen de legislación con apropiada atención a aspectos ambientales, necesaria para la implementación de planes preventivos a los impactos y consecuencias del cambio climático. Las políticas, planes, programas y medidas de adaptación debiesen basarse en la mejor información disponible, para estimar la vulnerabilidad de los sistemas socioecológicos vinculados a la acuicultura. Cuando no se disponga de ella, deberá recurrirse al juicio de expertos disponible tanto en la academia como en las comunidades de acuicultores. Las medidas de adaptación diseñadas deberán considerar el suficiente financiamiento y acompañamiento técnico.

Por su parte, la FAO ha continuado proporcionando orientación técnica sobre la integración de la pesca y la acuicultura en la formulación e implementación de los planes nacionales de adaptación (PNA), llamando la atención de los responsables políticos y de los funcionarios gubernamentales a cargo de la planificación y los procesos del PNA en general, así como de los funcionarios de pesca y acuicultura a nivel nacional, en particular. La FAO recopila y analiza información relevante de la pesca y la acuicultura para apoyar la capacidad del sector de participar en los procesos nacionales de planificación de adaptación al cambio climático (Brugere y De Young, 2020).

3.2 La acuicultura en América Latina y el Caribe en números

La acuicultura en la región ha crecido progresivamente desde el año 2000, alcanzando más de 3,84 millones de toneladas en 2021, lo que representa el 4,3 % de la producción acuícola mundial y equivalente a alrededor del 20 % de la producción pesquera total de América Latina y el Caribe en 2021 (FAO, 2023b).

Las personas que trabajan en la pesca y la acuicultura artesanal en pequeña escala contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria y nutricional, a la erradicación de la pobreza y al uso sostenible de los recursos naturales. Sin embargo, son particularmente vulnerables a los impactos de eventos externos, como el cambio climático, las crisis sanitarias (pandemias) y las económicas.

En América Latina y el Caribe, la pesca y la acuicultura, tanto artesanal como industrial, generan más de 2,8 millones de empleos directos y tres veces más de trabajos indirectos. Al menos el 16 % del empleo asociado a la pesca de captura está en manos de mujeres, según cifras de la FAO. Se ha reconocido la necesidad de más información y análisis para reforzar la prevención y fortalecer la capacidad de adaptación al cambio climático, incluidas las estrategias de diversificación de los medios de vida, así como medidas de gestión más efectivas (FAO, 2020).

En resumen, la acuicultura en la región contribuye significativamente al crecimiento económico y social y a las oportunidades de empleo para hombres y mujeres, tanto a través de la acuicultura industrial como en pequeña escala. La acuicultura ha tenido un impacto muy significativo en las actividades económicas de las zonas rurales de Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y la República Bolivariana de Venezuela, donde los puestos de trabajo son escasos y la desnutrición puede generalizarse. El cultivo de tilapia y de varias especies nativas es de suma importancia en muchas localidades, ya sea para el autoconsumo o la generación de ingresos (Wurmann, Soto y Norambuena, 2022).

Los gobiernos tienen un papel importante que desempeñar, involucrando a las personas en la acuicultura en pequeña escala y/o fomentando la producción a gran escala, donde la demanda local y las posibilidades de exportación son favorables.

3.3 Producción acuícola y sistemas de producción

En América Latina y el Caribe, la producción de la acuicultura en agua dulce está concentrada, especialmente, en tres especies: tilapia, carácidos y trucha cultivada en estanques en tierra y de cemento de diferentes tamaños, utilizando métodos intensivos y semintensivos y en jaulas flotantes en lagos, reservorios y ríos. Estas especies tienen relevancia para el consumo local de los países que las cultivan, y en algunos casos también se exportan.

En el caso de la acuicultura marina, las especies relevantes son: camarón patiblanco, salmón del Atlántico, mejillón chileno y salmón coho. Todas las especies se cultivan en forma intensiva y extensiva y la mayor proporción de la producción de especies salmónidas y camarones se realiza en forma intensiva y es mayoritariamente destinada a la exportación.

De los 45 países de la región analizados, 40 reportaron producción durante 2021 que alcanzó en conjunto un total de 3,85 millones de toneladas. El Cuadro 1 muestra el volumen de producción de la acuicultura en la región durante 2021, la que está altamente concentrada (93 %) en seis países cuyo nivel de producción individual supera las 100 000 toneladas al año. Otros siete países con producción anual entre 14 000 y 100 000 toneladas al año contribuyen con el 6,1 % del total de producción en la región. Seis países con producción anual entre 1 000 y 13 000 toneladas contribuyen con el 0,8 % del total. Veintiún países producen menos de 1 000 toneladas al año. Finalmente, del total, cinco países no reportan producción acuícola.

Cuadro 1. Volumen de producción en América Latina y el Caribe y proporción de contribución por país, 2021

	País	Volumen de producción (toneladas)	% producción en América Latina y el Caribe	% acumulado	Proporción del total
1	Chile	1 443 520	37,5	37,5	6 países 93 %
2	Ecuador	896 435	23,3	60,8	
3	Brasil	650 356	16,9	77,7	
4	México	246 913	6,4	84,1	
5	Colombia	192 521	5,0	89,1	
6	Perú	150 817	3,9	93,0	
7	Honduras	63 217	1,6	94,7	7 países 6,1 %
8	Venezuela (República Bolivariana de)	53 601	1,4	96,1	
9	Guatemala	32 583	0,8	96,9	
10	Nicaragua	31 005	0,8	97,7	
11	Cuba	22 664	0,6	98,3	

	País	Volumen de producción (toneladas)	% producción en América Latina y el Caribe	% acumulado	Proporción del total
12	Costa Rica	17 309	0,4	98,8	
13	Paraguay	14 150	0,4	99,1	
14	El Salvador	12 748	0,3	99,5	6 países 0,8 %
15	Panamá	6 704	0,2	99,6	
16	Bolivia (Estado Plurinacional de)	3 853	0,1	99,7	
17	Argentina	3 687	0,1	99,8	
18	República Dominicana	2 730	0,1	99,9	
19	Haití	1 610	0,0	99,9	
20	Jamaica	884	0,0	100	21 países 0,1 %
21	Belice	605	0,0	100	
22	Santa Lucía	210	0,0	100	
23	Guyana	141	0,0	100	
24	Uruguay	103	0,0	100	
25	Guadalupe	50	0,0	100	
26	Martinica	42	0,0	100	
27	Suriname	40	0,0	100	
28	Barbados	25	0,0	100	
29	Granada	22	0,0	100	
30	Antigua y Barbuda	20	0,0	100	
31	Trinidad y Tabago	18	0,0	100	
32	Puerto Rico	18	0,0	100	
33	San Vicente y las Granadinas	13	0,0	100	
34	Islas Vírgenes de los Estados Unidos	8	0,0	100	
35	Saint Kitts y Nevis	2	0,0	100	
36	Guyana Francesa	2	0,0	100	
37	Aruba	2	0,0	100	
38	Islas Vírgenes Británicas	1	0,0	100	
39	Dominica	1	0,0	100	
40	Bonaire, San Eustaquio y Saba	0,2	0,0	100	
41	Bahamas	-	0,0	100	5 países
42	Islas Malvinas (Falkland Islands)	-	0,0	100	
43	Antillas Neerlandesas	-	0,0	100	
44	Islas Turcas y Caicos	-	0,0	100	

	País	Volumen de producción (toneladas)	% producción en América Latina y el Caribe	% acumulado	Proporción del total
45	Curaçao	-	0,0	100	
	Total América Latina y el Caribe	3 848 630	4,3 del total mundial		
	Total mundial	87 500 000			

Fuente: FAO. 2024. Panel de consulta estadística en pesca y acuicultura. Producción mundial de acuicultura Cantidad 1950–2021 (FishStat). In: *División de Pesca y Acuicultura de la FAO*. Roma. [Consultado el 4 de marzo de 2024] www.fao.org/fishery/statistics-query/es/home

En consideración a su importancia productiva y ubicación geográfica, la Figura 1 presenta los volúmenes de producción y las especies objetivo de cultivo de los seis países que representan el 93 % de la producción total de la acuicultura de América Latina y el Caribe en 2021, a través de un análisis desagregado por países, desde el norte de la región hacia el extremo sur, de acuerdo con el siguiente detalle:

- Chile es el mayor productor de la región y las especies objetivo son salmón del atlántico, mejillones o choritos y salmón coho. Es el segundo productor mundial de salmones y también segundo exportador mundial de chorito (Aqua, 2021).
- Ecuador es el segundo productor y las especies objetivo son camarón patiblanco y tilapia. Cabe destacar que, en 2021, fue el primer productor mundial de camarones (1 millón de toneladas).
- Brasil es el tercer productor y las principales especies de cultivo son: tilapia, tambaqui y camarón patiblanco.
- México es el cuarto mayor productor y las especies más importantes son camarón patiblanco y tilapia, no obstante, su acuicultura se caracteriza por el cultivo de 20 especies.
- Colombia es el quinto productor y las especies más relevantes son tilapia, cachamas y trucha y, en menor proporción, otras nativas como bocachico, sábalo, bagres y pirarucú.
- Perú es el sexto productor y las especies relevantes de cultivo son trucha, camarón patiblanco, ostión, tilapia y especies amazónicas.

Figura 1

Caracterización de la actividad de acuicultura de los países que producen el 93 % del total de América Latina y el Caribe, 2021



Fuentes:

FAO. 2024. *Panel de consulta estadística en pesca y acuicultura. Producción mundial de acuicultura Cantidad 1950–2021 (FishStat)*. In: División de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma. [Consultado el 4 de marzo de 2024] www.fao.org/fishery/statistics-query/es/home.
Bárcena, A y otros. 2020. *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Libros de la CEPAL, N.º 160 (LC/PUB.2019/23-P), p. 98, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/68d30f8e-9c44-4848-867f-59bbdec62992/content>

3.4 Principales amenazas asociadas al cambio climático e impactos por tipo y sistema de producción

3.4.1 Definición de conceptos relevantes

Es relevante entender la vulnerabilidad desde la perspectiva de los sistemas socioecológicos, puesto que los impactos suelen percibirse tanto en los sistemas ecológicos como sociales y económicos. Allison *et al.* (2009) definen vulnerabilidad socio ecológica como una combinación de la exposición extrínseca de los grupos o los individuos o los sistemas socioecológicos a un peligro como el cambio climático, su sensibilidad intrínseca frente a la amenaza, y su capacidad de modificar la exposición a internalizar y recuperarse de las pérdidas derivadas de los peligros y de aprovechar las oportunidades que surgen en el proceso de adaptación. Así, la vulnerabilidad al cambio climático depende de tres elementos centrales:

- i. La exposición (E) a los impactos físicos del cambio climático,
- ii. El grado de sensibilidad intrínseca (S) del sistema de recursos naturales o la dependencia de la economía nacional sobre los beneficios económicos y sociales del sector en cuestión, y
- iii. La medida en que la capacidad de adaptación (CA) permite prevenir y/o compensar los impactos potenciales.

Allison *et al.* (2009) concluyen que la interpretación de la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación depende de la escala de análisis, del sector económico particular bajo consideración y de la disponibilidad de información. La propuesta de Allison *et al.* (2009) ha sido utilizada ampliamente en los sectores de pesca y acuicultura. González *et al.* (2013) realizan una primera evaluación de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile y utilizan esta metodología. Soto *et al.* (2019) realizaron el primer análisis de vulnerabilidad socio ecológica en un sistema acuícola en América Latina y el Caribe, abordando la vulnerabilidad de la salmonicultura y explorando los aspectos relevantes de la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación que se pueden modificar para reducir la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad climática se define como el grado en el cual un sistema es susceptible o incapaz de hacer frente a los impactos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática, eventos extremos y tendencias de ciertas variables ambientales (por ejemplo, temperatura, oxígeno, pH) que se van alejando del ambiente óptimo para los cultivos.

La vulnerabilidad es una condición determinada por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una región, sector o grupo social de ser potencialmente afectados. La vulnerabilidad depende del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y de las variaciones a las que está expuesto un sistema social y/o ecológico, así como de su sensibilidad (nivel de exposición a estos riesgos) y capacidad de respuesta, recuperación y adaptación (resiliencia). En este contexto, se considera que se están analizando sistemas socioecológicos que incluyen aspectos ambientales, tecnológicos, sociales y económicos.

Sin embargo, la metodología propuesta por Allison *et al.* (2009) ha sido revisada y modificada con nuevos enfoques metodológicos (IPCC, 2014; Monnereau *et al.*, 2017).

A partir de la propuesta inicial de análisis de vulnerabilidad del IPCC (2014), se han generado diversos modelos y aproximaciones de evaluación de riesgo y vulnerabilidad (CR2, 2018).

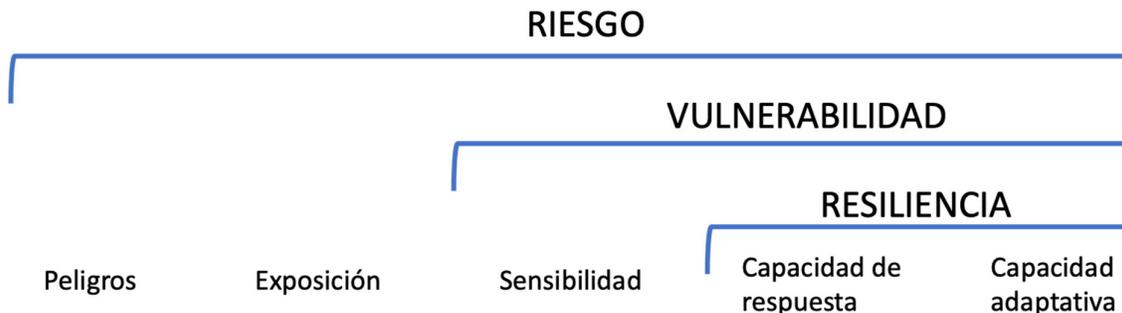
Consecuentemente con lo anterior, cuando se analiza y evalúa la vulnerabilidad de una actividad o sector productivo, es muy relevante definir la unidad de análisis o el sistema de cultivo (marino, agua dulce, intensivo y extensivo) que será objeto de evaluación, identificando los límites geográficos y/o político-administrativos. Por ejemplo, si se pretende estimar la vulnerabilidad de la camaronicultura en la provincia de Guayas, Ecuador, es posible delimitar perfectamente esta actividad de cultivo en un espacio geográfico, político y administrativo acotado. Asimismo, esta delimitación de la unidad de análisis permite:

- obtener información correspondiente a dicho espacio relativa a los peligros o amenazas climáticas y su tendencia de cambio en las últimas décadas,
- sistematizar información sobre parámetros de exposición (por ejemplo, número y extensión de los cultivos, empleos directos e indirectos asociados a la actividad),
- obtener información sobre factores de sensibilidad (por ejemplo, susceptibilidad de los organismos cultivados a la disminución de oxígeno disuelto en el agua),
- caracterizar la capacidad de respuesta (por ejemplo, la diversidad de tecnologías disponibles en los sistemas de cultivo, disponibilidad de sistemas de monitoreo y alerta temprana), y
- estimar la capacidad de adaptación (por ejemplo, la existencia de planificación de la actividad de cultivo, considerando proyecciones climáticas de mediano y largo plazo).

El análisis de riesgo y vulnerabilidad de un sistema socioecológico se resume en la Figura 2.

Figura 2

Esquema de los componentes que participan en el análisis de riesgo, vulnerabilidad y resiliencia frente al cambio climático



Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. (FONDAP 15110009). 2018. *Guía de referencia para la plataforma de visualización de simulaciones climáticas*. Proyecto “Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad” mandatado por el Ministerio del Medio Ambiente. www.cr2.cl

3.4.2 Antecedentes relevantes

La acuicultura en América Latina y el Caribe ha estado sujeta a amenazas por la variabilidad climática y el cambio climático (variaciones del clima que persisten por décadas o más), así como eventos extremos (terremotos, huracanes y tsunamis) (Wurmann, Soto y Norambuena, 2022).

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS, por sus siglas en inglés), considerado como variabilidad climática, es un evento frecuente que puede tener impactos negativos en los sistemas acuícolas. Entre 2015 y 2016, ocurrió uno de los ENOS más fuerte en décadas, el cual tuvo efectos significativos en la acuicultura de América del Sur, particularmente por el cambio de régimen en las precipitaciones (Bertrand *et al.*, 2020). Esta situación ayudó a predecir los impactos a largo plazo de los cambios en los patrones de precipitación asociados al cambio climático, pero causó pérdidas significativas a los productores de salmón en Chile (Soto *et al.*, 2019), afectó a los productores de tilapia en Brasil y también a los camareros en Ecuador.

El Niño también afectó la disponibilidad de semillas de ostiones en Perú y la producción en Perú y Chile (Kluger *et al.*, 2019), debido al calentamiento de los océanos, el agotamiento del oxígeno y las fuertes lluvias. Además, provocó el aumento de las temperaturas y una reducción de las precipitaciones, lo que desencadenó una de las FAN más significativas registradas en el sur de Chile, con grandes pérdidas para la acuicultura del salmón y afectaciones en las exportaciones de mejillón (León-Muñoz *et al.*, 2018).

Desde la perspectiva de la gobernanza, en la mayoría de los países de Mesoamérica y el Caribe, los impactos del cambio climático superan la capacidad de respuesta de las instituciones y comunidades. Específicamente, en el caso de la acuicultura de agua dulce, se necesita más información sobre los impactos potenciales y análisis para reforzar la prevención. Con ello, se fortalecerá la capacidad de adaptación y el desarrollo de estrategias de diversificación de los medios de vida a nivel local (FAO, 2018c; Wurmman, Soto y Norambuena, 2022). En resumen, se requiere un enfoque de gobernanza más proactivo, que no espere a contar con toda la información para comenzar a planificar oportunamente medidas preventivas.

Diferentes proyecciones y modelos climáticos sugieren un aumento de los períodos cálidos y secos para la cuenca del Amazonas, lo que podría reducir la disponibilidad y calidad del agua, agudizada por la deforestación y la expansión de la agricultura. Al mismo tiempo, la tilapia y los carácidos pueden crecer más rápido con temperaturas del agua ligeramente más altas, por lo que también podría haber algunos impactos positivos en la producción (Wurmman, Soto y Norambuena, 2022).

En el caso de Brasil, el aumento de la mortalidad de tilapia debido a la menor disponibilidad de oxígeno y el deterioro de la calidad del agua han sido identificados como amenazas (Dantas Roriz *et al.*, 2017). Las estaciones cálidas, las intensas variaciones ambientales durante el día y los bajos niveles de agua debido a la sequía, también son factores importantes que podrían desencadenar la aparición de enfermedades de los peces y causar pérdidas de producción.

Kubitza (2016) describe niveles de agua críticamente bajos en los embalses utilizados para el cultivo de tilapia durante el último evento de El Niño, cuando las precipitaciones disminuyeron drásticamente, lo que limita severamente la disponibilidad de agua y su calidad en los embalses y el suministro de agua a los estanques piscícolas. Los camaroneros también están preocupados por la disponibilidad de agua dulce, necesaria para lograr niveles de salinidad adecuados.

En la acuicultura marina, la acidificación de los océanos también afectará la producción de bivalvos y crustáceos, lo que según informes científicos supone riesgos potenciales para los mejillones y los ostiones en Chile y Perú (Navarro *et al.*, 2016).

Se ha demostrado que muchas poblaciones de organismos marinos que habitan ambientes costeros de algunos continentes ya se encuentran expuestos a bajos niveles de pH de forma natural, producto de una serie de procesos oceanográficos que ocurren localmente, como el afloramiento de aguas profundas con alto contenido de CO₂ y bajo pH (fenómeno conocido como “surgencia costera”), o el efecto de las descargas de agua dulce de los ríos en la costa, aguas que típicamente tienen un pH más bajo. Es posible que algunas poblaciones evolutivamente se hayan logrado adaptar a estas condiciones de mayor acidez, y, en consecuencia, muchos de los experimentos de laboratorio en el mundo han expuesto a estos organismos a condiciones que, en realidad, son en las que actualmente viven, lo que explicaría que muchas veces no se observen impactos negativos y podría llevar a subestimar los cambios a futuro en los océanos (Vargas *et al.*, 2022).

En el caso de la salmicultura, la amenaza más importante asociada con el cambio climático es la reducción de precipitaciones, especialmente en verano y otoño. Como consecuencia de las menores lluvias, hay menos agua dulce ingresando a fiordos, aumento de salinidad en zonas costeras, niveles más bajos de oxígeno e incremento en el número de días soleados. Esto último podría potenciar las FAN (Soto *et al.*, 2020; 2021) y también se generan condiciones propicias para la proliferación de parásitos como los piojos de mar (*seallice*) y amebas de las branquias, los que sobreviven mejor en salinidades más altas. Estos cambios en las condiciones climáticas descritas también podrían inducir una menor producción de larvas de mejillón a partir de los bancos naturales (Soto *et al.*, 2020).

En Chile, se han desarrollado mapas de riesgo frente al cambio climático para el cultivo de salmón y mejillón, los sistemas acuícolas más importantes del país, utilizando pronósticos climáticos para los próximos 30 a 50 años (Soto *et al.*, 2020).

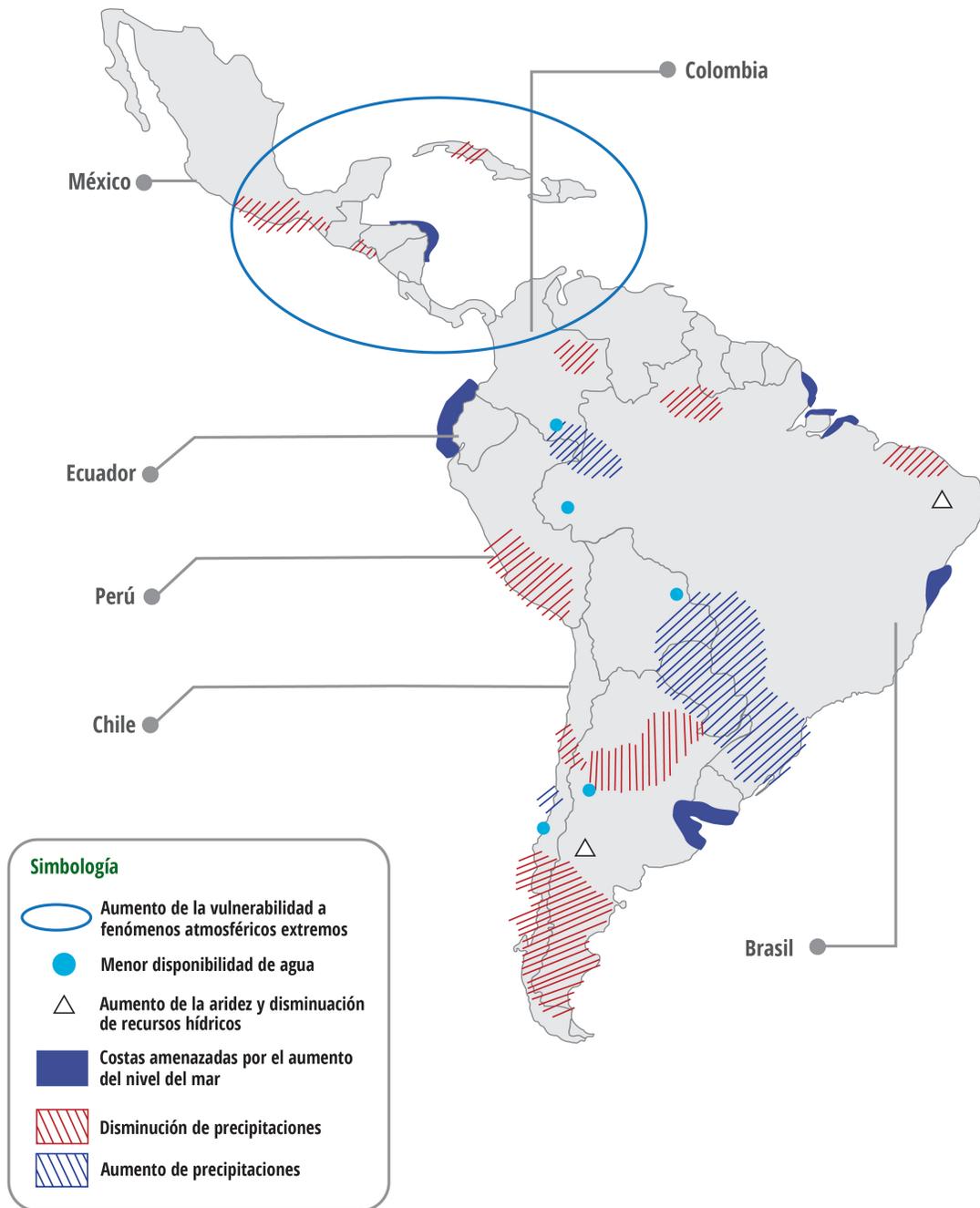
Los pequeños Estados insulares en desarrollo del Caribe se ven particularmente afectados y expuestos a inundaciones, mayores sequías, erosión costera y agotamiento de los recursos de agua dulce (Wurmann, Soto y Norambuena, 2022). Los daños causados por eventos extremos a la infraestructura crítica para transporte, como puertos y aeropuertos, pueden tener consecuencias más amplias para el comercio internacional y las perspectivas de desarrollo sostenible de estas naciones más vulnerables (FAO, 2020). Las operaciones de acuicultura en pequeña escala, características de estos países, son especialmente sensibles a los daños causados por fenómenos meteorológicos extremos, cambios en las condiciones oceánicas y aumento del nivel del mar. También, con las sequías debido al cambio climático, se esperan menos precipitaciones, lo que afectará la disponibilidad de agua para la acuicultura en ambientes dulceacuícolas.

En Centroamérica, la tilapia cultivada en Costa Rica, Guatemala, Honduras y México (Liñan-Cabello *et al.*, 2016) y el camarón blanco cultivado en México son los sistemas acuícolas más vulnerables a los eventos extremos y sus consecuentes impactos económicas en las comunidades que dependen de esta actividad productiva.

La Figura 3 ilustra las principales amenazas y consecuencias del cambio climático sobre distintas regiones y países de América Latina y el Caribe.

Figura 3

Principales amenazas y consecuencias del cambio climático sobre distintas regiones y países de América Latina y el Caribe



Fuente: Bárcena, A y otros, 2020. *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Libros de la CEPAL, N.º 160 (LC/PUB.2019/23-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/68d30fbe-9c44-4848-867f-59bbdec62992/content>

3.5 Avance en el diseño e implementación de instrumentos de gestión para la adaptación al cambio climático en la acuicultura

Los Cuadros 2a, 2b y 2c muestran los resultados del análisis y valoración del estado de implementación de los instrumentos de gestión y adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. En general, el grado de desarrollo o de avance en el establecimiento e implementación de estos instrumentos es directamente proporcional al nivel de producción del país, tanto en el contexto subregional como regional. Disponer de institucionalidad reconocida e instrumentos de gestión generales y sectoriales (políticas, estrategias, reglamentos y planes de adaptación) permite abordar los procesos de transformación y preparación necesarios para enfrentar los riesgos climáticos ineludibles que enfrenta y enfrentará la acuicultura en las próximas décadas.

En Mesoamérica, los cuatro países con mayor producción acuícola (México, Honduras, Guatemala y Nicaragua) obtuvieron valores de desempeño de implementación entre 6 y 7 (de un máximo de 8). De los ocho países que conforman esta subregión, siete han establecido iniciativas de adaptación al cambio climático en general y varios ya están implementando planes para la acuicultura en particular.

En América del Sur, los dos países con mayor producción acuícola (Chile y Ecuador) de la subregión durante 2021 y los productores más importantes de las Américas, registraron la valoración máxima (8) (Cuadros 2a y 2b) de los valores de desempeño de implementación. Otros productores importantes como Perú y Colombia obtuvieron valores de desempeño de 7 y 6, respectivamente. Brasil obtuvo un valor de desempeño de 5, aun cuando su producción es la tercera de la subregión y de América Latina. Otros países con menor producción, como el Estado Plurinacional de Bolivia, Argentina, Paraguay y Uruguay obtuvieron valores de 7, 6, 6 y 5, respectivamente. De los países que conforman esta subregión, nueve ya tienen leyes, políticas, estrategias y sistemas de gobernanza en desarrollo, y sólo cuatro de ellos (el Estado Plurinacional de Bolivia, Chile, Ecuador y Perú) ya están implementando planes específicos de adaptación de la acuicultura al cambio climático.

En el Caribe, predominan valores de desempeño de 0. Sin embargo, fueron de 3 para Cuba y Puerto Rico, de 2 para Haití e Islas Vírgenes y de 1 para República Dominicana, Jamaica, Granada, Islas Caimán y Dominica, con disímiles niveles de producción, pero más bajos que los registrados en las subregiones de Mesoamérica y América del Sur. Sin duda que esta es la subregión que requiere de mayor atención y apoyo para el desarrollo de instrumentos de gestión de la adaptación de la acuicultura al cambio climático.

Cuadro 2a. Valoración del desarrollo de instrumentos asociados a la gestión de adaptación al cambio climático de la acuicultura en Mesoamérica, 2021

País	Ley y/o reglamento	Política o estrategia	Gobernanza (instituciones, implementación)	Planes y/o programas	Puntuación total	Producción (toneladas)	Proporción en la subregion (%)
México	2	2	2	1	7	246 914	60,1
Honduras	2	2	1	1	6	63 268	15,4
Guatemala	2	2	2	1	7	32 583	7,9
Nicaragua	2	2	1	1	6	31 006	7,5
Costa Rica	0	2	1	2	5	17 309	4,2
El Salvador	2	2	0	1	5	12 749	3,1
Panamá	0	2	1	1	4	6 704	1,6
Belice	0	0	0	0	0	605	0,1
						411 138	10,7

Nota: El 10,7 % es el porcentaje total en América Latina y el Caribe.

Fuente: FAO. 2024. Panel de consulta estadística en pesca y acuicultura. Producción mundial de acuicultura Cantidad 1950–2021 (FishStat). In: *División de Pesca y Acuicultura de la FAO*. Roma. [Consultado el 4 de marzo de 2024] www.fao.org/fishery/statistics-query/es/home.

Cuadro 2b. Valoración del desarrollo de instrumentos asociados a la gestión de adaptación al cambio climático de la acuicultura en América del Sur, 2021

País	Ley y/o reglamento	Política o estrategia	Gobernanza (instituciones, implementación)	Planes y/o programas	Puntuación total	Producción (toneladas)	Proporción en la subregion (%)
Chile	2	2	2	2	8	1 443 520	42,3
Ecuador	2	2	2	2	8	96 435	26,3
Brasil	2	1	1	1	5	650 356	19,1
Colombia	2	2	1	1	6	192 521	5,6
Perú	2	2	1	2	7	150 818	4,4
Venezuela (República Bolivariana de)	0	0	1	0	1	53 601	1,6
Paraguay	2	2	1	1	6	14 150	0,4
Bolivia (Estado Plurinacional de)	2	2	2	1	7	3 853	0,1
Argentina	2	1	1	2	6	3 687	0,1
Guyana	0	0	0	0	0	142	0,0
Uruguay	2	1	1	1	5	103	0,0
Suriname	0	0	0	0	0	40	0,0
Guyana Francesa	0	0	0	0	0	2	0,0
Islas Malvinas (Falkland Islands)	0	0	0	0	0	-	0,0
						3 409 228	88,6

Nota: El 88,6 % es el porcentaje total en América Latina y el Caribe.

Fuente: FAO. 2024. Panel de consulta estadística en pesca y acuicultura. Producción mundial de acuicultura Cantidad 1950–2021 (FishStat). In: *División de Pesca y Acuicultura de la FAO*. Roma. [Consultado el 4 de marzo de 2024] www.fao.org/fishery/statistics-query/es/home

Cuadro 2c. Valoración del desarrollo de instrumentos asociados a la gestión de adaptación al cambio climático de la acuicultura en el Caribe, 2021

País	Ley y/o reglamento	Política o estrategia	Gobernanza (instituciones, implementación)	Planes y/o programas	Puntuación total	Producción (Toneladas)	Proporción en la subregión (%)
Cuba	0	1	1	1	3	22 665	80,0
República Dominicana	0	1	0	0	1	2 730	9,6
Haití	0	1	1	0	2	1 610	5,7
Jamaica	0	0	1	0	1	884	3,1
Santa Lucía	0	0	0	0	0	211	0,7
Guadalupe	0	0	0	0	0	50	0,2
Martinica	0	0	0	0	0	42	0,1
Barbados	0	0	0	0	0	26	0,1
Granada	0	1	0	0	1	23	0,1
Antigua y Barbuda	0	0	0	0	0	20	0,1
Puerto Rico	2	0	1	0	3	18	0,1
Trinidad y Tabago	0	0	0	0	0	18	0,1
San Vicente y las Granadinas	0	0	0	0	0	13	0,0
Islas Vírgenes de los Estados Unidos	0	0	0	0	0	8	0,0
Bahamas	0	0	0	0	0	0	0,0
Saint Kitts y Nevis	0	0	0	0	0	2	0,0
Aruba	0	0	0	0	0	2	0,0
Islas Vírgenes Británicas	0	0	0	2	2	1	0,0
Bonaire, San Eustaquio y Saba	0	0	0	0	0	0	0,0
Islas Caimán	0	0	0	1	1	0	0,0
Dominica	1	0	0	0	1	0	0,0
Anguila	0	0	0	0	0	0	0,0

País	Ley y/o reglamento	Política o estrategia	Gobernanza (instituciones, implementación)	Planes y/o programas	Puntuación total	Producción (Toneladas)	Proporción en la subregión (%)
Curaçao	0	0	0	0	0	0	0,0
Montserrat	0	0	0	0	0	0	0,0
San Bartolomé	0	0	0	0	0	0	0,0
San Martín (parte francesa)	0	0	0	0	0	0	0,0
Saint Maarten (parte de los Países Bajos)	0	0	0	0	0	0	0,0
Islas Turcas y Caicos	0	0	0	0	0	0	0,0
						28 323	0,7

Nota: El 0,7 % es el porcentaje total en América Latina y el Caribe.

Fuente: FAO. 2024. Panel de consulta estadística en pesca y acuicultura. Producción mundial de acuicultura Cantidad 1950–2021 (FishStat). In: *División de Pesca y Acuicultura de la FAO*. Roma. [Consultado el 4 de marzo de 2024] www.fao.org/fishery/statistics-query/es/home

3.6 Estudios de caso

En esta sección se describe el tipo de instrumentos desarrollados en los seis países que contribuyeron, en conjunto, con el 93 % de la producción de la acuicultura en América Latina y el Caribe. Estos países son: Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú, los que representan la diversidad de la región.

3.6.1 Brasil

La gestión del cambio climático en Brasil se divide en los siguientes ámbitos: adaptación, gestión de riesgos y resiliencia; bosques, biodiversidad, agricultura y pesca; energía; transportes; industria; ciudades y desechos; defensa y seguridad; ciencia, tecnología e innovación, y visión a largo plazo.

Su plataforma AdaptaClima es un portal colaborativo para sistematizar y compartir iniciativas en materia de adaptación al cambio climático mediante un mayor acceso al conocimiento y la coordinación de los actores de esta agenda en el Brasil.

Instrumentos de política de cambio climático

- i. La Política Nacional sobre cambio climático de 2009, establecido por la ley, se enfocó en la mitigación y la adaptación, formalizando compromisos voluntarios de diversos sectores de la economía (Observatorio del Principio 10 en América y Latina y el Caribe, 2023a). Medidas de adaptación para reducir los efectos adversos del cambio climático y la vulnerabilidad de los sistemas ambientales, sociales y económicos son también parte de la Ley.
- ii. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNA), de 2016, fue elaborado por el gobierno federal en colaboración con la sociedad civil, el sector privado y los gobiernos locales. Su objetivo es promover la reducción de la vulnerabilidad nacional al cambio climático y realizar una gestión del riesgo asociada, lo que implica la identificación de la exposición del país a impactos actuales y futuros basados en proyecciones de clima, la identificación y análisis de la vulnerabilidad a esos posibles impactos, y la definición de acciones y directrices que promuevan la adaptación orientada a cada sector. El PNA considera 11 sectores representados por los órganos gubernamentales competentes: agricultura; recursos hídricos; seguridad alimentaria y nutricional; biodiversidad y ecosistemas; ciudades; gestión del riesgo de desastres; industria y minería; infraestructura; poblaciones vulnerables; salud y zonas costeras.
- iii. Aunque Brasil tiene un PNA que involucra a todos los sectores, específicamente para el sector agrícola existe un “Plan sectorial de adaptación al cambio climático y bajas emisiones de carbono en la agricultura” (Plan ABC). Este plan promueve tecnologías para la adaptación al cambio climático y la mitigación de GEI en el sector agrícola y ganadero. El Plan ABC es una referencia mundial para la adaptación y mitigación en la agricultura y ha centrado sus esfuerzos en apoyar acciones para mejorar la capacidad adaptativa de la ganadería y la agricultura brasileña. La inclusión de la acuicultura en esta iniciativa beneficiaría al sector acuícola del país.
- iv. El Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura (PNDA) 2022-2032 cuenta con un programa de sostenibilidad, servicios ecosistémicos y cambio climático con objetivos de mitigación y adaptación de GEI para la acuicultura.

Características fundamentales de la acuicultura

La acuicultura en Brasil aprovecha las condiciones naturales favorables que posee, como la abundancia de recursos acuáticos, y la producción de insumos locales para alimentos de especies de acuicultura. Ha implantado una política nacional de desarrollo acuícola, fortaleciendo las cooperativas y con campañas dirigidas al incremento de la demanda interna de productos de la acuicultura (Luján, 2016; Wurmman, 2011). Se caracteriza por cinco sectores de producción: peces de agua dulce, camarones marinos, moluscos, camarones de agua dulce y ranas. La producción en 2019 se estimó en 800 000 toneladas, lo que representa un ingreso bruto de 1 000 millones de USD (Valenti *et al.*, 2021) y se produce predominantemente pescado de agua dulce (> 90 %) y camarón marino.

Las especies más cultivadas son la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), el tambaqui (*Colossoma macropomum*) y varios híbridos asociados, y el camarón pata blanca del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). La producción proviene de pequeños centros de cultivo, de los cuales el 80 % tiene menos de 2 hectáreas. Se dispone de 200 000 granjas de peces de agua dulce que representan el 90 % de la producción nacional de la acuicultura destinada a consumo humano directo, y con alrededor de 3 000 granjas de camarones marinos (Valenti *et al.*, 2021).

En el contexto descrito, la acuicultura de Brasil no es un sector priorizado en el plan nacional de adaptación al cambio climático y no se dispone de información oficial de las medidas de adaptación específicas para este sector.

Etapa de desarrollo de la acuicultura y su proyección

La acuicultura está en una fase primaria de desarrollo en Brasil. Pese a que se ha incorporado la tecnología disponible, mejorado la gobernanza y capacitado a profesionales, aún existe un alto grado de informalidad a nivel de los productores. Durante la última década se ha hecho un gran esfuerzo para introducir prácticas responsables en la acuicultura, un objetivo que requiere mejorar los modelos productivos y las políticas gubernamentales, para desarrollar sistemas productivos que permitan avanzar hacia una acuicultura innovadora y sostenible. Se estima que los sistemas de cultivo integrados, el uso más eficiente de los residuos del procesamiento y la combinación de la acuicultura con iniciativas agrícolas pueden ser caminos posibles.

Principales amenazas para el desarrollo de la acuicultura

En el cultivo de tilapia en embalses, las inversiones térmicas en la columna de agua han generado altos niveles de mortalidad. En el caso del cultivo de camarones, las inundaciones son la amenaza más importante derivada de los efectos del cambio climático.

Instrumentos de gestión para el desarrollo disponibles o en desarrollo para la adaptación de la acuicultura al cambio climático

En el PNA, el plan presenta estrategias de adaptación para diferentes sectores de la economía, incluidos la agricultura y la ganadería, pero no hace referencia a la acuicultura o la pesca.

Brechas para la adaptación al cambio climático

La gestión pública ha priorizado recientemente acciones de adaptación para la acuicultura contenidas en el Plan Nacional de Acuicultura (2022), instrumento de desarrollo sectorial.

3.6.2 Chile

Chile ha desarrollado planes en materia de adaptación, orientados a incrementar la resiliencia en el país, específicos por sector productivo y/o ámbito de interés. Se dispone de un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, así como planes sectoriales en los sectores silvoagropecuario, de biodiversidad, pesquero y acuícola, de salud, de infraestructura de ciudades, y de energía.

A nivel local, existe la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático y acciones de adaptación fomentadas por Adapt Chile, una organización no gubernamental (ONG) especializada, que cuenta con acceso a fondos de cooperación internacional. La red está compuesta por 45 municipios y está abierta a otros que deseen comprometerse a planificar y gestionar su territorio.

Con el apoyo de Adapt Chile, se elaboran perfiles climáticos municipales para aumentar la comprensión sobre los impactos que el cambio climático genera a nivel local, así como para la formulación de planes e instrumentos de planificación internos de los municipios, para integrar e implementar la adaptación al cambio climático en la gestión local.

Instrumentos de política de cambio climático

Ley Marco de Cambio Climático (N.º 21.455/13-06-2022), que reconoce instrumentos de gestión de nivel nacional como:

- Estrategia climática de largo plazo (ECLP) y los medios para su implementación
- Contribución Determinada Nacional
- Planes sectoriales de mitigación
- Planes sectoriales de adaptación
- Reporte de acción nacional de cambio climático (RANCC)

También reconoce instrumentos de nivel regional (Plan de acción regional de cambio climático) y local (Planes de acción comunal, que son obligatorios para los alcaldes).

En cuanto a la institucionalidad para el cambio climático, se establecen órganos regionales (Secretaría Regional del Ministerio del Medio Ambiente) y organismos colaboradores (Comités regionales para el cambio climático [CORECC]), municipalidades y mesas territoriales de acción para el clima. Asimismo, se establece un sistema nacional de acceso a la información y participación ciudadana sobre cambio climático, cuyos componentes son:

- Inventarios de GEI.
- Sistema de certificación voluntaria de emisión de GEI y uso de agua.
- Plataforma de Adaptación Climática (ArClim <https://arclim.mma.gob.cl/>), cuyo objetivo es servir de sistema de información nacional para la adaptación, que contendrá mapas de vulnerabilidad del territorio nacional, incorporando proyecciones climáticas actuales y futuras para el país.
- La plataforma apoyará el diseño de políticas públicas y la implementación de medidas de adaptación y su evaluación. La administración de la plataforma corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente, con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Repositorio Científico de Cambio Climático, cuyo objetivo es recopilar la investigación científica asociada al cambio climático. El repositorio será administrado, coordinado e implementado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

La Ley Marco también considera una estrategia financiera de cambio climático, estableciendo lineamientos para orientar la contribución del sector público y privado hacia la consolidación de un desarrollo neutro en emisiones de GEI y resiliente al clima, teniendo en consideración los lineamientos, objetivos y metas incorporadas en la Estrategia Climática de Largo Plazo y en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés). La Estrategia Financiera de Cambio Climático será elaborada por el Ministerio de Hacienda.

La Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile (2021) es un instrumento que define los lineamientos generales de largo plazo del país, transversales e integrados, a 30 años, para hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático y transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de GEI, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones; reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los impactos adversos del cambio climático; y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado en la materia (Ministerio del Medio Ambiente, 2023).

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y planes sectoriales (2014) es el instrumento articulador a partir del cual se definirá la política pública de adaptación frente a los impactos del cambio climático en el largo plazo (Ministerio del Medio Ambiente, 2014).

El Plan de adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura (PACCPA) (2015) es el plan vigente que entrega las directrices para conducir la adaptación del sector pesca y acuicultura al cambio climático. El objetivo central del plan es fortalecer la capacidad de adaptación del sector de pesca y

acuicultura a los desafíos y oportunidades del cambio climático, considerando un enfoque precautorio y ecosistémico. Lo anterior busca reducir la vulnerabilidad, y proveer la información necesaria para la planificación e implementación de las acciones que conduzcan a esta reducción, y el mejoramiento de capacidades del sector pesquero y acuícola (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

Características fundamentales de la acuicultura

La acuicultura es una de las principales actividades económicas de Chile. El país es el primer productor de América Latina y el Caribe y el segundo a nivel mundial en la producción de especies salmónidas y de mejillón (Wurmann, Soto y Norambuena;2022; Aqua, 2021). Por lo mismo, la acuicultura juega un rol significativo en el ámbito económico, productivo y social del país. En términos de exportaciones, la acuicultura y la pesca aportaron 7 147 millones de USD en 2021, de los cuales el 71,1 % correspondió a salmón atlántico proveniente de la acuicultura (SUBPESCA, 2022).

Cabe destacar que la acuicultura de pequeña escala tiene un bajo desarrollo en Chile y que, en junio de 2021, se promulgó un reglamento de acuicultura de pequeña escala que define los límites de los emprendimientos productivos de este tipo y los define de acuerdo a los niveles de producción (hasta 500 toneladas al año) y extensión no superior a 10 hectáreas del centro de cultivo. Además, se dispone de la institucionalidad respectiva para su fomento con la implementación del Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y Acuicultura de Pequeña Escala (INDESPA).

En este contexto, el PACCPA considera:

Objetivo principal:

Fortalecer la capacidad de adaptación del sector pesca y acuicultura a los desafíos y oportunidades del cambio climático, con un enfoque precautorio y ecosistémico.

Objetivos específicos:

- Promover la implementación de un enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura como una forma de mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras que hacen uso de los recursos hidrobiológicos, y del sector en general.
- Desarrollar la investigación necesaria para mejorar el conocimiento sobre los impactos y escenarios de cambio climático para las condiciones y servicios ecosistémicos en los cuales se sustenta la actividad de la pesca y acuicultura.
- Difundir e informar sobre los impactos del cambio climático con el propósito de educar y capacitar a usuarios y actores relevantes del sector de pesca y acuicultura.
- Mejorar el marco normativo, político y administrativo para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático.
- Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

Un gran aporte al PACCPA fue el proyecto “Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático”, ejecutado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y el Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA), e implementado por la FAO, con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) (FAO, MMA y SUBPESCA, 2021).

Los proyectos financiados por el FMAM buscan fortalecer las capacidades de los países para cumplir con sus compromisos y las convenciones de las Naciones Unidas. El proyecto para el sector pesquero y acuícola chileno implementó medidas de adaptación directas e indirectas que, en su esencia, fortalecieron las capacidades de comunidades de las y los pescadores y acuicultores de pequeña escala, así como de funcionarios públicos y tomadores de decisión a nivel nacional, regional y local. En el caso de Chile, se espera que el Estado incluya los aprendizajes de este proyecto en sus instrumentos de política pública, por ejemplo, en la actualización del PACCPA.

Etapa de desarrollo de la acuicultura y proyección

La acuicultura en Chile es una industria consolidada, con incorporación de altos niveles de tecnología y competitiva en su proceso exportador. No obstante, en el caso de la salmicultura, en el corto plazo deberá mejorar su desempeño ambiental, dada la promulgación reciente de una exigente regulación ambiental.

Principales amenazas para el desarrollo de la acuicultura

Disminución de lluvias y constante aumento en el número de días de sol, especialmente en verano y otoño, podrían generar desde la pérdida de biomasa de salmónes o mejillones por FAN, hasta una menor producción de ovas por menos abastecimiento de agua dulce, o una reducción de semillas de mejillón por el aumento de la salinidad.

Instrumentos de gestión para el desarrollo disponibles o en desarrollo para la adaptación de la acuicultura al cambio climático

Plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura, en la actualidad en su proceso de actualización para los próximos cinco años.

Brechas para la adaptación al cambio climático

No se dispone de un sistema de información integrado del océano, con financiamiento permanente, que permita caracterizar los cambios del océano y sus repercusiones en el desarrollo productivo de la acuicultura.

3.6.3 Colombia

La gestión del cambio climático en Colombia se caracteriza por su enfoque territorial, adoptándose planes integrales de gestión del cambio climático territoriales (PIGCCT) y planes integrales de gestión del cambio climático sectoriales (PIGCCS) (Función pública, 2023).

Instrumentos de política de cambio climático

- i. Política Nacional de Cambio Climático (IDEAM, 2018).
- ii. Ley 1931 de 2018, que establece directrices para la gestión del cambio climático.

Mediante esta Ley, se establecieron:

- ✓ Los PIGCCT, que son los instrumentos a través de los cuales las entidades territoriales y autoridades ambientales regionales identifican, evalúan, priorizan y definen medidas y acciones de adaptación y mitigación de emisiones de GEI. Evalúan, priorizan y definen medidas y acciones de adaptación y de mitigación de emisiones de GEI, para ser implementados en el territorio para el cual han sido formulados.
 - ✓ Los PIGCCS son los instrumentos a través de los cuales cada ministerio identifica, evalúa y orienta la incorporación de medidas de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático en las políticas y regulaciones del respectivo sector.
- iii. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PANCC) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

En el PIGCCS del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural se determinaron cinco líneas estratégicas. Una de estas líneas se denomina “Información sobre cambio climático y gestión del riesgo para orientar la toma de decisiones” y contempla tres medidas, una de las cuales es “Producir herramientas con valor agregado para la toma de decisiones a partir de la información sobre cambio climático y gestión del riesgo”, que se resume en:

- Usar la información de base científica y el saber tradicional en la toma de decisiones para el fortalecimiento de las capacidades de los productores y tomadores de decisión, con el objetivo de enfrentar mejor los retos que conlleva el cambio climático.

- La información debería fortalecer el ordenamiento productivo del territorio, específicamente para zonificar la aptitud de algunos cultivos (aguacate o palta hass, cacao, caucho, maíz, mango, palma de aceite, entre otros) y otras actividades del sector (avicultura y cultivo de especies acuícolas como camarón, pirarucú, trucha y tilapia).
- En los PIGCCT sólo en los departamentos de Caquetá, en la región de Amazonia, y Huila, en la región Andina, se consideran medidas de adaptación al cambio climático para la acuicultura.

Características fundamentales de la acuicultura

La acuicultura en Colombia está conformada por la acuicultura marina, dedicada fundamentalmente al cultivo de camarón, con un número pequeño de empresas productoras concentradas mayoritariamente en el litoral del Caribe, y, en menor proporción, en el Pacífico. El cultivo en piscicultura está constituido por un número relativamente alto de productores, la mayoría localizados en los departamentos de la región Andina y en algunos departamentos de las regiones Amazonía, Orinoquia y los litorales Pacífico y Caribe.

Se utilizan técnicas y tecnologías de cultivo apropiadas para el manejo de especies ícticas nativas de consumo y ornamentales como la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), la cachama negra (*Colossoma macropomum*), el bocachico (*Prochilodus nigricans*), el sábalo (*Brycon melanopterus*), el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), la arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) y el pirarucú (*Arapaima gigas*), y para el cultivo de especies no nativas como la tilapia roja (*Oreochromis sp.*), la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y la trucha arco iris (*Onchorhynchus mykiss*).

Por ejemplo, en el departamento de Caquetá, región de Amazonia, la acuicultura es desarrollada por productores privados, y comunidades indígenas y afrodescendientes en reservorios de agua y estanques en tierra.

En la planificación estratégica departamental de esta actividad productiva, se pretende consolidar la acuicultura amazónica mediante el incremento de la competitividad y sostenibilidad, transferencia tecnológica, diversificación, seguridad alimentaria y la articulación de la base social a la comercialización nacional e internacional de peces ornamentales y de consumo (Gobernación de Caquetá, 2015).

En este contexto, el PIGCCT del departamento de Caquetá (Caquetá Sustentable, 2020) considera en su plan de acción una meta denominada incentivos para las economías sustentables, implementada a través de la generación de instrumentos económicos e incentivos financieros para la transferencia y acompañamiento técnico permanente de la producción agropecuaria, forestal, acuicultura y turística, sustentable y climáticamente inteligente.

Etapas de desarrollo de la acuicultura y proyección

Es una acuicultura que está desarrollando la potencialidad de numerosas especies nativas aptas para la acuicultura, y con conciencia social y gubernamental de la importancia de la acuicultura como mecanismo para la reducción indirecta de la presión sobre los recursos pesqueros.

Principales amenazas para el desarrollo de la acuicultura

El agua dulce ha disminuido en la región Andina y es un riesgo para las pisciculturas, principal actividad de acuicultura en Colombia. El alimento es el 70 % de los costos de producción, puesto que no existe producción de harina de pescado en el país, que es uno de los ingredientes esenciales en la elaboración de alimento para cultivo. Este producto debe ser importado por los productores de alimentos concentrados.

Instrumentos de gestión para el desarrollo disponibles o en desarrollo para la adaptación de la acuicultura al cambio climático

Existe el Plan Nacional para el desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia (AUNAP, 2014), el que no incorpora acciones de adaptación al cambio climático para esta actividad productiva.

Brechas para la adaptación al cambio climático

Carencia de estimaciones de vulnerabilidad de las zonas acuícolas o de eventos extremos derivados del cambio climático, cuya evidencia es fundamental para el desarrollo de políticas y acciones de adaptación de la acuicultura.

3.6.4 Ecuador

En la gestión del cambio climático, a nivel territorial se destaca el proyecto “Fortalecimiento de la Resiliencia de las Comunidades ante los Efectos Adversos del Cambio Climático con Énfasis en Seguridad Alimentaria y Consideraciones de Género (FORECCSA)”, que busca facilitar la implementación de políticas que permitan a las poblaciones desarrollar sus capacidades adaptativas (acceso al agua, soberanía alimentaria).

Instrumentos de política de cambio climático

- i. Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) 2012-25, la cual describe los lineamientos de política pública para el desarrollo de programas y proyectos de cambio climático a nivel nacional, e indica la importancia de la generación de planes nacionales en cada sector priorizado, relacionados a la mitigación y adaptación. (República del Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2012).
- ii. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PLANACC) (en preparación), está centrado en la escala sectorial y local. Los seis sectores priorizados para la adaptación en el país son: (i) patrimonio natural; (ii) patrimonio hídrico; (iii) salud; (iv) asentamientos humanos; (v) sectores productivos y estratégicos, y (vi) soberanía alimentaria, agricultura, ganadería, acuicultura y pesca.

Características fundamentales de la acuicultura

En Ecuador, la actividad acuícola se ha desarrollado en base al cultivo de camarón patiblanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia (*Oreochromis mossambicus*, *Niloticus*, spp) en la región Costa. En la región Andina se cultiva la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y en la región Amazónica se destaca el de tilapia (*Colossoma macropomum*), cachama (*Piaractus brachypomus*), sábalo (*Brycon sp.*) y paiche (*Arapaima gigas*), que en su mayoría se destina al consumo local (IPIAP, 2022).

No obstante, la principal actividad de acuicultura, en volumen de producción y exportación, es la industria del camarón, que se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la economía, representando alrededor del 4 % del producto interno bruto (PIB) del país y generando alrededor de 261 000 empleos directos e indirectos. En 2020, se exportaron 688 000 toneladas, por un valor de 3 800 millones de USD, lo que convirtió al camarón en el principal envío no petrolero, con una participación del 25,5 % en las exportaciones totales del país.

En los últimos 10 años, las exportaciones de camarón han tenido una tasa de crecimiento anual del 16 % en volumen. Este incremento se debe a un sostenido aumento de la producción, obtenido por mejores prácticas de cultivo, la aplicación de un sistema de cultivo de baja densidad, con sistemas abiertos que reducen el riesgo de enfermedades y el aprovechamiento efectivo de la demanda de mercado por la crisis generalizada de enfermedades en la producción asiática de camarón, lo que ha permitido aumentar las exportaciones a los mercados europeos y asiáticos. (Fletcher, 2021; Anderson, Valderrama y Jory, 2019).

En el contexto descrito de la acuicultura en Ecuador, no se dispone de información oficial de las medidas de adaptación para el sector de acuicultura que estén priorizadas en el proyecto del Plan Nacional de Adaptación.

Etapas de desarrollo de la acuicultura y proyección

La industria del cultivo de camarón está consolidada, pero necesita diversificarse y desarrollar iniciativas de investigación para nuevas especies con programas de investigación de largo plazo. En el escenario actual, se requieren programas de transferencia para el pequeño y mediano piscicultor de la

región y promover la industria piscícola regional, con la participación de entidades gubernamentales, comunidades y privados.

Principales amenazas para el desarrollo de la acuicultura

La sequía por efecto del cambio climático tendría repercusiones potenciales en los sistemas de acuicultura, con cambios en la salinidad, empeoramiento de la calidad del agua, aumento de las enfermedades, e inseguridad en el abastecimiento hídrico.

Instrumentos de gestión para el desarrollo disponibles o en desarrollo para la adaptación de la acuicultura al cambio climático

No se dispone de instrumentos de gestión específicos para la acuicultura.

Brechas para la adaptación al cambio climático

Sin sistemas de monitoreo con la precisión suficiente para obtener datos con altos niveles de confianza sobre cambio climático. Sólo se ha avanzado en tomar conciencia con múltiples instituciones públicas y privadas que han incluido el tema en sus agendas de investigación, sobre los efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos y los servicios que estos proveen.

3.6.5 México

México prioriza acciones sobre la protección de las comunidades frente al cambio climático, así como el incremento en la resiliencia de la infraestructura y de los ecosistemas que albergan la biodiversidad nacional. Los sectores priorizados en materia de adaptación son el social, la biodiversidad y los sistemas productivos.

Instrumentos de política de cambio climático

- i. Ley general de cambio climático, que entre otras disposiciones se destaca el establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con esta Ley, los tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes: a) Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos; y b) Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y acuicultura.

Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional y el Programa en las materias siguientes: a) Preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos hídricos de su competencia; b) Seguridad alimentaria; c) Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y acuicultura.

Fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la mitigación y adaptación al cambio climático.

En el Artículo 13 de la Ley, se crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de México, organismo público descentralizado de la administración pública federal, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía de gestión, sectorizado en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con las disposiciones de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales.

El INECC tendrá las atribuciones siguientes: I. Coordinar, promover y desarrollar, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades, la investigación científica y tecnológica relacionada con la política nacional en materia de bioseguridad, desarrollo sustentable, protección del medio ambiente; preservación y restauración del equilibrio ecológico y conservación de los ecosistemas y cambio climático, incluyendo, entre otros temas, la política y economía ambientales y del cambio climático; y la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el país.

Finalmente, el artículo 27 de la Ley establece que la política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:

- a. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los impactos del cambio climático;
 - b. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;
 - c. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;
 - d. Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales, y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas;
 - e. Establecer mecanismos de atención inmediata y expedita en zonas impactadas por los efectos del cambio climático como parte de los planes y acciones de protección civil; y
 - f. Facilitar y fomentar la seguridad alimentaria, la productividad agrícola, ganadera, pesquera, acuícola, la preservación de los ecosistemas y de los recursos naturales. (Congreso de la Unión. Cámara de Diputados, 2022)
- ii. Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40, incluye un capítulo sobre adaptación en áreas como el sector social, la infraestructura estratégica, los sistemas productivos y el medio ambiente. (Gobierno de México, 2023).
 - iii. Programas estatales de mitigación y adaptación al cambio climático, que en la práctica son herramientas de gestión territorial que, de acuerdo con las características sociales, económicas y ambientales relevantes de cada Estado, desarrollan medidas para reducir la vulnerabilidad estatal frente al cambio climático.

Características fundamentales de la acuicultura

La acuicultura de agua dulce en México se desarrolla en 23 de los 32 Estados del país, principalmente peces ornamentales y tilapia. Para la acuicultura marina, en la costa Pacífico y Atlántica, específicamente en los mares de Golfo de California, Pacífico Sudcaliforniano, Pacífico transicional México y en el Golfo de México, se albergan 414 sitios para la acuicultura. Estos sitios se distribuyen en las costas de los estados de Baja California, California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima, Guerrero, Oaxaca por el Pacífico, y Yucatán, Campeche, Tabasco y Veracruz por la Atlántica (Environmental Defense Fund [EDF por sus siglas en inglés], 2021).

No obstante, sólo en el programa del estado de Colima (Mendoza-Espinoza *et al.*, 2014) se explicitan medidas de adaptación de la acuicultura al cambio climático. Estas son:

Acuicultura marina

- Implementación de planes para disminuir descargas excesivas de contaminantes orgánicos derivados de sanitarios y ambientales.
- Promover programas de sanidad de los organismos acuáticos cultivados.
- Instrumentar programas básicos de prevención y control sanitaria a pequeños acuicultores.
- Los permisos otorgados para la práctica de proyectos en cuerpos de agua expuestos a dinámica oceánica deben tener restricciones condicionados con la temporalidad de mayor riesgo.
- Diseñar un esquema de monitoreo para detectar el riesgo derivado de muestreo, detección y cuantificación de toxinas en especies centinelas como bioindicadores de cambios ambientales asociados a mareas rojas.
- Implementar políticas y códigos de buenas prácticas que permitan asegurar la sustentabilidad de la acuicultura.

Acuicultura de agua dulce

- Determinar y divulgar lugares más vulnerables al cambio climático.

- Ejecutar programas de forestación y de captura de sedimentos en las zonas adjuntas a lagunas y ríos donde se realizan actividades acuícolas (particularmente las lagunas Amela y Alcuzahue, y los ríos Armería y Marabasco).
- Implementar un programa de reconversión tecnológica basado en sistemas alternativos de uso eficiente del agua, como sería el caso de sistemas de recirculación.
- Desarrollar tecnologías alternas para el cultivo de especies

El grupo especial de trabajo en cambio climático y su impacto para la pesca y la acuicultura, conformado por EDF de México, Comunidad y Biodiversidad A.C. (COBI), Confederación Mexicana de Cooperativas Pesqueras y Acuícolas (Connecoop), Programa Marino del Golfo de California (PMGC), *The Nature Conservancy* (TNC) y *World Wildlife Fund* (WWF) México, recomiendan con relación a la acuicultura: diversificar las actividades (por ejemplo, con policultivos), fomentar la investigación, desarrollar infraestructura (laboratorios de producción de semilla), mejorar líneas genéticas para optimizar la calidad de las especies cultivadas y favorecer su capacidad de adaptación a las nuevas condiciones oceanográficas (EDF, 2021).

Etapas de desarrollo de la acuicultura y proyección

Se estima que tiene un gran potencial. La fortaleza es la existencia de un marco normativo y su oportunidad es la cercanía con el gran mercado de los Estados Unidos de América.

Principales amenazas para el desarrollo de la acuicultura

En la acuicultura dulceacuícola de tilapia, la amenaza crucial es el acceso al agua para su producción, puesto que la acuicultura no tiene preferencia para obtener derechos de agua frente a la demanda para uso de riesgo.

Instrumentos de gestión para el desarrollo disponibles o en desarrollo para la adaptación de la acuicultura al cambio climático

No se dispone de instrumentos de gestión (estrategias o planes) específicos para la acuicultura. Sin embargo, el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) gestiona la implementación de estudios de capacidad de carga y de *hatchery* (para la producción semillas más resistentes a la variación de temperatura). Estas representan medidas de adaptación directa para la acuicultura dulceacuícola.

Brechas para la adaptación al cambio climático

Baja inversión en la generación de conocimiento que permita prever eficientemente y guiar estrategias de manejo en la formación técnica de especialistas en cambio climático. Se requiere crear espacios directos de comunicación entre gobiernos y comunidades pesqueras para enfrentar conjuntamente los retos e impulsar la coordinación intersecretarial y multisectorial, además de la construcción de coaliciones que aseguren la coordinación transversal entre dependencias de los distintos órdenes de gobierno, así como entre sectores y actores relacionados con la acuicultura.

3.6.6 Perú

Se realizó un trabajo sectorial, en el marco del Grupo de Trabajo Multisectorial para la Implementación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional-Cambio Climático (NDC, por sus siglas en inglés), donde se desarrollaron planes de trabajo con miras a la implementación de las acciones derivadas de la NDC en mitigación (en los sectores de energía, transporte, industria, residuos, bosques) y adaptación (bosques, salud, agricultura, agua, pesca y acuicultura).

La Dirección General de Cambio Climático y Desertificación del Ministerio de Ambiente (MINAM) brinda asistencia técnica para la gestión del cambio climático, en la que se incluyen actividades de fortalecimiento de capacidades. Desde 2014, estas actividades se han enmarcado en el Plan Nacional de Capacitación en Cambio Climático (PNCCC) 2013-17. Este plan estuvo dirigido a funcionarios públicos y grupos técnicos regionales y aborda temas de adaptación, como la gestión de los ecosistemas y los recursos naturales, del riesgo climático, de los suelos y el agua, y de las tecnologías. Los proyectos de cooperación internacional también han contribuido al fortalecimiento de capacidades, pues ofrecen

un soporte financiero e impulsan iniciativas, procurando articularse con los instrumentos de planificación nacional.

Instrumentos de política de cambio climático

- i. Ley Marco de cambio climático (2018) establece la Comisión Nacional sobre el Cambio Climático y la Comisión de Alto Nivel de Cambio Climático. La primera está conformada por representantes del sector público, privado y la sociedad civil, y es presidida por el Ministerio del Ambiente (MINAM). La segunda, propone las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático (Observatorio del Principio 10 en América y Latina y el Caribe, 2023b).
- ii. Plan Nacional de Adaptación: un insumo para la actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC). Este instrumento contribuye a reducir los riesgos y la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida, de los ecosistemas, cuencas y territorios, y de la infraestructura, bienes y servicios (Gobierno del Perú. 2021).

En 2017, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2019) apoyó la iniciativa “Avances del Perú en la adaptación al cambio climático del sector pesquero y del ecosistema marino-costero”, en el cual se actualizaron y resumieron los instrumentos sectoriales y regionales destinados a fortalecer la capacidad de adaptación del sector pesquero y acuicultor.

- i. Mediante Resolución Ministerial N.º 277-2013-PRODUCE, y su modificación por Resolución Ministerial N.º 366-2017-PRODUCE, se reconfirmó el Grupo de Trabajo de Cambio Climático (GTCC) con el objetivo de liderar el proceso participativo de formulación de las NDC en adaptación al cambio climático en el área temática de pesca y acuicultura.
- ii. El Decreto Supremo N.º 002-2017-PRODUCE aprobó el nuevo Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del Ministerio de la Producción (PRODUCE), vigente a partir del 2 de febrero de 2017. Se incluye en este la creación de la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA), integrada por las direcciones de línea de Cambio Climático y Biodiversidad Pesquera y Acuícola (DCCBPA) y de Gestión Ambiental (DIGAM). Entre las funciones de la DCCBPA, destaca la de formular, proponer y promover la implementación de programas, proyectos y acciones orientadas a la adaptación al cambio climático y a la reducción de emisiones de GEI de las actividades pesqueras y acuícolas. Asimismo, se incluyen nuevas disposiciones que involucran el monitoreo, evaluación y gobernanza de las NDC en el área.
- iii. El Plan Estratégico Sectorial Multianual 2017-2021 (PESEM), aprobado mediante Resolución Ministerial N.º 354-2017-PRODUCE, establece acciones estratégicas relacionadas a la pesca y acuicultura y a los potenciales impactos del cambio climático, destacándose las siguientes: i) promover la formalización de la actividad pesquera artesanal y acuícola; ii) mejorar el nivel de cumplimiento de los estándares de sanidad e inocuidad de los productos de origen pesquero y acuícola; iii) promover el acceso al financiamiento de las unidades económicas de la pesca artesanal y acuicultura; iv) promover la innovación en pesca y acuicultura; v) promover el consumo interno de productos hidrobiológicos; vi) fortalecer el ordenamiento de la pesca y acuicultura haciendo uso sostenible de los recursos hidrobiológicos, y vii) promover el desarrollo sostenible de la acuicultura.
- iv. El sector formuló las NDC en adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura. Este primer ciclo de formulación de las NDC se inició en 2017 y culminó en 2018 con la respectiva aprobación por parte del sector. Ello impulsó a partir de 2019 la implementación de condiciones habilitantes priorizadas para el corto plazo, y que de 2020 en adelante (2030), se inicie el proceso de implementación de las NDC, lo cual implicará continuar ejecutando condiciones habilitantes y las medidas de adaptación establecidas, así como la elaboración de los reportes de seguimiento y progreso de la implementación cada cinco años al MINAM, como autoridad nacional competente en materia de cambio climático y punto focal ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), de acuerdo a lo establecido en la Ley Marco sobre Cambio Climático (Ley N.º 30754). El sector cuenta con diagnósticos de vulnerabilidad actual ante los impactos del cambio climático para las actividades de pesca

artesanal y acuicultura a nivel nacional, en los que se han priorizado regiones vulnerables para la pesca industrial, pesca artesanal y la acuicultura.

- v. La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (Ley N.º 27867), en su artículo 53, inciso c, establece como una de sus competencias, la formulación de Estrategias Regionales de Cambio Climático. Además, la Ley Marco sobre Cambio Climático (Ley N.º 30754), en su artículo 8, señala que las autoridades regionales y locales, en el ámbito de sus competencias y funciones otorgadas por ley, tienen entre sus responsabilidades ejecutar las políticas públicas nacionales sobre cambio climático y diseñar, monitorear, evaluar y rediseñar las estrategias regionales sobre cambio climático, así como incorporar medidas de mitigación y adaptación en su plan territorial, plan de desarrollo concertado regional y local, plan estratégico institucional, plan operativo institucional, programas presupuestales e instrumentos de inversión aprobadas por el Ministerio de la Producción en el área temática de pesca y acuicultura. Al respecto, las Estrategias Regionales de Cambio Climático incluyen intervenciones que contribuyen a la adaptación al cambio climático en la pesca y acuicultura, de acuerdo al contexto y problemática territorial.

Características fundamentales de la acuicultura

En el Perú, las especies más producidas por la acuicultura son trucha, concha de abanico, camarón patiblanco, tilapia, paiche, paco y gamitana. Según el Ministerio de la Producción, en 2020 el 58 % (148 800 toneladas) de la cosecha nacional fue de especies marinas, mientras que la diferencia de especies continentales. En ese mismo año, Piura, Puno y Tumbes fueron las regiones con mayor nivel de producción, alcanzando entre las tres más de 109 000 toneladas de recursos provenientes de la acuicultura. Los recursos más exportados son el ostión o concha de abanico, y los langostinos, mientras que el mayor recurso de consumo interno es la trucha y algunas especies tropicales como la tilapia (Ministerio de la Producción, 2021a, b).

Cabe destacar que acuicultura ha sido declarada como una actividad productiva de interés nacional por el Ministerio de la Producción, dada su potencial contribución a la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza, en particular en las zonas rurales. Además, por su significativo aporte a las exportaciones no tradicionales de recursos acuáticos de alto valor y gran demanda (Ministerio de la Producción, 2008).

Cabe destacar, para la acuicultura de menor escala en la Amazonía peruana, los resultados del proyecto “Promoción de la piscicultura en territorio de comunidades indígenas en el departamento de Amazonas: evidencia empírica sobre la adopción de tecnología e indicadores de seguridad alimentaria y conservación de bosques” de 2012, que sirvió para contribuir a la seguridad alimentaria de ese territorio y a su resiliencia frente a los impactos del cambio climático. Un indicador del proyecto muestra que las familias beneficiarias consumen un adicional de 12,5 kg de pescado por persona al año respecto de su situación con la intervención del proyecto, mejorando su consumo de proteínas. Mientras que el 87 % de los beneficiarios vende parte de su cosecha (la mayoría entre 50 y 100 kg de pescado) y el 100 % de los participantes en el programa desea aumentar sus áreas productivas (Guzmán *et al.*, 2012).

Tanto en la actividad acuícola marina como continental se reconoce que los impactos más importantes del cambio climático serán daños en las infraestructuras debido al aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos, la alteración de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, y de las condiciones nutritivas en los sistemas acuícolas (Berger, 2020).

En este contexto, en el plan nacional de adaptación al cambio climático considera las siguientes medidas para la acuicultura:

- Fortalecimiento del sistema de alerta temprana de eventos climáticos extremos.
- Fortalecimiento de la información de mercado y de condiciones oceanográficas en tiempo real.
- Fortalecimiento de la gestión acuícola en buenas prácticas ambientales y sanitarias.

Todas las medidas están orientadas a fortalecer las capacidades de las y los acuicultores para la implementación de buenas prácticas acuícolas intensivas, de tal forma que consideren los riesgos y las

oportunidades del cambio climático, y que incluyan la sanidad, la inocuidad y la calidad de los productos acuícolas como factores clave para la seguridad alimentaria.

Etapa de desarrollo de la acuicultura y proyección

Es una acuicultura en proceso de fortalecimiento. Las limitantes son su baja diversificación, alta informalidad que dificulta la focalización del crédito y el apoyo tecnológico, y el alto costo de la energía para el proceso de producción. La oportunidad es el Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) del Banco Mundial, que promueve el desarrollo productivo y la competitividad a través de la investigación, adaptación de tecnologías y fortalecimiento de capacidades en el sector pesca y acuicultura, cofinanciado proyectos innovadores.

Principales amenazas para el desarrollo de la acuicultura

Limitado manejo sanitario para el manejo del riesgo de aparición de enfermedades que provoquen altos niveles de mortalidad. en el caso específico de la trucha. En el caso de la concha abanico, se requieren sistemas de alerta temprana para el manejo de los eventos de mínimos de oxígeno en bahía Sechura.

Instrumentos de gestión para el desarrollo disponibles o en desarrollo para la adaptación de la acuicultura al cambio climático

Se dispone de un PNACC (2021) que considera medidas de adaptación al cambio climático para la pesca y acuicultura.

Brechas para la adaptación al cambio climático

En el Ministerio de la producción (PRODUCE) está internalizado el PNACC, sin embargo, se requieren proyectos enfocados en el problema de la adaptación al cambio climático en la acuicultura. Se requiere crédito para ampliar líneas de financiamiento, sistemas de alerta temprana de cambios en el medio ambiente, mayor articulación de los agentes de la acuicultura y fortalecimiento de laboratorios de patología con personal altamente calificado.

En el contexto de lo descrito anteriormente, los resultados de las entrevistas con los informantes calificados de los seis países de mayor producción acuícola de la región, y que representaron el 93 % del total en 2021, ayudaron a complementar la caracterización de cada país, destacando Chile y Ecuador por evidenciar una vocación exportadora de sus productos acuícolas con una industria desarrollada y de alta competitividad en los mercados internacionales. En el caso de Brasil, Colombia, México y Perú, su desarrollo acuícola es de gran potencial, sin embargo, aún existen barreras, como un alto nivel de informalidad de los productores, lo que dificulta el acceso a capital de trabajo e inversión desde fuentes públicas o privadas.

Con relación a las amenazas más importantes en el desarrollo de la acuicultura, para Colombia, Ecuador y México, el acceso al agua representa una barrera crucial, especialmente para la acuicultura de agua dulce, ya sea por disponibilidad de permiso de uso como por sequías. En tanto que, en Chile, los cambios de regímenes de pluviosidad por efecto del cambio climático podrían generar severos impactos en la producción de los principales productos acuícolas (salmón y mejillón).

Finalmente, en el ámbito de los instrumentos de gestión para enfrentar los efectos del cambio climático en la acuicultura marina y de agua dulce, en la región sólo Perú y Chile muestran planes sectoriales con medidas de adaptación explícitas. En el Cuadro 3, se describen los perfiles de cada país analizados pormenorizadamente de acuerdo a los instrumentos de gestión de cambio climático y medidas de adaptación para la acuicultura.

Cuadro 3. Descripción de los instrumentos de gestión para el cambio climático y medidas de adaptación en los principales países productores acuícolas de América Latina y el Caribe

Países	Instrumentos de gestión de cambio climático	Medidas de adaptación al cambio climático
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Política Nacional de Cambio Climático (2009). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNA) (2016) • Plan sectorial de adaptación al cambio climático. y bajas emisiones de carbono en la agricultura” (Plan ABC). • Plan Nacional de Desarrollo da Acuicultura (PNDA) 2022-2032. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con medidas de adaptación específicas para la acuicultura.
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Ley Marco de Cambio Climático (N°21.455/13-06-2022). Estrategia climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile (2021). • Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y planes sectoriales (2014). • Plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) (2015). 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de variables ambientales y oceanográficas que afectan la producción de semillas de mitílicos. • Estudio de vulnerabilidad al cambio climático para recursos hidrobiológicos importantes para pesca y acuicultura. • Estructurar un sistema de predicción de condiciones climáticas para la Acuicultura • Evaluación de especies de interés para la acuicultura bajo diferentes escenarios climáticos. • Evaluación de los efectos del cambio climático en las actividades de acuicultura desarrollada en espacios fluviales y lacustres.
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 1931 de 2018, por lo cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Mediante esta Ley se establecen los PIGCCT. • Política nacional de cambio climático (2018). • Plan Nacional de adaptación al cambio climático (PANCC) (2016). • PIGCCT. • PIGCCS. 	<ul style="list-style-type: none"> • PIGCCT de los departamentos de Caquetá y Huila consideran acciones de transferencia tecnológica, programas y herramientas, para la acuicultura de agua dulce que estén en línea con el desarrollo compatible con el clima futuro.
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia Nacional de Cambio Climático (2012-25). • Plan de Adaptación al Cambio Climático del Ecuador (2023-27). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin medidas de adaptación específicas para la acuicultura.
México	<ul style="list-style-type: none"> • Ley general de cambio climático (2014). • Estrategia Nacional de cambio climático Visión 10-20-40. • Programas estatales de mitigación y adaptación al cambio climático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de infraestructura para laboratorio de producción de semilla para pisciculturas. • Mejoramiento de líneas genéticas de especies objetivos para cultivo resistentes a efectos del cambio climático.

Países	Instrumentos de gestión de cambio climático	Medidas de adaptación al cambio climático
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Ley Marco de cambio climático (2018). • Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) (2015). • Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. • Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) (2017-21) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento del sistema de alerta temprana de eventos climáticos extremos. • Fortalecimiento de información de mercado y condiciones oceanográficas en tiempo real. • Fortalecimiento de la gestión acuícola en buenas prácticas ambientales y sanitarias.

Fuente: Elaborado por los autores

3.7 La acuicultura de la subregión del Caribe y las acciones para su adaptación a los impactos del cambio climático

El desarrollo y crecimiento de la acuicultura en la subregión del Caribe es aún incipiente y, consecuentemente, los instrumentos y la gobernanza que la rigen son escasos y, en general, diseñados e implementados bajo la gestión de otras actividades productivas tradicionales como la agricultura y la pesca.

Townhill *et al.* (2021) realizaron una revisión de la respuesta al cambio climático en la pesca y la acuicultura, a través de iniciativas de adaptación, aplicable a todos los países y territorios de la subregión del Caribe. Se analizaron estudios de casos en Antigua y Barbuda, Belice, Dominica, Granada, Guyana, Jamaica, Santa Lucía, y San Vicente y las Granadinas.

Los resultados muestran que las iniciativas de adaptación al cambio climático se han focalizado en el sector pesquero, ya que la acuicultura suele estar bajo el mandato del departamento de pesca, instancia que gestiona y aplica estrategias de resiliencia climática en general. Las medidas de adaptación en el sector pesquero suelen tomar precedencia sobre la acuicultura en un escenario de recursos limitados para la gestión pública sectorial. Cabe destacar que en el Caribe se reconoce un margen considerable para el desarrollo de la acuicultura, el cual ha sido lento en comparación con otras regiones del mundo (CRFM, 2014).

En este escenario, la Comunidad del Caribe (CARICOM, por sus siglas en inglés), en coordinación con la FAO, establecieron una estrategia y un plan de acción para la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo de desastres para 15 países (McConney *et al.*, 2015). Esta iniciativa busca ser un instrumento de gestión pública para mantener y fortalecer la comunicación e intercambio de información sobre la materia y promover soluciones innovadoras e identificar oportunidades de desarrollo.

En 2015, varios Estados del Caribe suscribieron un protocolo cuyo objetivo es garantizar el desarrollo de un sector pesquero regional que sea resiliente al cambio climático y a la acidificación de los océanos, y mejorado mediante la gestión de desastres y el uso sostenible de los recursos marinos y otros recursos vivos acuáticos y ecosistemas. Este protocolo es parte integral del Programa Común de Pesca de la Comunidad del Caribe, y será interpretado y aplicado en contexto y manera consistente con la política. El protocolo se aplicará a todos los aspectos de la pesca y la acuicultura y los medios de vida activos bajo la jurisdicción de los Estados miembros. El protocolo considerará todos los peligros climáticos meteorológicos, la variabilidad climática, los impactos del cambio climático y la acidificación de los océanos, que pueden afectar al sector pesquero y afines y a sus medios de vida (FAO and Caribbean Regional Fisheries Mechanism, 2021).

En concordancia con lo descrito, cabe destacar la formulación del plan quinquenal de acuicultura del Mecanismo Regional de Pesca del Caribe (CRFM, por sus siglas en inglés) (CRFM, 2019), el que describe acciones para desarrollar la acuicultura en la región, incluyendo garantizar que las instalaciones sean resilientes al cambio climático y que se elabore un plan de preparación específico del sector. En este contexto, se debe considerar que en el Caribe la mayoría de los organismos nacionales de pesca

tienen mayor experiencia en la gestión pesquera que en la acuicultura (CRFM, 2020). Por lo tanto, se requiere:

- i. Desarrollar capacidades, gestionar inversión y conocimiento, especialmente en el cultivo de especies de alto valor.
- ii. Mejorar el acceso a soluciones sostenibles desde el punto de vista ambiental y resilientes al cambio climático (por ejemplo, tecnologías, equipos, procesos para superar los retos existentes en acuicultura de agua dulce y la maricultura).
- iii. Generar planes de contingencia ante catástrofes para el subsector de la acuicultura, especialmente en el contexto del aumento de los riesgos asociados al cambio climático.

Características fundamentales de la acuicultura

Desde una perspectiva de política pública, la acuicultura no es una prioridad para los gobiernos del Caribe en comparación con otras industrias como el turismo. La legislación actual tiene una referencia limitada para la acuicultura (CRFM, 2014) y, como resultado, existe una capacidad limitada para desarrollar planes y políticas acuícolas.

La falta de apoyo a los acuicultores por parte del sector financiero ha creado un ambiente que no conduce a la participación del sector privado. Los gobiernos deben desarrollar políticas y marcos legales para la acuicultura que promuevan una inversión del sector privado con garantías. La investigación aplicada, los proyectos piloto, el desarrollo de capacidades e instalaciones de extensión, la transferencia de tecnología, el intercambio de mejores prácticas junto con prácticas exitosas, mejoraría aún más el potencial de inversión en acuicultura en la subregión del Caribe (FAO, 2017).

El Banco de Desarrollo del Caribe reconoce que la acuicultura tiene el potencial de expandirse en la región y ayudar a reducir las importaciones de pescado, brindar empleo y seguridad alimentaria, y promover su resiliencia a los impactos del cambio climático. El desarrollo de la acuicultura ha sido relativamente lento y la producción en 2021 solo representó menos del 5 % de la producción pesquera total de la región. La mayor parte de esta capacidad se ha desarrollado en agua dulce, ya que las inversiones se han dirigido a la producción en tierra de especies no nativas (dominadas por la tilapia). La experiencia técnica limitada y los altos costos de infraestructura y de insumos han sido identificados como limitantes importantes para generar mayores inversiones en acuicultura de agua dulce.

La acuicultura marina de mariscos (almejas, ostras) podría representar una oportunidad para las comunidades costeras, ya que supone menor inversión, bajos costos operativos y experiencia técnica menos avanzada. Las bajas barreras de entrada, junto con la alta demanda de productos del mar, apuntan a la acuicultura de mariscos como un enfoque viable para diversificar los medios de vida de las comunidades rurales de la región (Caribbean Development Bank, 2018).

En la búsqueda de soluciones climáticamente inteligentes, considerando los altos costos iniciales, la acuaponía ha sido reconocida por la FAO como una actividad clave, ya que ofrece poderosos beneficios ambientales y productivos para el Caribe, contribuyendo además a desarrollar sistemas de producción de alimentos más sostenibles e intensivos que sean eficientes en el uso del agua.

Sin embargo, las iniciativas anteriormente descritas requerirían el desarrollo de una política acuícola y marcos legales favorables, así como programas que desarrollen conocimiento y capacidad, en coherencia con los principios de una acuicultura sostenible promovida por la FAO.

Millones de personas luchan por mantener sus medios de vida en la pesca y la acuicultura, estas son las personas más vulnerables a los impactos del cambio climático. El cambio climático se suma a las muchas amenazas y obstáculos que ya enfrentan en su vida cotidiana. Por lo mismo, se debe prestar especial atención a los más vulnerables si el deseo es que el sector siga contribuyendo al cumplimiento de los objetivos globales de reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria y nutricional. El trabajo de la FAO sobre la pesca y la acuicultura incluye apoyo técnico a los países para que puedan adaptarse mejor a los impactos del cambio climático, con base en los conocimientos más actualizados sobre la materia, incluida una gama de herramientas y medidas de adaptación utilizadas para apoyar los compromisos y planes de acción climáticos nacionales (FAO, 2021; FAO, 2023a, c).

Complementariamente, el apoyo de la FAO en el cultivo de musgo marino en Dominica, Granada y Santa Lucía también ha tenido éxito. La Organización se asoció con estos Estados para promover una acuicultura resiliente al clima mediante la capacitación para acuicultores en prácticas mejoradas para el cultivo.

En Santa Lucía, un grupo de personas del Centro de Capacitación (BTC, por sus siglas en inglés) recibió formación sobre los aspectos teóricos y prácticos del cultivo de musgo marino. Esta capacitación fue parte de un proyecto de la FAO en el país que busca empoderar a mujeres marginadas, acuicultoras y acuicultores con discapacidad y jóvenes vulnerables, en las cadenas de valor del musgo marino y la miel (TEMPO Networks, 2022).

En Granada, el valor comercial, los beneficios para la salud y el manejo ambiental del musgo marino fueron enfatizados en la capacitación en buenas prácticas para la acuicultura (GAP, por sus siglas en inglés), organizada por la FAO en el marco del proyecto “Acuicultura Resiliente” del Proyecto México-CARICOM- FAO “Cooperación para la adaptación y resiliencia al cambio climático en el Caribe” (FAO, 2023d).

En Dominica, la FAO y el Ministerio de Economía Azul y Verde, Agricultura y Seguridad Alimentaria Nacional de Dominica han estado trabajando juntos para crear una industria dominicana de musgo marino sostenible (SKNIS, 2022).

Un medio de vida alternativo en Belice es el cultivo de algas marinas. Las algas marinas (*Euclima isiforme* y *Gracilaria crassissima*) se cultivan en densidades muy bajas en aguas costeras claras y poco profundas, obteniéndose un producto de alta calidad y, al mismo tiempo, beneficios para el ecosistema. Las asociaciones de pescadoras y pescadores involucrados en cultivo de algas marinas incluyen a la Asociación de Mujeres Productoras de Algas Marinas de Belice (BWSFA, por sus siglas en inglés), la Sociedad Cooperativa de Productores de Placencia Limited (PPCSL, por sus siglas en inglés) y la Asociación de Productores de Algas Marinas de Turneffe; han recibido la capacitación adecuada para cultivar y cosechar algas. El objetivo es establecer formalmente una actividad sostenible con regulaciones adecuadas para el cultivo de algas marinas, y promover aún más el espíritu empresarial mediante la mejora de la cadena de valor (BWSFA, 2023).

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados del presente estudio, en Mesoamérica, específicamente en México, se están realizando actividades tempranas (no formalizadas en un programa o plan de largo o mediano plazo) de capacitación a los funcionarios públicos en cambio climático y de diseño de proyectos para identificar especies resistentes a los cambios ambientales, semillas (alevines de peces) más tolerantes a los cambios de temperatura e internalizar tecnología para el uso más eficiente del agua para el desarrollo productivo.

En América del Sur, específicamente en Colombia y Perú, se han implementado acciones y diseñado medidas en coherencia con las características propias de los territorios y su vocación productiva. Cabe destacar que estos países han vinculado estas iniciativas a la seguridad alimentaria, desarrollando cultivos en estanques en el contexto del desarrollo agropecuario integral climáticamente inteligente. Este tipo de acuicultura permite la integración con la producción agrícola y es una oportunidad para el establecimiento de policultivos para el desarrollo de la acuicultura multitrofica integrada.

Bajo una perspectiva de la producción, aquellos países con volúmenes mayores a 100 000 toneladas anuales (Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú) disponen de una institucionalidad especializada para el fomento y la administración de la acuicultura, escenario que facilita la articulación y la gobernanza de las presentes y futuras acciones específicas de adaptación al cambio climático sectorial. Los países con producción menor a 100 000 toneladas anuales (Costa Rica, El Salvador, Honduras, con excepción de la República Bolivariana de Venezuela), tienen un desarrollo incipiente de la acuicultura y disponen de instrumentos de gestión generales para el cambio climático, lo cual representa una fortaleza para el diseño y gestión de medidas de adaptación. Sin embargo, deberán focalizar esfuerzos para implementar una institucionalidad sectorial que gestione y fomente la acuicultura y permita identificar y responder a las necesidades de adaptación de la acuicultura.

En general, los países de la región han reconocido las amenazas del cambio climático y establecido compromisos e instrumentos para su gestión a nivel nacional, expresados esencialmente por las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) y en la elaboración de leyes marco y estrategias para la coordinación y gestión interinstitucional con énfasis en el enfoque sectorial y/o territorial.

En síntesis, se reconoce voluntad política acotada para iniciar el proceso de institucionalización de la gestión climática. De los 45 Estados de la región, 26 han establecido al menos un instrumento de gestión general para la adaptación al cambio climático. De estos, sólo 15 han establecido instrumentos de gestión específico asociados a la adaptación al cambio climático en la acuicultura.

Sin embargo, el diseño e implementación formal de planes de adaptación al cambio climático en la acuicultura no ha sido coherente con el escenario de emergencia climática de la región. En la mayoría de los países se han desarrollado iniciativas, programas o proyectos esporádicos y de limitado impacto.

Sólo Chile y Perú describen en sus planes sectoriales recomendaciones de acciones de adaptación específicas para la acuicultura, con énfasis en el seguimiento de la condiciones oceanográficas y climáticas para establecer escenarios climáticos extremos y fortalecer buenas prácticas de cultivo.

En este contexto, es posible concluir que todos los países de la región están en pleno desarrollo de sus instrumentos hacia un escenario ideal en que los planes de adaptación específicos para la acuicultura estén integrados con otros programas relevantes en las zonas costeras y/o cuencas hidrográficas donde se desarrollan las actividades productivas.

En general, se percibe que las mayores dificultades para diseñar e implementar planes de adaptación de la acuicultura a los impactos adversos del cambio climático son las capacidades institucionales instaladas (incluyendo la coordinación inter e intrainstitucional) y los recursos financieros necesarios para implementar acciones de corto y mediano plazo. En este contexto, los países de Mesoamérica y de América del Sur muestran una acuicultura en pleno desarrollo, con la excepción de Chile y Ecuador, que ya son exportadores consolidados de salmones, mitílicos y camarones, respectivamente.

En el Caribe, consistentemente con un desarrollo incipiente de la acuicultura, existe un bajo nivel de desarrollo e implementación de instrumentos de gestión para su adaptación al cambio climático. Cabe destacar que en esta subregión es donde se identifican notables amenazas climáticas asociadas, principalmente, a eventos extremos (marejadas, tormentas, huracanes).

En la mayoría de los países, las políticas están dirigidas al subsidio en la producción de semillas (alevines) para siembra de peces en agua dulce. Si esta iniciativa además considerara la producción de semillas de especies acuáticas resistentes a las condiciones cambiantes del clima, se fortalecería la capacidad de los productores para enfrentar eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones y cambios en la temperatura del agua, y permitiría sostener la actividad productiva, generando empleos locales y promoviendo el desarrollo económico en comunidades costeras, lo que a su vez ayudaría a la resiliencia de estas comunidades frente al cambio climático. No obstante, es transversal la alta informalidad de los productores, lo que dificulta dimensionar la actividad y focalizar en forma eficiente las acciones de los gobiernos para la sostenibilidad de esta actividad productiva.

En el contexto de emergencia climática, se requiere internalizar el uso de tecnologías sencillas para los pequeños productores de acuicultura de agua dulce para maximizar el aprovechamiento del agua y usos alternativos de energía, ya que se ha identificado que una de las principales amenazas asociadas al cambio climático es la baja disponibilidad de agua dulce por cambio de regímenes de lluvias, para el desarrollo de cultivo de peces y el limitado acceso a los derechos de agua.

Se considera que las mayores barreras para la implementación de acciones de adaptación incluyen la falta de financiamiento, la falta de capacidad técnica y la falta de conciencia y sensibilización sobre el cambio climático y sus impactos en la acuicultura. En ese sentido, resulta necesario tomar medidas urgentes para abordar estas barreras y fomentar una mayor adaptación a los impactos del cambio climático en la acuicultura. Esto incluye la inversión en investigación y desarrollo para implementar tecnologías y prácticas más sostenibles, la promoción de la educación y sensibilización sobre el cambio

climático, y la formulación de políticas y estrategias claras a nivel nacional y regional para fomentar una mayor adaptación a los impactos del cambio climático.

En términos de los apoyos que está prestando la FAO en distintas regiones y países, por ejemplo, a través de la COPPESAALC, existen otras iniciativas que contribuyen al proceso de adaptación de la acuicultura al cambio climático, especialmente en aquellos países donde la acuicultura forma parte del sector silvoagropecuario con el propósito de resolver desafíos de seguridad alimentaria. Por ejemplo, la Plataforma de Acción Climática en Agricultura de Latinoamérica y el Caribe (PLACA) es un mecanismo regional de colaboración voluntaria de los países de América Latina y el Caribe en agricultura y cambio climático, orientado a un desarrollo agropecuario productivo, adaptado a los efectos del cambio climático, resiliente y bajo en emisiones de gases de efecto invernadero (<https://accionclimaticaplaca.org/es/>).

PLACA mejora la coordinación técnica en áreas clave como Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), el nexo agua-agricultura y las prácticas agrícolas resilientes al clima. Este compromiso aborda cuestiones críticas como los escenarios de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS, por sus siglas en inglés), la zonificación del riesgo climático agrícola y las emisiones del sector ganadero en el bienio 2022-23.

PLACA se erige como la única plataforma de América Latina y el Caribe que fomenta una red colaborativa, centrándose en el conocimiento compartido y la mejora de las capacidades de los ministerios de agricultura en la acción climática y los compromisos del Acuerdo de París.

En el núcleo de PLACA se encuentran los Grupos de Trabajo Temáticos (GTT), que cubren adaptación y mitigación, políticas públicas, gestión del conocimiento e investigación y desarrollo e innovación tecnológica. Estos GTT cultivan un ecosistema colaborativo e interdisciplinario, haciendo hincapié en la estandarización de metodologías y abordando la intersección de la agricultura y el cambio climático.

En el contexto descrito, las recomendaciones relevantes para los tomadores de decisión en la generación de políticas y planes de adaptación al cambio climático son:

- Implementar programas de educación y capacitación sobre el cambio climático y sus consecuencias, tanto en el sector público como en las comunidades costeras. El objetivo es generar un lenguaje compartido para proponer medidas de adaptación de la pesca y la acuicultura ante los efectos esperados del cambio climático.
- Fortalecer la participación de distintos actores sociales en todos los niveles administrativos del territorio marino, costero y continental, con énfasis en el nivel local y sus comunidades, que representan la primera línea en sufrir los impactos y requieren adaptarse al cambio climático.
- Promover la pertinente y oportuna incorporación, con enfoque de género, de representantes de la pesca y la acuicultura en la gestión para adaptar al sector pesquero artesanal y de acuicultura de pequeña escala a los efectos esperados del cambio climático.
- Incorporar el manejo con enfoque ecosistémico de la acuicultura y la gobernanza participativa orientada a mejorar la resiliencia a los impactos del cambio climático de los ecosistemas y la sustentabilidad de los servicios ambientales que aprovecha la acuicultura.
- Promover una acuicultura resiliente al clima con una planificación y gestión adecuadas para comprender dónde y cómo la acuicultura puede abordar el cambio climático y otros impactos externos al sistema alimentario.
- Implementar las medidas de adaptación con una estrategia robusta y consistente a distintos niveles de incertidumbre en escenarios futuros.
- Actualizar y ampliar los análisis de amenazas y riesgos de la acuicultura asociados al cambio climático en diferentes escalas, de manera de permitir una implementación oportuna de las estrategias de adaptación.

En el Anexo 1, se presenta, como referencia, una Guía de lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático para la acuicultura (PACCA) en América Latina y el Caribe (Modificado de Pham *et al.*, 2021).

Referencias

- Abadilla, M., McClain, W. R., Sato, T., Mejía-Ortíz, L. M. y Penna-Díaz, M. A.** 2020. *Inland Crustacean Fisheries*. págs. 181–206. En: G. Lovrich, y M. Thiel, editores. *The Natural History of The Crustacea*, Volumen 9. Fisheries and Aquaculture: Volumen 9. Nueva York (Estados Unidos), 2020; en línea, Oxford Academic). <https://doi.org/10.1093/oso/9780190865627.003.0008>
- Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M-C., Adger, W.N., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S., Pilling, G.M., Reynolds, J.D., Andrew, N.L. y Dulvy, N.K.** 2009. *Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries* *Fish and Fisheries*, 2009, 10. págs. 173–196. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00310.x>
- Amal, M. N. A. y Zamri-Saad, M.** 2011. *Streptococcosis in tilapia (Oreochromis niloticus): a review*. *Pertanika journal of tropical agricultural science* 34 (2011). págs. 195–206. <http://www.pertanika.upm.edu.my/pjtas/browse/regular-issue?article=JTAS-0146-2009>
- Anderson, L., Valderrama, D. y Jory, D. D.** 2019. *Revisión de la producción mundial de camarones*. GOAL 2019. <https://www.globalseafood.org/advocate/goal-2019-revision-de-la-produccion-mundial-de-camarones/>
- Aqua.** 2021. *Catastro de acuicultura en Chile, Publicación de inteligencia de mercado*. B2B Media Group. 20 pp. <https://www.aqua.cl/b2b-media-group-ya-esta-disponible-nuevo-catastro-de-acuicultura-en-chile/>
- Asche, F., Hansen, H., Tveteras, R. y Tveterås, S.** 2009. *The salmon disease crisis in Chile*. *Marine Resource Economics*, 24(4). págs. 405–411. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/mre.24.4.42629664>
- Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (AUNAP).** 2014. *Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia – PlaNDAS*. 84 págs. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC172999/>
- Avendaño-Herrera, R. y Figueroa, J.** 2019. *Situación del uso de antibióticos en la salmónica chilena: información crítica para la selección de indicadores de tipo ecosistémico*. Taller: Identificación de Indicadores Ecosistémicos para los Impactos Ambientales de la Salmónica. 4–5 de julio. Puerto Montt, Chile.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID).** 2019. *Avances del Perú en la adaptación al cambio climático del sector pesquero y del ecosistema marino-costero*. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Avances_del_Per%C3%BA_en_la_adaptaci%C3%B3n_al_cambio_clim%C3%A1tico_del_sector_pesquero_y_del_ecosistema_marino-costero_es_es.pdf
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. y Poulain, F., eds.** 2018. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N°. 627. Roma, FAO. 628 pp. <http://www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf>
- Barber, R. T. y Chavez, F. P.** 1983. *Biological Consequences of El Nino*. *Science*, 222(4629):1203–1210. DOI: 10.1126/science.222.4629.1203
- Bárcena, A y otros.** 2020. *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?*, Libros de la CEPAL, N° 160 (LC/PUB.2019/23-P), Santiago. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2020. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/68d30fbc-9c44-4848-867f-59bbdec62992/content>
- Belize Women’s Seaweed Farmers Association (BWSFA).** 2023. *Building the Belizean Seaweed Industry through sustainable, high-quality products*. En: BWSFA. Belize. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.bwsfa.com/>

- Berger, C.** 2020. *La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú*. South Sustainability, 1(1), e003. DOI: 10.21142/SS-0101-2020-003
- Bertrand, A., Lengaigne, M., Takahashi, K., Avadí, A., Poulain, F. y Harrod, C.** 2020. *El Niño Southern Oscillation (ENSO) effects on fisheries and aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N°. 660. Roma. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8348en>
- Boxshall, G. A. y Bravo, S.** 2000. *On the identity of the common Caligus (Copepoda: Siphonostomatoida: Caligidae) from salmonid netpen systems in southern Chile*. Contributions to Zoology, 69(1-2). págs. 137–146. <https://doi.org/10.1163/18759866-0690102015>
- Boyd, C. E. y Jescovitch, L. N.** 2020. *Penaeid Shrimp Aquaculture*. págs. 233–258, En: Lovrich G. y Thiel, M. editores. The Natural History of The Crustacea, Volumen 9: Fisheries and Aquaculture. Oxford University Press, Nueva York (Estados Unidos). <https://doi.org/10.1093/oso/9780190865627.003.0010>
- Brugere, C. y De Young, C.** 2020. *Addressing fisheries and aquaculture in National Adaptation Plans. Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines*. Roma. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca2215en>
- Caquetá Sustentable.** 2020. *Plan integral de gestión del cambio climático territorial del departamento del Caquetá 2050*. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://caquetasustentable.org/pigcct>
- Caribbean Development Bank.** 2018. *Financing the Blue Economy: A Caribbean Development Opportunity*. <https://www.caribank.org/publications-and-resources/resource-library/thematic-papers/financing-blue-economy-caribbean-development-opportunity>
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)². (FONDAP 15110009).** 2018. *Guía de referencia para la plataforma de visualización de simulaciones climáticas*. Proyecto “Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad” mandatado por el Ministerio del Medio Ambiente. www.cr2.cl
- CEPAL, FAO e IICA.** 2017. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017-2018*. CEPAL, FAO, IICA. San José. IICA. 257 pp. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/65749aaf-1e8d-4901-b6c7-25bf4d90d835/content>
- Chandrakala, N. y Priya, S.** 2017. *Vibriosis in shrimp aquaculture a review*. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology, 3(2). págs. 27–33. <https://ijsrset.com/paper/2297.pdf>
- Comité Científico COP25.** 2019. *Océano y cambio climático: 50 preguntas y respuestas*. Santiago, Chile. <https://cop25.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/01/Abc-del-oceano-y-el-cambio-climatico.pdf>
- Congreso de la Unión. Cámara de Diputados. Estados Unidos Mexicanos.** 2022. *Ley General de Cambio Climático*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- Cubillos Santander, L., Norambuena Cleveland, R., Soto, D., Jacques Coper, M., Simon Rodgers, J. y Carmona Montenegro, M.A.** 2021. *Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile*. Santiago de Chile. FAO y Universidad de Concepción. <https://doi.org/10.4060/cb5556es>
- Dabbadie, L., Aguilar-Manjarrez J., Beveridge M.C.M., Bueno P., Ross L.G. y Soto, D.** 2018. *Effects of climate change on aquaculture: drivers, impacts and policies – an update*. En: Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. y Poulain, F., eds. 2018. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, págs. 449–464. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N°. 627. Roma, FAO. 628 pp. <http://www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf>

- Dantas Roriz, G., Cabral Delphino, M.K., Gardner, I.A. y Picão Goncalves, V.S.** 2017. *Characterization of tilapia farming in net cages at a tropical reservoir in Brazil*. *Aquaculture Reports* 6. págs. 43–48. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513416300631?via%3Dihub>
- De Silva, S.S. y Soto, D.** 2009. *Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation*. En: Cochrane, K.; De Young, C.; Soto, D.; Bahri, T. (eds). *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. págs. 151–212. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. N°. 530. Roma, FAO. 212 pp. <https://www.fao.org/3/i0994e/i0994e00.htm>
- Dupont, S. y Pörtner, HO.** 2013. *A snapshot of ocean acidification research*. *Marine Biology* 160, 1765–1771. <https://doi.org/10.1007/s00227-013-2282-9>
- Edwards, M. S.** 2019. *Comparing the impacts of four ENSO events on giant kelp (Macrocystis pyrifera) in the northeast Pacific Ocean*. *Algae*, 34(2):141–151. DOI: <https://doi.org/10.4490/algae.2019.34.5.4>
- Environmental Defense Fund (EDF).** 2021. *Cambio climático en México: Recomendaciones de política pública para la adaptación y resiliencia del sector pesquero y acuícola*. 77 pp. https://mexico.edf.org/sites/mexico/files/EstudioCambioClimatico_0.pdf
- FAO.** 2018a. *Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura: Síntesis de los conocimientos y las opciones de adaptación y mitigación actuales*. Resumen del Documento Técnico de Pesca y Acuicultura de la FAO N°. 627. Roma. 48 págs. <http://www.Fao.org/3/CA0356ES/ca0356es.pdf>
- FAO.** 2018b. *Informe de la decimocuarta reunión de la Reunión Internacional de Alto Nivel sobre la Iniciativa Global “Crecimiento Azul” para América Latina y el Caribe*. Ciudad de México, México, 27-28 de noviembre de 2017. FAO. Informe de Pesca y Acuicultura N°. 1225. Roma, Italia. <https://www.fao.org/3/i8963es/I8963ES.pdf>
- FAO.** 2020. *GLOBEFISH Highlights April 2020 issue, with Annual 2019 Statistics – A quarterly update on world seafood markets*. *Globefish Highlights* N°. 2–2020. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9528en>
- FAO.** 2021. *FAO’s work on climate change – Fisheries and aquaculture 2020*. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb3414en>
- FAO.** 2023a. Pesca y acuicultura. Cambio climático. En: FAO. Roma. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.fao.org/fishery/es/climatechange>
- FAO.** 2023b. *Plan de acción de la FAO 2022–2025 para la aplicación de la Estrategia de la FAO sobre el cambio climático*. Roma. <https://doi.org/10.4060/cc7014es>
- FAO.** 2023c. Pesca y acuicultura climáticamente inteligentes. En: FAO. Roma. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://elearning.fao.org/course/view.php?id=579>
- FAO.** 2023d. FAO aquaculture training empowers farmers and stakeholders in the seamoss industry of Grenada. En: FAO. Santiago. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/1636915/>
- FAO y Caribbean Regional Fisheries Mechanism.** 2021. *Protocol on Climate Change Adaptation and Disaster Risk Management in Fisheries and Aquaculture in the Caribbean*. Barbados, 18 de abril de 2018. Roma, Belmopan. <https://doi.org/10.4060/cb4205en>
- FAO, Ministerio del Medio Ambiente y Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.** 2021. *Lecciones aprendidas y recomendaciones de política pública para la adaptación al cambio climático en la pesca artesanal y la acuicultura de pequeña escala en Chile. Lineamientos de políticas*. Santiago de Chile. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb6536es>
- Fletcher, R.** 2021. *Forging closer links with Ecuador’s shrimp sector*. <https://thefishsite.com/articles/forging-closer-links-with-ecuadors-shrimp-sector>

- Flores Nava, A.** 2019. *Contexto, perspectivas y retos para incrementar la contribución de la pesca y la acuicultura a la seguridad alimentaria y nutricional y las economías territoriales en América Latina y el Caribe. 2030 – Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe*, N°. 16. Santiago de Chile. FAO. 17 pp. <https://www.fao.org/3/ca5473es/ca5473es.pdf>
- Función pública.** 2023. *Documentos relacionados con temas de la Función Pública*. En: Gestor normativo. Colombia. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.funcionpublica.gov.co/web/eva/gestor-normativo>
- Gobernación de Caquetá.** 2015. *Documento diagnóstico y plan de acción de la cadena productiva de la acuicultura en el Departamento de Caquetá*. 388 pp. <https://es.scribd.com/document/559599611/DOCUMENTO-TeCNICO-CADENA-ACUiCOLA-2017-REvisar>
- Gobierno de México.** 2023. *Portal único de trámites, información y participación ciudadana*. En: *Gobierno de México*. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978>
- Gobierno del Perú.** 2021. *Resolución Ministerial N.º 096-2021-MINAM*. En: Plataforma digital única del Estado Peruano. Perú. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/1955977-096-2021-minam>
- Godwin, S. C., Krkosek, M., Reynolds, J. D. y Bateman, A. W.** 2021. *Sea-louse abundance on salmon farms in relation to parasite-control policy and climate change*, ICES Journal of Marine Science, Volumen 78, N°. 1, enero-febrero 2021. págs. 377–387. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa173>
- González, E., Norambuena, R., Molina, R. y Thomas, F.** 2013. *Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile*. En: Soto, D y Quiñones, R. 2013. *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: Potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción. Concepción (Chile). FAO Actas de Pesca y Acuicultura. N°. 29. págs. 275–322. Roma, FAO. 335 pp. <https://www.fao.org/3/i3356s/i3356s.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).** 2014. *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC. Ginebra (Suiza). 157 págs. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- IPCC.** 2021a. *Resumen para responsables de políticas*. En: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu y B. Zhou [Informe]. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Spanish.pdf
- IPCC.** 2021b. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

- Guzmán, W., Halpern G., Nakagawa N., Alban M. y Tupica F.** 2012. *Promoción de la piscicultura en territorio de comunidades indígenas en el departamento de Amazonas: evidencia empírica sobre adopción de tecnología e indicadores de seguridad alimentaria y conservación de bosques*. Dirección General de Investigación e Información Ambiental Memoria del Primer Encuentro de Investigadores Ambientales 12–13 de diciembre de 2012. Iquitos (Perú). https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/522/OBINAM_MI_11.pdf?squence=1&isAllowed=y
- Hallström, E., Bergman, K., Mifflin, K., Parker, R., Tyedmers, P., Troell, M. y Ziegler, F.** 2019. *Combined climate and nutritional performance of seafoods*. Journal of Cleaner Production. Volumen 230, 1 de septiembre de 2019. págs. 402–411. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.229>
- Hemmingsen, W., MacKenzie, K., Sagerup, K., Remen, M., Bloch-Hansen, K. y Imsland, A. K. D.** 2020. *Caligus elongatus and other sea lice of the genus Caligus as parasites of farmed salmonids: A review*. Aquaculture, 522:735160. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735160>
- Hilborn, R., Banobi, J., Hall, S.J., Pucylowski, T. y Walsworth, T.E.** 2018. *The environmental cost of animal source foods*. Front. Ecol. Environ. 16. págs. 329–335. <https://doi.org/10.1002/fee.1822>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).** 2018. *Política Nacional de Cambio Climático*. En: IDEAM. Colombia. [Consultado el 12 de marzo de 2024]. <http://www.cambioclimatico.gov.co/directorio-del-cambio-climatico>
- Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP).** 2022. *Listado de publicaciones donadas* (B.C.T. Volumen 22, N.º 1, 2 y 3. Boletín Especial Año 3 N.º 1, 2, 3, 4 y 5 – Mapas Georeferenciados y Lámina de Peces de Agua Dulce). <https://institutopesca.gob.ec/acuicultura>
- Kluger, L.C., Kochalski, S., Aguirre-Velarde, A., Vivar, I. y Wolff, M.** 2019. *Coping with abrupt environmental change: the impact of the coastal El Niño 2017 on artisanal fisheries and mariculture in North Peru*. ICES Journal of Marine Science, 76: 1122–1130. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy171>
- Kubitza, F.** 2016. *Acuicultura Brasileña: Limitaciones y desafíos* (Parte 2). En: Global Seafood Alliance. Estados Unidos. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.globalseafood.org/advocate/acuicultura-brasilena-limitaciones-y-desafios-parte-2>
- Lagos, N. A., Benítez, S., Duarte, C., Lardies, M. A., Broitman, B. R., Tapia, C., Tapia, P., Widdicombe, S. y Vargas, C. A.** 2016. *Effects of temperature and ocean acidification on shell characteristics of Argopecten purpuratus: Implications for scallop aquaculture in an upwelling-influenced area*. Aquaculture Environment Interactions, 8, 357–370. <https://doi.org/10.3354/AEI00183>
- León-Muñoz, J., Urbina, M.A., Garreaud, R. y Iriarte, J.L.** 2018. *Hydroclimatic conditions trigger record harmful algal bloom in western Patagonia* (summer 2016). Scientific Reports, 8(1): 1330. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19461-4>
- Liñan-Cabello, M., Quintanilla-Montoya, A., Sepúlveda-Quiroz, C. y Cervantes-Rosas, O.** 2016. *Susceptibilidad a la variabilidad ambiental del sector acuícola en el Estado de Colima, México: caso de estudio*. Lat. Am. J. Aquat. Res., 44(3): 649-656, 2016. DOI: 10.3856/vol44-issue3-fulltext-24.
- Luján, M. B.** 2016. *Brasil: ¿El despertar de un coloso en la acuicultura mundial?* <https://www.aquahoy.com/editorial/27452-brasil-el-despertar-de-un-coloso-en-la-acuicultura-mundial>
- Maulu, S., Hasimuna, O. J., Haambiya, L. H., Monde, C., Musuka, C. G., Makorwa, T. H., Munganga B. P., Phiri K. J. y Nsekanabo, J. D.** 2021. *Climate change effects on aquaculture production: Sustainability implications, mitigation, and adaptations*. Frontiers in Sustainable Food Systems, 5:609097. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.609097>

- McConney, P., Charlery, J., Pena, M., Phillips, T., Van Anrooy, R., Poulain, F., Bahri, T.** 2015. *Disaster risk management and climate change adaptation in the CARICOM and wider Caribbean region – Programme proposals*. Roma. 21 pp. <https://www.fao.org/3/i4385e/i4385e.pdf>
- Mecanismo Regional de Pesca del Caribe (CRFM).** 2014. *Study on the potential of fish farming in the Caribbean*. CRFM Technical Advisory Document Series Number 2014/2. pp. 76. <https://brusselsbriefings.files.wordpress.com/2013/07/study-on-the-potential-of-aquaculture-in-the-caribbean.pdf>
- CRFM.** 2019. *Summary Report. Second meeting of the working group to promote sustainable aquaculture development*. CRFM Technical and Advisory Document Series Number 2019-01. 23 January 2019. pp. 44.
- CRFM.** 2020. *Status of member states' implementation of the 5-year work plan for aquaculture development in the CRFM*. CRFM Special Publication N°. 20. ISSN: 1995-4875. pp. 34.
- Mendoza-Espinoza, L., Quintanilla-Montoya, A., Cuevas-Arellano, HB. y Sosa-Lopez, J.** 2014. *Programa estatal de Acción ante el Cambio Climático Estado de Colima.*, doi: 10.13140/RG.2.2.20769.40800.
- Ministerio del Medio Ambiente.** 2014. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. Elaborado en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente.** 2015. *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/Plan-Pesca-y-Acuicultura-CMS.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente.** 2023. *Estrategia Climática de Largo Plazo 2050*. En: Ministerio del Medio Ambiente. Chile. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.** 2022. *Plan Nacional de Adaptación al cambio climático*. En: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico>
- Ministerio de la Producción (PRODUCE).** 2008. *Declaración de Interés Nacional sobre el Desarrollo e la Acuicultura en el Perú*. Decreto Supremo 020-2008-PRODUCE y Decreto Legislativo 1032. <https://vusp.produce.gob.pe/Content/docs/marco-legal/ds-020-2008-produce.pdf>
- Ministerio de la Producción.** 2021a. *Anuario estadístico Pesquero y Acuicola 2020*. 185 pp. En: Estudios Económicos. Perú. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anales/item/1080-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2021>
- Ministerio de la Producción.** 2021b. *Plan integral de gestión del cambio climático del sector agropecuario*. 328 pp.
- Monnereau, I., Mahon, R., McConney, P., Nurse, L., Turner, R. y Vallès, H.** 2017. *The impact of methodological choices on the outcome of national-level climate change vulnerability assessments: An example from the global fisheries sector*. Fish and Fisheries. Volumen 18, N°. 4, págs. 717–731. <https://doi.org/10.1111/faf.12199>
- Mugwanya, M., Dawood, M. A., Kimera, F. y Sewilam, H.** 2022. *Anthropogenic temperature fluctuations and their effect on aquaculture: A comprehensive review*. Aquaculture and Fisheries, Volumen 7, N°. 3, págs. 223–243. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.12.005>

- Navarro, J.M., Duarte, C., Manriquez, P.H., Lardies, M.A., Torres, R., Acuña, K., Vargas, C.A. y Lagos, N.A. 2016. *Ocean warming and elevated carbon dioxide: multiple stressor impacts on juvenile mussels from southern Chile*. ICES Journal of Marine Science. Volumen 73, N°. 3, págs. 764–771. <https://academic.oup.com/icesjms/article/73/3/764/2459099>
- Observatorio del Principio 10 en América y Latina y el Caribe.** 2023a. *Ley que establece la Política Nacional sobre Cambio Climático (Ley N°. 12187)*. En: Observatorio del Principio 10 en América y Latina y el Caribe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Chile. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://observatoriop10.cepal.org/es/instrumentos/ley-que-establece-la-politica-nacional-cambio-climatico-lei-no-12187>
- Observatorio del Principio 10 en América y Latina y el Caribe.** 2023b. *Ley Marco sobre el Cambio Climático (Ley N°. 30754 de 2018)*. En: Observatorio del Principio 10 en América y Latina y el Caribe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Chile. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://observatoriop10.cepal.org/es/instrumentos/ley-marco-cambio-climatico-lei-no-30754-2018>
- Oelckers, K., Vike, S., Duesund, H., González, J., Nylund, A. y Yany, G. 2015. *Caligus rogercresseyi: posible vector en la transmisión horizontal del virus de la anemia infecciosa del salmón (ISA)*. Lat. Am. J. Aquat. Res. Volumen 43. N°. 2. Valparaíso (Chile). Mayo de 2015. <http://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue2-fulltext-15>
- Palmer, T. y Stevens, B. 2019. *The scientific challenge of understanding and estimating climate change*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 116 (49) 24390-24395. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906691116>
- Poore, J. y Nemecek, T. 2018 *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*. Science. Volumen 360, N°. 6392. Págs. 987-992. DOI: 10.1126/science.aag0216
- Ramajo, L., Marbà, N., Prado, L., Peron, S., Lardies, M.A., Rodriguez-Navarro, A.B., Vargas, C.A., Lagos, N.A. y Duarte, C.M. 2016. *Biom mineralization changes with food supply confer juvenile scallops (Argopecten purpuratus) resistance to ocean acidification*. Global Change Biology. Jun;22 (6): 2025-37. Doi: 10.1111/gcb.13179.
- República del Ecuador. Ministerio del Ambiente.** 2012. *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>
- Saint Kitts and Nevis Information Service (SKNIS).** 2022. *Cultivating Dominica's seamount industry from shore to land*. En: SKNIS. St. Kitts and Nevis. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.sknis.gov.kn/2022/12/22/cultivating-dominicas-seamount-industry-from-shore-to-land/>
- Soto D., León-Muñoz, J., Dresdner J., Luengo C., Tapia F.J. y Garreaud R. 2019. *Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: understanding the biophysical – socioeconomic and governance links*. Reviews in Aquaculture 11(2). págs. 354–374. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/raq.12336>
- Soto, D., León-Muñoz, J., Garreaud, R., Quiñones, R. A., y Morey, F. 2021. *Scientific warnings could help to reduce farmed salmon mortality due to harmful algal blooms*. Marine Policy, 132, 104705. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104705>
- Soto, D., León-Muñoz, J., Molinet, C., Soria-Galvarro, Y., Videla, J., Opazo, D., Díaz, P., Tapia, F. y Segura, C. 2020. *Informe Proyecto ARClím: Acuicultura*. INCAR, Universidad de Concepción, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Universidad Austral de Chile, INFOP, Universidad de Los Lagos, e INTEMIT coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Puerto Montt, Chile. https://arclim.mma.gob.cl/media/informes_consolidados/01_ACUICULTURA.pdf

- Soto, D. y Quiñones, R.** 2013. *Cambio climático, pesca y acuicultura en américa latina: Potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 29. Roma, FAO. 335 págs. <https://www.fao.org/3/i3356s/i3356s.pdf>
- Soto, D., Ross L.G., Handisyde, N., Bueno P., Beveridge M.C.M., Dabbadie L., Aguilar-Manjarrez., Cai, J. y Pongthanapanich, T.** 2018. Climate change and aquaculture: vulnerability and adaptation options. En: Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. & Poulain, F., eds. 2018. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Roma, FAO. 628 págs. <http://www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf>
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA).** 2022. Informe sectorial de pesca y acuicultura consolidado (2021–2022). 18 pp. https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-117958_documento.pdf
- TEMPO Networks.** 2022. *WATCH: Export Saint Lucia, FAO Introduce BTC Wards to Seamos Farming – St. Lucia Times News*. En: TEMPO Networks. New jersey. [Consultado el 4 de marzo de 2024]. <https://www.temponetworks.com/2022/08/03/watch-export-saint-lucia-fao-introduce-btc-wards-to-seamos-farming-st-lucia-times-news/>
- Townhill, B.L., Birchenough, S.N.R., Engelhard, G.H., Harrod, O., McHarg, E., Monnereau, I. y Buckley, P.J.** 2021. *Responding to climate change in Caribbean fisheries and aquaculture through adaptation*. págs. 1–57. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/common-production-in-societies-dependent-on-fisheries>. Nature wealth-marine-economies-cme-programme-caribbean-region
- Valenti, W.C., Barros, H.P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G.W. y Cavalli, R.O.** 2021. *Aquaculture in Brazil: past, present and future*. Aquaculture Reports, Volumen 19. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>
- Vargas, C.A., Cuevas, L.A. y Broitman, B.R. et al.** 2022. *Upper environmental pCO₂ drives sensitivity to ocean acidification in marine invertebrates*. Nat. Clim. Chang. 12, págs. 200–207. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01269-2>
- Wurmann, C.** 2011. *Regional Review on Status and Trends in Aquaculture in Latin America and the Caribbean – 2010/ Revisión Regional sobre la Situación y Tendencias en el Desarrollo de la Acuicultura en América Latina y el Caribe – 2010*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular/FAO, Circular de Pesca y Acuicultura. N°. 1061/3. Roma. FAO. 212 pp. <https://www.fao.org/3/i2142b/i2142b.pdf>
- Wurmann, C., Soto, D. y Norambuena, R.** 2022. *Regional review on status and trends in aquaculture development in Latin America and the Caribbean – 2020*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular N°.1232/3. Roma. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb7811en>

ANEXO 1

Guía de lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático para la acuicultura en América Latina y el Caribe

1. Antecedentes generales

La adaptación se define como un proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños y aprovechar las oportunidades. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus impactos (IPCC, 2014). La adaptación puede reducir los riesgos de los impactos del cambio climático, pero su eficacia es limitada, particularmente ante cambios rápidos o de gran magnitud. En una perspectiva de mediano a largo plazo, y en el contexto del desarrollo sostenible, aplicar medidas de adaptación inmediatas permite que las opciones seleccionadas sean más efectivas y tengan impactos benéficos en el proceso de desarrollo (IPCC, 2014).

La adaptación puede contribuir al bienestar de las poblaciones actuales y futuras, la seguridad de los activos y el mantenimiento de los bienes, las funciones y los servicios ecosistémicos actuales y futuros. Un elemento relevante es que la adaptación es específica para cada lugar y contexto, y no existe un método único para reducir los riesgos que resulte adecuado para todas las situaciones.

América Latina y el Caribe es una región extremadamente vulnerable al cambio climático, debido a su dependencia de actividades muy sensibles al clima, como la pesca y la acuicultura, con su baja capacidad adaptativa actual.

En este contexto, existen diversas opciones de adaptación, que van desde construir infraestructura hasta hacer cambios institucionales, regulatorios o conductuales, y desde esa perspectiva la adaptación requiere del diseño e implementación de medidas directas y la creación de capacidades de adaptación a través de un mayor nivel de conocimiento sobre los riesgos, impactos, y medidas disponibles para enfrentar el cambio climático (Adger, Arnella y Tompkins, 2005; Few, Brown y Tompkins, 2007).

Para ser exitosas, las acciones de adaptación deben ser (INECC, 2018):

- **Factibles**, desde lo político, financiero, legales y técnicos, sociales e institucionales.
- **Equitativas**, que promueven la equidad y disminuir brechas de desigualdad.
- **Creíbles**, disponer de sustento técnico y aceptación cultural.
- **Evaluables**, para realizar monitoreo y evaluación.
- **Inclusivas**, considerar conocimientos tradicionales y diversos actores claves.
- **Sostenibles**, favoreciendo beneficios directos e indirectos en aspectos ambientales, sociales, y económicos, con una gobernanza sostenible para promover un crecimiento real, sostenible y perdurable en el tiempo.

2. Etapas para la estructuración de un plan de adaptación al cambio climático en la acuicultura en América Latina y el Caribe

Este capítulo describe un enfoque práctico para el desarrollo de un plan de adaptación al cambio climático para la acuicultura (PACCA) (Pham, Friðriksdóttir, Weber, *et al.* 2021). Se identifican tres tareas fundamentales en el proceso: (i) evaluar riesgos y oportunidades; (ii) identificar medidas de adaptación; y (iii) operacionalizar el plan de adaptación. Este enfoque puede ser aplicado en América Latina y el Caribe, a escala nacional o local, dependiendo del nivel de gobernanza establecido en el territorio.

Las tres tareas descritas se dividen en tres reuniones con las partes interesadas. Las reuniones, las tareas y las nueve etapas, deberán llevarse a cabo en orden cronológico (Figura A1.1).

El enfoque que se propone es de trabajo conjunto, lo que permite a las diferentes partes interesadas, con diversos antecedentes y visiones, evaluar y planificar conjuntamente sus esfuerzos de adaptación, con el fin de garantizar que el plan sea realista, inclusivo y aplicable al sector seleccionado, en este caso la acuicultura, y aumente la probabilidad de su éxito.

2.1 Primera reunión de partes interesadas: descripción del alcance

El objetivo de la primera reunión es crear un entendimiento mutuo del proceso de desarrollo de un plan de adaptación al cambio climático para la acuicultura (PACCA). El proceso se debería iniciar con diferentes actores, incluyendo autoridades nacionales (ministerios, subsecretarías sectoriales y otros organismos gubernamentales) y el sector privado, representado por las y los productores acuícolas.

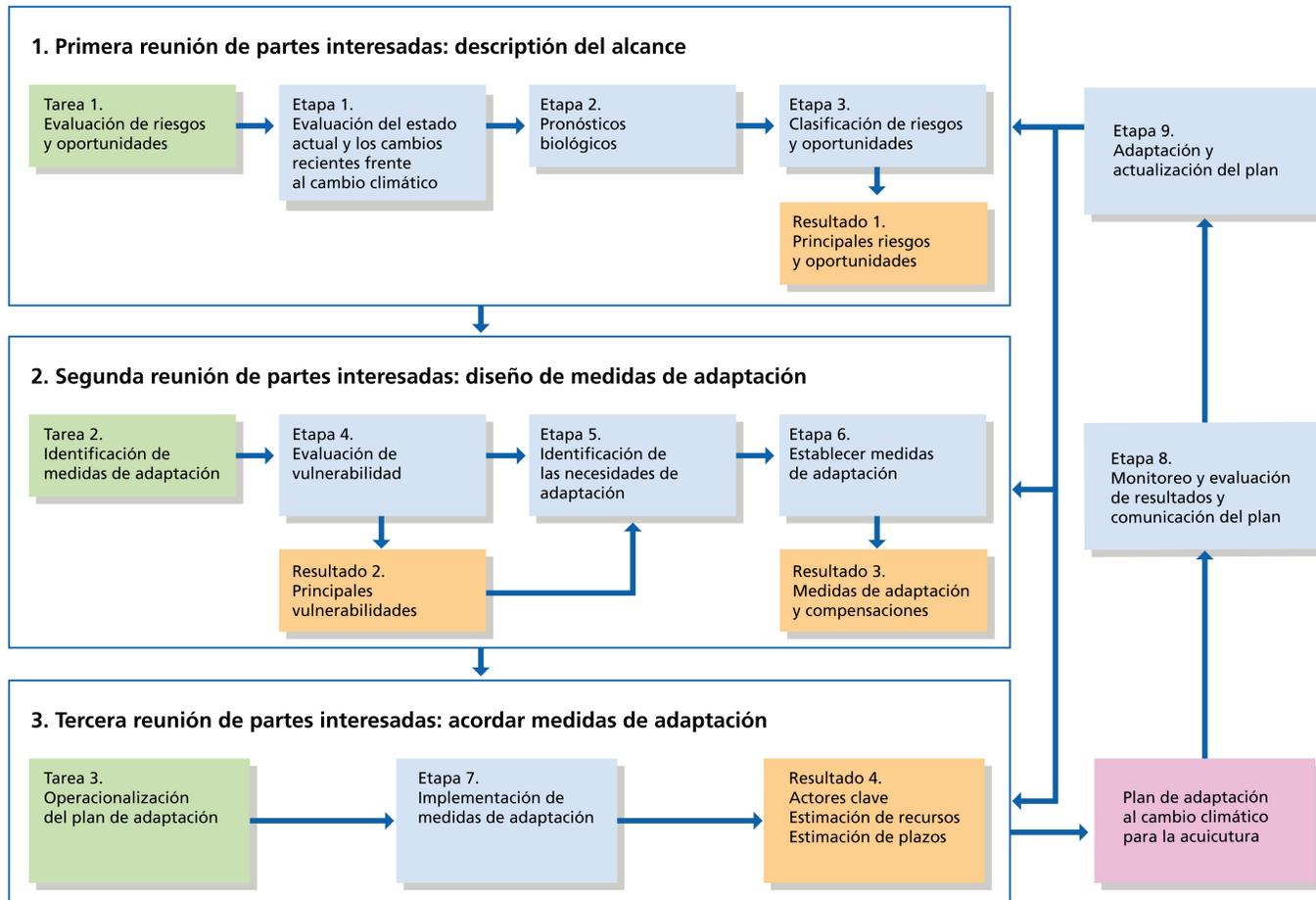
En esta reunión, se deberían aclarar y determinar los objetivos y el alcance del PACCA, para establecer objetivos y marcos claros. Por ejemplo, se deberían describir especies objetivo de la acuicultura, las áreas que serían intervenidas, etc. El resultado de esta reunión debe ser la descripción de las tareas y etapas y los roles de las partes interesadas, se discuten las tareas y pasos esenciales del proceso, para luego formalizarlos en un documento.

En el caso de la definición de roles, se deberían conformar dos grupos de trabajo, los que constituyen las partes interesadas en el proceso del PACCPA:

1. Los miembros de la asociación del PACCA: directamente involucrados en el proceso de su estructuración y su conducción, de acuerdo con su experiencia.
2. El grupo de referencia: actores que no están directamente involucrados en el proceso, pero si están interesados en su desarrollo. Serían informados y consultados en etapas específicas e invitados a las reuniones del proceso.

Todos los miembros de la asociación se deberán suscribir al acuerdo del PACCA, el que debería contener definiciones y acuerdos alcanzados para iniciar formalmente el proceso.

Figura A1.1
Proceso de estructuración de un plan de adaptación al cambio climático para la acuicultura



Fuente: Elaborado por los autores

Tarea 1. Evaluación de riesgos y oportunidades

Etapa 1. Evaluar el estado actual y los cambios recientes frente al cambio climático

Con base en las categorías de sostenibilidad y los componentes sugeridos en el Cuadro A1.1, los miembros de la asociación PACCA identifican todos los componentes que son relevantes para el sistema de acuicultura en consideración.

Cuadro A1.1 Identificación de las categorías de sostenibilidad, subcategorías y componentes de referencia para la estructuración de los planes de adaptación a los impactos del cambio climático en la acuicultura.

Categorías de sostenibilidad	Subcategoría	Componente
Gobernanza (Institucional)	Estructura de la gobernanza	Estructura de la administración (nacional/local), legislación/regulación institucional, recursos dedicados al cumplimiento y al seguimiento e investigación científica, acuerdos, compromisos internacionales, evidencias de colaboración y cooperación.
	Obligaciones legales	Registro de rendición de cuentas con respecto a leyes y políticas, reglas (por ejemplo, actividades comerciales cubiertas por procesos institucionales, evidencia de apoyo a procesos institucionales y/o legislación y regulación), marcos de licencias, cumplimiento, inspecciones y vigilancia.
Ecológico	Productividad	Especies cultivadas, sistemas de cultivo, densidades de siembra, tasas de crecimiento, biomasa, supervivencia, pesos iniciales y finales, conversión alimenticia.
	Biodiversidad	Escapes del cultivo.
	Hábitat – ecosistema	Enfermedades y patógenos, calidad de agua y localización de la actividad de cultivo.
Económico	Negocio	Utilidad de la industria, precio del alimento en relación con el costo marginal, infraestructuras, costos por uso de químicos, actividades de monitoreo, y costos de producción.
Social (incluyendo lo cultural)	Economía nacional	Ingresos nacionales (valor agregado bruto en acuicultura).
	Empleo	Empleo en acuicultura, equilibrio de género.
	Salud y bienestar	Proporción de pescadores/agricultores con ingresos medios por debajo del umbral de pobreza. Por ejemplo, educación, vivienda, seguridad ocupacional (número de muertes y lesiones relacionadas con el trabajo, clasificación de la seguridad laboral, proporción de la fuerza laboral acuícola sujeta a las leyes laborales.

Fuente: Pham, T.T.T., Friðriksdóttir, R., Weber, C.T. *et al.* 2021. Guidelines for co-creating climate adaptation plans for fisheries and aquaculture. *Climatic Change* 164, 62 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03041-z>

Posteriormente, se analizan los componentes del Cuadro 1 de acuerdo con las siguientes preguntas:

- i. ¿Cuál es el estado actual del componente?
- ii. ¿Se han observado cambios recientes?
- iii. ¿Qué factores climáticos han causado los cambios observados?

Las opiniones se sistematizan y documentan y se tienen en cuenta en los pasos posteriores del proceso del PACCA, para garantizar que el plan de adaptación resultante incluya más de una medida de adaptación por cada amenaza relacionada con el clima, si es necesario, adaptada a las necesidades de diferentes grupos de referencia.

Etapa 2. Pronósticos biológicos

El objetivo del pronóstico biológico es proporcionar información sobre los cambios en los parámetros biológicos bajo escenarios de cambio climático futuros en la producción de las especies en cultivo. El período de tiempo seleccionado y los escenarios climáticos dependen del alcance del PACCA, pero idealmente deberían cubrir marcos de tiempo a corto, mediano y largo plazo, y modelar de acuerdo con las concentraciones representativas de escenarios futuros modelados (RCP⁴, por sus siglas en inglés), de RCP 4.5 (calentamiento medio) como RCP 8.5 (peor escenario).

Los enfoques del modelo utilizado pueden variar desde simples modelos empíricos de aumento de la temperatura, desde el juicio de una o un experto, hasta modelos de ecosistemas complejos que incluyen módulos de simulación física y biogeoquímica.

El nivel de detalle y de error aceptable de los pronósticos puede diferir entre casos. Se sugiere seleccionar modelos adecuados en función de la literatura reciente. Por ejemplo, en la acuicultura marina, la teoría del presupuesto energético dinámico podría aplicarse y validarse para simular la bioenergética de una especie cultivada en función de la temperatura y la disponibilidad de alimentos, seguida de la extrapolación al nivel de población (Stavrakidis-Zachou, Papandroulakis y Lika, 2019).

La Etapa 2 describe cómo es probable que cada componente biológico identificado en la Etapa 1 responda al cambio climático pronosticado, idealmente en función de los resultados del modelo de pronóstico. En los casos en que los pronósticos de modelos no sean una opción, la información sobre la proyección biológica se puede adquirir a través de una revisión detallada de la literatura.

Aunque los pronósticos biológicos no son un requisito previo para el desarrollo del plan de adaptación al cambio climático para la acuicultura (PACCA) (Dessai *et al.*, 2009), las indicaciones cuantitativas de los posibles impactos del cambio climático en los componentes biológicos son muy beneficiosas, puesto que proporcionan resultados cuantitativos, ofrecen una mejor comprensión de la gravedad de la afectación de esos componentes biológicos y, por lo tanto, pueden utilizarse para evaluar riesgos y oportunidades. Además, son evidencia para las discusiones iniciales entre las partes interesadas (Dowling *et al.*, 2020), lo que ayuda a priorizar el resto del proceso de desarrollo del PACCA.

Discutir los resultados del pronóstico biológico en esta etapa ofrece una valiosa oportunidad para que las partes interesadas expresen sus preocupaciones en función de sus observaciones y experiencias, algunas de las cuales los científicos y expertos podrían haber considerado.

La consideración de modelos RCP, revisión de la literatura y las propias observaciones y experiencias, son complementarias y necesarias, pero se podría proceder sin el RCP si no se tienen los recursos o la capacidad técnica.

Etapa 3. Clasificación de riesgos y oportunidades

El cambio climático está estrechamente relacionado con el riesgo. El concepto de riesgo ha sido muy discutido en los últimos años, y en la literatura se señala que debe diferenciarse para abordar las complejas interacciones y muchas incertidumbres asociadas con el cambio climático (Barsley, De Young y Brugère, 2013; FAO, 2015). En la definición más común, el riesgo se define como la función

⁴ RCP Representative Concentration Pathways (vías de concentración representativas) son un conjunto estándar de posibles escenarios futuros modelados, que se utilizan para garantizar condiciones iniciales, datos históricos y proyecciones empleados por distintos grupos de investigadores de diversas ramas de la ciencia.

de probabilidad e impacto, es decir, la probabilidad de que ocurra un evento y las consecuencias que este pueda tener. Los riesgos brindan tanto oportunidades como amenazas, pero en el lenguaje cotidiano, el riesgo normalmente se asocia con peligros. En particular, cuando se trata del cambio climático, la atención se centra en los impactos adversos.

En esta guía, se distingue la evaluación de riesgos y las oportunidades y se consideran ambas para identificar los impactos negativos y positivos, respectivamente.

Existen varios métodos de evaluación de riesgos; el más factible depende de la disponibilidad de datos y el nivel de participación de las partes interesadas. Aquí se sugiere usar un enfoque matricial para los riesgos y oportunidades, utilizando la misma estructura matricial, la cual se completa de manera separada, pero complementaria, para riesgos y oportunidades (Figura A1.2).

Los riesgos se clasifican según la composición del nivel de impacto (usando una escala de cinco puntos) y la probabilidad de los impactos (medida en una escala de tres puntos).

Los niveles de impacto se establecen según la siguiente escala:

1. Insignificante (no medible)
2. Menor (impacto mínimo)
3. Moderado (algún impacto, pero sin consecuencias/beneficios significativos)
4. Mayor (gran impacto con grandes consecuencias/beneficios)
5. Extremo (impacto muy grande con significativas consecuencias/beneficios).

Los niveles de probabilidad de un evento se establecen como:

1. Improbable
2. Posible
3. Probable que suceda

Figura A1.2
Matriz de riesgo y oportunidades

Impacto/probabilidad	Improbable	Posible	Probable
Insignificante			
Menor			
Moderado			
Mayor			
Extremo			

Escala:

Insignificante		Menor		Moderado		Mayor		Extremo	
----------------	--	-------	--	----------	--	-------	--	---------	--

Fuente: Elaborado por los autores

La evaluación la llevan a cabo los miembros de la asociación del PACC

- i. En primer lugar, los posibles impactos climáticos en todos los componentes identificados en la Etapa 1 se describen como riesgos u oportunidades, teniendo en cuenta los resultados de los pronósticos biológicos en la Etapa 2.
- ii. En segundo lugar, la gravedad y la probabilidad de los impactos se evalúan en función del conocimiento y las percepciones de los participantes, utilizando el enfoque matricial descrito anteriormente.

Los resultados se comparten en la segunda reunión con todas las partes interesadas involucradas, conformadas por los miembros de la asociación del PACCA y el grupo de referencia, con el objetivo de obtener sus aportes, evaluación y validación.

2.2 Segunda reunión de partes interesadas: clasificación de riesgos y oportunidades

El objetivo de esta reunión de partes interesadas es obtener una revisión amplia de la evaluación de riesgos y oportunidades, incluidas todas las percepciones de las partes interesadas presentes. Esto garantiza que los científicos tengan en cuenta e interpreten correctamente las experiencias prácticas y la información en función de las realidades diarias de las partes interesadas.

Durante la reunión, los resultados del pronóstico biológico de la Etapa 2 y la lista de impactos relacionados con el clima identificados en la Etapa 3 se comunican y discuten con las partes interesadas, quienes dan su opinión sobre los impactos identificados, acuerdan los componentes afectados y, si es necesario, se complementan con nuevos impactos para finalizar la lista de impactos. Luego, las partes interesadas definen si cada impacto en la lista final representa un riesgo o una oportunidad y los clasifican según el conocimiento recopilado durante la reunión, utilizando el mismo enfoque que se describe en la Etapa 3. Si se sugieren nuevos impactos, los científicos miembros de la asociación del PACCA siguen el mismo proceso. La clasificación general de cada riesgo y oportunidad se promedia en una escala de 1 a 5, a partir de las puntuaciones de las partes interesadas, considerando el grupo de trabajo como del grupo de referencia.

En la mayoría de los casos, el número de impactos identificados es mayor que el número que se puede implementar, por lo tanto, es importante en esta etapa priorizar los componentes que, en el contexto del cambio climático, están asociados con altos riesgos y oportunidades. Sólo estos componentes serán considerados durante la Tarea 2.

Tarea 2. Identificación de medidas de adaptación

Etapa 4. Evaluación de vulnerabilidad

Medir la vulnerabilidad se considera un requisito previo para la adaptación al cambio climático (Metcalf *et al.*, 2015). En esta guía, se propone un enfoque cualitativo de abajo hacia arriba, basado en las percepciones de las partes interesadas para la evaluación de la vulnerabilidad, ya que la experiencia demuestra que los métodos cuantitativos rara vez son suficientes (Barsley, De Young y Brugère, 2013). Los métodos cuantitativos requieren muchos más datos y, en muchos casos, estos datos tienen que agregarse en diferentes escalas, lo que puede dar lugar a inexactitudes. Además, un PACCA está diseñado y utilizado por las partes interesadas, por lo que el método sugerido debe ser sencillo y fácil de usar.

En general, los factores centrales para determinar la vulnerabilidad son los impactos y la capacidad de enfrentar cada impacto, denominada capacidad de adaptación (CA). Para medir la CA, se utiliza la adaptación para pesquerías por Metcalf *et al.* (2015). En consecuencia, la CA se mide por seis formas de capital: humano, social, natural, físico, financiero y de gobernanza⁵. Además, se agrega la

⁵ El capital humano se refiere a la disponibilidad de habilidades, experiencia, conocimiento y mano de obra humana para llevar a cabo actividades de subsistencia. El capital financiero se refiere a los recursos financieros disponibles para apoyar las medidas de política y los incentivos). El capital social se compone de los lazos sociales (por ejemplo, redes familiares) que facilitan la acción cooperativa y los puentes sociales a través de los cuales se accede a las ideas y los recursos. El capital social también incluye reglas, normas, obligaciones y confianza

dependencia de los recursos, para dar cuenta de los niveles de empleo e ingresos derivados de la acuicultura. Los miembros del grupo de trabajo del PACCA clasifican todas las formas de capital utilizando una escala de Likert de tres puntos de CA, baja, media y alta, y luego se determina la mediana para cada impacto. Estos rangos de CA se combinan con el rango de impactos, que se evaluaron en la Tarea 1, para llegar a un rango de vulnerabilidad. Las vulnerabilidades medias y altas priorizadas (Figura A1.2) se utilizarán más adelante en la Etapa 5.

Etapa 5. Identificación de las necesidades de adaptación

La identificación de las necesidades de adaptación de cada componente tiene dos propósitos:

- i. Identificar un objetivo claro a futuro para cada componente.
- ii. Sugerir una implementación efectiva para las medidas de adaptación identificadas.

Es decir, lo que se requiere es que las medidas de adaptación faciliten efectivamente la adaptación al cambio climático. Los aportes de las partes interesadas son cruciales en este paso, ya que es probable que las partes interesadas tengan una visión clara sobre el escenario futuro deseado de los componentes, especialmente de los sociales y económicos.

Las necesidades de adaptación pueden identificarse mediante el simple ejercicio de preguntar a las partes interesadas:

¿Cuál sería el escenario futuro deseado para los componentes identificados en el Cuadro A1.1?

Las partes interesadas pueden ver el estado deseable de cada componente de manera diferente y, por lo tanto, la necesidad de adaptación puede incluir más de un objetivo. Sin embargo, si las partes interesadas presentan objetivos contradictorios, es importante tratar de formular un objetivo común con el que todas las partes puedan estar de acuerdo.

Debe tenerse en cuenta que las necesidades de adaptación para un componente específico pueden ser diferentes cuando se consideran en términos de un impacto en comparación con otro. Por ejemplo, al observar el componente de infraestructura dentro de un sistema de acuicultura, sus necesidades de adaptación por una mayor presencia de patógenos (por ejemplo, prevención de incrustaciones) será muy diferente que hacia eventos climáticos más extremos (por ejemplo, infraestructura más sólida). Por lo tanto, es importante considerar las necesidades de adaptación de cada componente bajo cada impacto.

Etapa 6. Establecer medidas de adaptación

Las medidas de adaptación están diseñadas para:

- i. Ayudar a satisfacer las necesidades de adaptación
- ii. Reducir la vulnerabilidad y mitigar los riesgos mientras se aprovechan las oportunidades potenciales.

Las medidas de adaptación se pueden dividir en tres niveles, asociados a tres escalas de tiempo diferentes para la implementación (corto, mediano y largo plazo), como se muestra a continuación:

- Los operadores de cultivo: Pueden implementar medidas de adaptación independientemente de las decisiones gubernamentales.
- La industria: Sus recomendaciones de políticas para la implementación de medidas de adaptación requieren decisiones gubernamentales. Las recomendaciones pueden variar desde cambios en la legislación y la creación de nuevas agencias gubernamentales hasta incentivos financieros para estimular la adaptación climática, planes de seguros o financiación de la investigación y el desarrollo tecnológico.
- Los centros de investigación: Las brechas de investigación y conocimiento que deben abordarse para facilitar la adaptación climática. En este contexto, aun cuando está definido qué tipo de

arraigada en las relaciones sociales y los arreglos institucionales de las sociedades. El capital físico consiste en bienes hechos por el hombre, como carreteras, maquinaria, herramientas y otros insumos para los procesos de producción. El capital de gobernanza se refiere a las cualidades del sistema de gestión.

medida de adaptación se necesita, su implementación no está clara. Por ejemplo, se ha identificado la necesidad de desarrollar programas investigación en reproducción de peces en cultivo para individuos resistentes a las condiciones cambiantes generadas por el cambio climático. En este caso, es necesaria la identificación de genes relacionados con la adaptación térmica, ya que rasgos como la sensibilidad ambiental y la resistencia a enfermedades podrían convertirse en nuevos objetivos de mejoramiento. Por lo tanto, se pueden identificar medidas de adaptación a nivel de la industria o pequeños productores, pero se necesita investigación antes de la implementación.

Una vez que se ha identificado una lista de medidas de adaptación, idealmente se debería realizar una evaluación más detallada antes de la implementación, centrándose en las compensaciones (Watkiss, Ventura y Poulain, 2019). Se propone una evaluación de impacto *ex ante* basada en pronósticos en lugar de resultados reales, ya que las medidas aún no se han implementado y, por lo tanto, no se pueden evaluar. El procedimiento sugerido para una evaluación de impacto *ex ante* de las medidas de adaptación podrían ser:

- i. Identificar quién se verá afectado.
- ii. Predecir cómo evolucionará el impacto con el tiempo.

Las evaluaciones de impacto *ex ante* bien realizadas pueden respaldar la formulación de políticas basadas en pruebas y facilitar el debate entre las partes interesadas a lo largo del proceso. Si es posible, las medidas de adaptación deben incluirse en los modelos de pronóstico para cuantificar sus posibles impactos. Para aquellas medidas de adaptación que no se pueden modelar, los impactos se pueden evaluar utilizando un enfoque cualitativo, donde se identifican y discuten las compensaciones potenciales entre las medidas de adaptación, equilibrando las dimensiones ecológica, social, económica y de gobernanza.

2.3 Tercera reunión de partes interesadas: acordar medidas de adaptación

Las medidas de adaptación identificadas en la Etapa 6 se discuten en la tercera reunión de partes interesadas. En esta etapa se deberían validar los resultados de las reuniones anteriores, actualizando la información que no fue considerada en la segunda reunión. Se incentiva a las partes interesadas a expresar sus opiniones sobre la viabilidad de las medidas de adaptación.

El resultado esperado de la reunión es un conjunto de medidas de adaptación acordadas por la mayoría de las partes interesadas.

Tarea 3. Operacionalización del plan de adaptación

Etapa 7. Implementación de medidas de adaptación

Esta etapa evalúa el esfuerzo de trabajo requerido y describe los requisitos previos para la implementación de las medidas de adaptación. Los elementos primordiales a considerar en la planificación de esta etapa son los actores claves, las estimaciones de recursos, las posibles fuentes de financiación y los plazos.

Actores claves

Antes de implementar las medidas de adaptación, es importante identificar las y los actor(es) clave(s) que serán responsables. Siempre hay al menos un actor predeterminado responsable de una medida, las y los operadores de la acuicultura en cuestión para las medidas a nivel de la industria, los formuladores de políticas o las agencias gubernamentales para las medidas a nivel de políticas, y los científicos para las medidas a nivel de investigación.

Estimación de recursos

Los recursos estimados necesarios para implementar las medidas de adaptación deben evaluarse en esta etapa, ya que pueden convertirse fácilmente en una limitación. La estimación debe incluir todos los aspectos de implementación y operación y debe hacerse en consulta con los actores involucrados en cada medida de adaptación. Cuando sea posible, se debe realizar un análisis de costo-beneficio.

Fuente de financiamiento

La disponibilidad de fondos es crucial para la implementación de diferentes medidas de adaptación. Deben explorarse diversas fuentes, desde el financiamiento privado de las partes interesadas y las empresas, hasta los fondos de investigación nacionales y de los organismos de financiamiento internacionales.

Las fuentes de financiamiento pueden incluir fondos con altos criterios de elegibilidad, así como otros más accesibles para organizaciones pequeñas y menos institucionalizadas con experiencia limitada en proyectos de cambio climático. No es necesario confirmar las fuentes de financiamiento en esta etapa, pero se debe proporcionar una descripción general de los posibles contribuyentes y las opciones.

Estimación de plazos

El plazo se refiere al tiempo necesario para la planificación e implementación de las medidas de adaptación. El cronograma debe considerar y estructurarse en función de los recursos disponibles y los costos. Sin embargo, esto depende de qué datos estén disponibles y, por lo tanto, debe ser evaluado por los actores claves en cada caso. Se debe incluir un margen de tiempo de puesta en marcha para cubrir retrasos inesperados en el proceso de implementación.

3. Implementación, monitoreo y adaptación del plan

Cuando se completa el plan de adaptación, las próximas etapas son las siguientes:

Etapas 7. Implementación de medidas de adaptación

La implementación rara vez saldrá exactamente como se planeó. Esto puede deberse a un seguimiento inadecuado, a que las medidas no fueron apropiadas como se suponía en un principio, a una oposición de partes interesadas, a que las circunstancias de base cambiaron, o que otros problemas contingentes se tornaron más urgentes. Esto significa que el monitoreo y la evaluación son cruciales para aprender, adaptar y garantizar la eficacia, eficiencia y equidad de las intervenciones de adaptación.

Etapas 8. Monitoreo y evaluación de resultados y comunicación del plan

A través del monitoreo y la evaluación se puede realizar un seguimiento de la implementación, identificar los avances insatisfactorios o las barreras inesperadas, además de resaltar las acciones adicionales o las mejoras requeridas. Por lo tanto, es importante que las partes interesadas continúen participando y contribuyendo con el monitoreo y evaluación de los esfuerzos de adaptación climática. Sus valoraciones y comentarios son esenciales y permiten correcciones de rumbo que se perciban como necesarias, pertinentes y oportunas.

El monitoreo se puede realizar utilizando un conjunto de indicadores preexistentes o nuevos (variación de temperaturas máximas respecto años anteriores, proyecciones de temperatura en el futuro, variaciones de pluviosidad respecto de años anteriores, entre otros). Estos indicadores se evalúan frente a los resultados asociados a los objetivos del plan y, por lo tanto, permiten la evaluación de las entradas y salidas del proceso, los recursos y la capacidad organizativa, junto con la capacidad de adaptación general.

Etapas 9. Adaptación y actualización del plan

La adaptación y actualización del plan requiere que los indicadores sean medibles a corto plazo, pero aun así puedan relacionarse con resultados a largo plazo. Pueden ser indicadores cuantitativos o cualitativos, lo importante es que proporcionen evidencia para acciones adicionales o correctivas. También se debe determinar la periodicidad del monitoreo y la evaluación, en función del plan, pudiendo realizarse una adaptación o actualización cuando se disponga de nueva información o ante la ocurrencia de eventos significativos.

Referencias

- Adger, W.N., Arnell, N.W. y Tompkins, E.L.** 2005. *Successful adaptation to climate change across scales*. *Global Environmental Change*, 15, págs. 77–86.
<https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/europe/united-kingdom-amp-ireland/Adger-et-al.-2005.-UK-Successful-Adaptation-to-CC.pdf>
- Barsley, W., De Young, C y Brugère, C.** 2013. *Vulnerability assessment methodologies: an annotated bibliography for climate change and the fisheries and aquaculture sector*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular N°. 1083. Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/i3315e/i3315e.pdf>
- Dessai, S., Hulme, M., Lempert, R. y Pielke, R.** 2009. *Do We Need Better Predictions to Adapt to a Changing Climate?*, *Eos Trans. AGU*, 90(13), 111–112, doi:10.1029/2009EO130003
- Dowling, N.A. et al.** 2020. Optimising harvest strategies over multiple objectives and stakeholder preferences. *Ecological Modelling*, Volumen 435, 2020, 109243, ISSN 0304-3800,
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109243>.
- FAO.** 2015. *Assessing climate change vulnerability in fisheries and aquaculture: Available methodologies and their relevance for the sector*, by Cecile Brugère and Cassandra De Young. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N°. 597. Rome, Italy.
<https://www.fao.org/3/i5109e/i5109e.pdf>
- Few, R., Brown, K. y Tompkins, E.L.** 2007. *Public participation and climate change adaptation: avoiding the illusion of inclusion*, *Climate Policy*, 7:1, págs. 46–59,
 doi: 10.1080/14693062.2007.9685637
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).** 2018. *Diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en México*. Resumen Informativo. Ciudad de México.
<https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/material/adaptacion.pdf>
- IPCC.** 2014: *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC. Ginebra (Suiza). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- Metcalf, S. J. et al.** 2015. *Measuring the vulnerability of marine social-ecological systems: a prerequisite for the identification of climate change adaptations*. *Ecology and Society* 20(2): 35.
<http://dx.doi.org/10.5751/ES-07509-200235>
- Pham, T.T.T., Friðriksdóttir, R., Weber, C.T. et al.** 2021. *Guidelines for co-creating climate adaptation plans for fisheries and aquaculture*. *Climatic Change* 164, 62 (2021).
<https://doi.org/10.1007/s10584-021-03041-z>
- Stavrakidis-Zachou, O., Papandroulakis, N. y Lika, K.** 2019. *A DEB model for European sea bass (Dicentrarchus labrax): Parameterisation and application in aquaculture*, *Journal of Sea Research*, Volume 143, 2019, pp 262–271, ISSN 1385-1101,
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.05.008>
- Watkiss, P., Ventura, A. y Poulain, F.** 2019. *Decision-making and economics of adaptation to climate change in the fisheries and aquaculture sector*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N°. 650. Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/ca7229en/CA7229EN.pdf>

Este documento responde a las recomendaciones contenidas en los Informes de reuniones ordinarias de la Comisión de Pesca en Pequeña Escala, Artesanal y Acuicultura de América Latina y el Caribe (COPPESAALC) para abordar los impactos del cambio climático en la acuicultura en la región. El capítulo 1 describe el escenario de la acuicultura frente al cambio climático, en el capítulo 2 se detalla el enfoque metodológico usado para la evaluación, mientras que el capítulo 3 presenta las principales amenazas asociadas al cambio climático y sus impactos por tipo y sistema de cultivo, los instrumentos de gestión para la adaptación al cambio climático en la acuicultura, y estudios de caso de seis países que, en conjunto, representaron el 93 % de la producción acuícola en América Latina y el Caribe en 2021. A continuación, se proponen recomendaciones dirigidas a las y los tomadores de decisión para la generación de políticas y planes de adaptación al cambio climático. Por último, se entrega una pauta de referencia para abordar el diseño de un plan de adaptación al cambio climático en la acuicultura, orientadas a fortalecer esta actividad en América Latina y, sobre todo, en el Caribe.

ISBN 978-92-5-138625-5 ISSN 2070-7061



9 789251 386255
CC9985ES/1/03.24