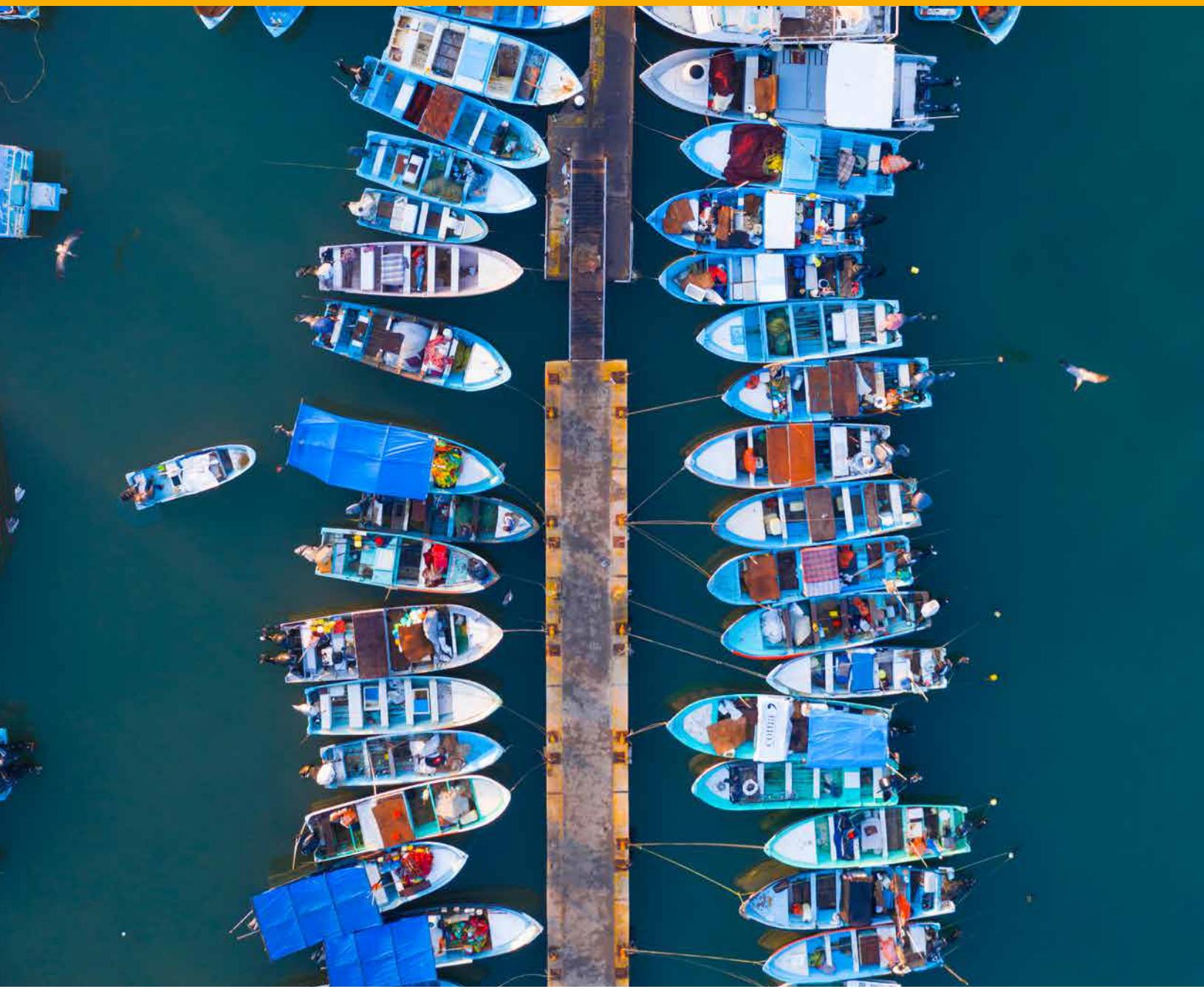


# Cambio climático en México:

Recomendaciones de política pública para la adaptación  
y resiliencia del sector pesquero y acuícola.



## PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

### Equipo consultor del proyecto

Dr. Héctor Reyes Bonilla  
M.C. Luis Fueyo MacDonald  
M.C. Marina Abas  
Biol. Leonardo Vázquez Vera  
Dr. David Patatán Ramírez  
Dr. Fernando Aranceta Garza  
Dra. Elvia Aída Marín Monroy  
Dra. Gabriela Cruz Piñón  
Dra. Hem Nalini Morzaria-Luna  
Ing. Carla Martínez Castañeda  
Dr. Francisco J. Vergara Solana  
Dr. Miguel Ángel Ojeda Ruiz de la Peña

### Environmental Defense Fund

Juan Manuel Calderón Alvarado

### Impacto Colectivo por la Pesca y Acuacultura Mexicanas

Gabriela Anaya Reyna  
Mara L. Nah Orozco  
Julián Portilla

### Grupo Especial de Trabajo en Cambio Climático

El grupo especial de trabajo en cambio climático en Impacto Colectivo por la Pesca y la Acuacultura Mexicanas está conformado por:

Environmental Defense Fund de México (EDF)  
Comunidad y Biodiversidad A.C. (COBI)  
Confederación Mexicana de Cooperativas Pesqueras y Acuícolas (Conmecoop)  
Programa Marino del Golfo de California (PMGC)  
The Nature Conservancy (TNC)  
World Wildlife Fund México (WWF)

# Cambio climático en México:

Recomendaciones de política pública para la adaptación  
y resiliencia del sector pesquero y acuícola.



The Nature Conservancy  
Conservando la naturaleza.  
Protegiendo la vida.



CONMECOOP



WWF



centro de  
INVESTIGACIONES  
BIOLOGICAS  
DEL NOROESTE, S.C.



Environmental  
Defense  
Fund



## AGRADECIMIENTOS

Karina Aguilar	Sarahí Gómez	Juliano Palacios
Pablo Álvarez	Mariela Gómez	Mario Ramade
Cristina Alvidrez	Laura Gómez	Mariana Ramos
Maria Aquino	Pablo Granados	Isabel Reyes
Eleonora Aranda	Karla Góngora	Andrew Rhodes
Francisco Arreguín	Fabiola Gress	Ana Paola Rivas
Andrés Ávila	Arturo Hernández	Alberto Rodríguez
Danae Azuara	Ingrid Hernández	Minerva Rosette
Cecilia Blasco	Jose Martín Hernández-Ayón	Mario Sánchez
Juan Bonilla	Walter Hubbard	Eunice Sánchez
Luis Bourillón	Juan Domingo Izábal	Ana Paola Suárez
Alejandro Callejas	María del Carmen Jimenez-Quiroz	Alvin Suárez
Alejandra Calzada	Paulina Klein	Daniel Thompson
Alejandra Campos	Juan Carlos Lapuente	Camilo Thompson
Nirari Cárdenas	José Leal	Luz María Torres
José Luis Carrillo	Guadalupe Armando Leyva	Valentina Tostado
Alfonso Chaparro	Inés López	Javier Van Cawelaert
Miguel Angel Cisneros	Catalina López	Salvador Van Dyck
Geiser Concha	Elizabeth López	Oscar Vélez
Gloria Cuevas	Joaquín Madrigal	Juan Pedro Vela
Juan Gabriel Diaz	Silvia Márquez	Anaid Velasco
Patricia De Obeso	Amparo Martínez	Rosario Villavicencio
Celina Domínguez	Fiorenza Michelli	Mariana Walther
Yago Doson	José Morales	Silvia Yee
Gabriela Ehuan	Dulce Maria Munguía	
Elva Escobar	Daylin Muñoz	
Rosario Espinosa	Belen Ojeda	
Ana Luisa Figueroa	Nadia Olivares	
Alberto Filio	Lorena Ortiz	
José Flores	Artemisa Padilla	
Ana María Frías	Milena Pafundi	
Sol García		

**Foto de portada:**

Juan Carlos Munoz/  
Shutterstock

**Diseño Editorial:**

Diego Aguirre

**Diseño de infografías:**

Ana Larco

## CONTENIDO

Resumen ejecutivo	7
Introducción	13
<b>Capítulos</b>	
Cambios oceanográficos esperados como consecuencia del cambio climático en los mares de México	17
Orígenes, tendencias y perturbaciones potenciales originadas por el cambio climático con impactos directos sobre la actividad acuícola y pesquera de México	23
Breve análisis de vulnerabilidad de las comunidades costeras en la República Mexicana	31
Análisis diagnóstico del impacto socioeconómico del cambio climático en México	37
Revisión de los programas y proyectos que dan marco a la gobernanza climática y acuícola-pesquera del país	43
Marco jurídico para la adaptación al cambio climático en el sector pesquero y acuícola de México	49
Experiencias nacionales e internacionales de adaptación de comunidades pesqueras al cambio climático	55
Conclusiones	61
Recomendaciones para una estrategia de política pública de adaptación al cambio climático del sector pesquero y acuícola de México	63
Referencias	69



# Resumen ejecutivo

El presente documento presenta un análisis detallado de la situación de la pesca y la acuacultura de México ante la perspectiva y el desafío que constituye el cambio climático global, bajo la perspectiva ambiental y el marco jurídico existente que establece las líneas a seguir para la adaptación al cambio climático en el sector de interés. El estudio se llevó a cabo a partir de revisiones bibliográficas extensas, complementadas por la generación de información original y entrevistas a personas expertas, y concluye con una serie de talleres y consultas en los que participaron en las que participaron el sector público, el productivo, la academia y las organizaciones civiles. Los cuales arrojaron diversas recomendaciones sobre políticas públicas para la adaptación y resiliencia al cambio climático del sector pesquero y acuícola en México.

**Estas alteraciones pueden tener importantes efectos, en particular sobre las especies de moluscos de interés comercial**

De acuerdo con las proyecciones realizadas para los escenarios de Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés), para el año 2050, bajo el escenario más favorable, podría ocurrir un ligero incremento de la productividad primaria en todas las regiones del Atlántico y un decremento en las regiones del Pacífico –a excepción del Pacífico Transicional de Monterrey, que presentaría un

incremento superior a 30%, mientras que el oxígeno disuelto disminuiría en todas las regiones marinas. Bajo el escenario menos favorable, las regiones del Atlántico tendrían una pérdida de

entre 11 y 15% de su productividad primaria y de 0.1 a 2.1 mol.m<sup>-3</sup> de su oxígeno disuelto, mientras que otras regiones podrían presentar un ligero aumento en estas variables. En ambos escenarios se espera un ligero incremento en la temperatura de todas las regiones, particularmente alto en el Pacífico Transicional de Monterrey (de 1 a 2.9 °C). Únicamente en el escenario menos favorable, la región Golfo de California en el Pacífico y la Sonda de Campeche y costa norte de Yucatán en el Golfo de México Sur presentan un enfriamiento mínimo. Para el año 2100, el escenario más favorable muestra que los cambios en la temperatura y producción primaria son ligeramente inferiores respecto al año 2050, debido a que este escenario prevé la posibilidad de alcanzar mejores condiciones de sustentabilidad a finales de siglo. En contraste, el escenario menos favorable muestra que la temperatura seguirá incrementando en todas las regiones (sobre todo, en el Pacífico Transicional de Monterrey y el Mar Caribe), y que habrá disminuciones importantes de productividad primaria (de 50 a 80%) en el Pacífico Central Americano y el Golfo de California, así como en las regiones del Atlántico. Finalmente, el oxígeno se vería disminuido en ambos escenarios, particularmente en el menos favorable, en la zona del Atlántico. Por otro lado, los escenarios de cambio

## Principales Resultados

Los resultados del estudio indican que, de acuerdo con los modelos océano-atmósfera más recientes, las **principales alteraciones oceanográficas** que se predicen para el país son los cambios en la temperatura del mar, aumento en la intensidad de los huracanes, elevación del nivel del mar en estados con amplias extensiones de zonas bajas, acidificación del mar y disminución de la concentración de oxígeno. Estas alteraciones pueden tener importantes efectos, en particular sobre las especies de moluscos de interés comercial.

climático hacia el año 2050 indican que los sitios de pesca industrial actuales tendrán un incremento en la temperatura menor a 1 °C, pero verán disminuciones de la productividad primaria y de oxígeno disuelto. Para el año 2100, la caída en la productividad primaria podría ser más pronunciada, con excepciones en algunas zonas del Pacífico Sudcaliforniano que podrían incrementarla junto con un ligero aumento en el oxígeno disuelto. No obstante, el escenario menos favorable muestra un incremento importante en la temperatura y una disminución del oxígeno disuelto en la mayoría de los sitios.

Por otra parte, hacia el año 2050, la mayoría de los sitios donde se realiza la maricultura experimentarán una disminución de su productividad primaria, y entre 20-50% tendrán disminuciones en sus niveles de oxígeno disuelto, además de un incremento en la temperatura de hasta 2 °C bajo el escenario menos favorable. Finalmente, para el año 2100, la mayoría de los sitios tendrán bajos niveles de productividad primaria en el escenario más favorable y, aunque podrían disminuir las anomalías de temperatura respecto al año 2050, se espera un decrecimiento en los niveles de oxígeno disuelto en todos los sitios. Bajo el escenario menos favorable, todos los sitios tendrán hasta 80 % de pérdida en los niveles de producción primaria y un incremento en la temperatura de hasta 4.5 °C para el año 2100. Los sitios con mayor pérdida de productividad primaria tendrán, además, una disminución en el oxígeno disuelto de hasta 3 mol.m<sup>-3</sup>.

## Marco Jurídico

El análisis de la legislación concluye que el país cuenta con un marco legal con el que se pueden enfrentar las perturbaciones futuras de manera exitosa. México cuenta con un Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) a cargo del Ejecutivo Federal, responsable de propiciar sinergias para enfrentar de manera conjunta la vulnerabilidad, los riesgos del país, y establecer las acciones prioritarias de mitigación y adaptación al CC, donde se vinculan las necesidades del sector agroalimentario. Si bien el arreglo institucional y

operativo del SINACC es sólido, en la práctica no parece dar los resultados esperados puesto que no ha logrado la concurrencia, la vinculación ni la congruencia entre programas, acciones e inversiones de los tres órdenes de gobierno con el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) (Velasco Ramírez y García Maning, 2019). Por otro lado, tampoco se han alcanzado las metas de aplicación en las entidades federativas y municipales; algunos de los estados con mayor relevancia en la producción pesquera y acuícola del país están relativamente rezagados en impulsar la creación y aplicación de instrumentos de política pública (INECC, 2019).

Considerando la relevancia de los instrumentos de política pública para la aplicación de la Ley General de Cambio Climático, es necesario identificar los retos que enfrentan las entidades federativas para su creación, priorizando a las entidades que tienen mayor dependencia de la pesca y acuacultura.

**Bajo el escenario menos favorable, todos los sitios tendrán hasta 80 % de pérdida en los niveles de producción primaria y un incremento en la temperatura de hasta 4.5 °C para el año 2100**

Asimismo, es crucial la expedición de un reglamento de la ley de pesca y acuacultura actualizado, que vincule de manera explícita los instrumentos de política climática a las acciones referidas en el Programa Nacional de Pesca y Acuacultura 2020-2024, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la integración de avances científicos como base de las modificaciones y creación de futuras normas y/o leyes.

Finalmente, si bien el marco jurídico que se tiene disponible en México para apoyar las políticas de adaptación al cambio climático en el sector pesquero y acuícola es amplio y robusto, dichas políticas deben incluir la cooperación internacional y el enfoque de derechos humanos. Asimismo, incorporar el enfoque de género y la integración de jóvenes a la actividad pesquera y acuícola, con mejores niveles de educación y capacitación, fortalecerá la capacidad de adaptación en la pesca artesanal.

## Impactos

El análisis de la vulnerabilidad de las comunidades costeras del país a las presiones causadas por el cambio climático mostró que en este momento los estados del noroeste son los que se encuentran en peor situación,

pero que para 2050, si el incremento en concentración de gases de efecto invernadero no ha sido controlado, los estados de la costa sur del Golfo de México y la Península de Yucatán se pueden ver notablemente afectados. Con base en este análisis se determinaron las comunidades costeras más vulnerables del país en dos escenarios (menos y más favorable) y dos horizontes (2050 y 2100). Los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California son las entidades con mayor número de comunidades vulnerables. En el escenario menos favorable, que refleja un desarrollo impulsado por combustibles fósiles, hay un mayor número de entidades con comunidades vulnerables.

Las variaciones ambientales relacionadas al cambio climático vuelven aún más compleja la situación de la pesca y la acuacultura. El costo de no actuar ante ellas o hacerlo inadecuadamente ha sido estimado en una pérdida económica de 51 millones de dólares anuales (Mangin et al., 2018).

La capacidad de adaptarse a condiciones desfavorables derivadas del cambio climático es diferente entre personas dedicadas a la producción pesquera y acuícola. Para las comunidades pesqueras, esta capacidad depende de su infraestructura y nivel de organización social, así como de la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos (Nenadovic et al., 2018); en cambio, el sector acuícola puede decidir anticipadamente el nivel de riesgo al momento de planear el tipo de instalación, localización, especies de cultivo e infraestructura, lo cual contribuye a disminuir los impactos y la vulnerabilidad (Monteforte, 2013).

El **impacto socioeconómico del cambio climático** también será diferente entre flotas (Seijo et al., 1998; Anderson y Seijo, 2010). Para la artesanal, donde no existe una inversión significativa por temporada, el aumento en la incertidumbre de los recursos traerá altas preferencias intertemporales o uso inmediato de los recursos, fomentando su sobreexplotación y una mayor vulnerabilidad y pobreza en comunidades costeras en acceso abierto al recurso. Por otro lado, en pesquerías industriales, la preferencia intertemporal será baja, dirigida a marcos conservativos de manejo y administración pesquera (p.ej., entrada limitada de buques) para favorecer inversiones y explotar el recurso durante un lapso prolongado de tiempo. La vulnerabilidad de esta flota podría ser mayor, ya que la búsqueda de los

recursos implica una inversión aún más grande que podría incluso obligar a salir de la actividad, con la subsecuente pérdida de empleos.

Considerar los impactos del cambio climático en el sector agroalimentario es necesario y precisa integrar y aplicar estrategias que garanticen la seguridad alimentaria del país, impulsando un desarrollo inteligente que tome en cuenta la interacción entre los diferentes actores para prevenir conflictos sociales.

## Conclusiones

Existe suficiente evidencia acerca del fenómeno del cambio climático. En México ya está impactando la vida y el bienestar de miles de personas, particularmente en la región noroeste del país.

**Los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California son las entidades con mayor número de comunidades vulnerables**

Entre las principales alteraciones oceanográficas en el país que predicen los modelos utilizados en el presente estudio destacan la elevación en la temperatura del mar, aumento en la intensidad de los fenómenos meteorológicos, como los huracanes, elevación del nivel del mar en estados con amplias extensiones de zonas bajas, así como acidificación y disminución de la concentración de oxígeno, especialmente en la región noroeste.

El análisis efectuado sobre la vulnerabilidad de las comunidades costeras del país a las presiones causadas por el cambio climático muestra que en la actualidad los estados del noroeste son los que se encuentran en peor situación, pero que en el futuro mediato (hacia el año 2050), en el escenario menos favorable propuesto por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas, los estados de la costa sur del Golfo de México y la Península de Yucatán se verían notablemente afectados.

El marco legal que da fundamento a la política climática de México es robusto y, en general, muy aceptable. Dicho marco provee un conjunto de herramientas para enfrentar las perturbaciones futuras, y está apoyado por una serie de tratados y acuerdos internacionales a los que México se ha adherido. Sin embargo, las herramientas legales y normativas nacionales presentan desconexión y es

necesario armonizarlas para maximizar su eficacia. Así mismo, se concluye que muchos estados costeros están rezagados en materia de creación de leyes y normas para la mitigación y adaptación al cambio climático.

## Recomendaciones

Como resultado de nuestro análisis, se ofrece un conjunto de **recomendaciones** aplicables desde lo local hasta lo nacional, con el fin de mejorar la capacidad adaptativa del sector pesquero y acuícola ante el cambio climático en México, destacando las siguientes:

**a) Instituir un Programa Nacional de Pesca y Cambio Climático:** la elaboración de una política de adaptación al cambio climático para el sector pesquero y acuícola requiere de mecanismos de gobernanza que hagan partícipes a personas dedicadas a la pesca y a sus organizaciones. La adaptación requiere de ecosistemas y recursos pesqueros en condiciones adecuadas de salud. Por ello, las herramientas previstas en la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, es decir, el ordenamiento pesquero, los planes de manejo pesquero y el otorgamiento de concesiones y permisos se convierten en instrumentos legales indispensables para la resiliencia y la adaptación al cambio climático. Durante el proceso de elaboración de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático para la Pesca y Acuacultura deberán adoptarse medidas que permitan incursionar en un proceso dinámico de implementación de políticas públicas que favorezcan ecosistemas y recursos pesqueros resilientes y, sobre todo, comunidades resilientes, organizadas y fortalecidas para enfrentar los retos que representa el cambio climático global. Asimismo, deberán desarrollarse programas de protección y restauración de ecosistemas costeros que son importantes para las especies pesqueras: manglares, lagunas costeras, esteros, dunas costeras, arrecifes, pastos marinos, deltas y desembocaduras de ríos, entre otros. Mantener el buen estado de salud de los stocks pesqueros es una condición necesaria para fortalecer la resiliencia de los recursos pesqueros sujetos a explotación.

**b) Crear un Atlas de Riesgo para el sector pesquero:** este instrumento debe incorporar las presiones ambientales y la capacidad adaptativa de las comunidades y, en paralelo, organizar planes de contingencia para minimizar impactos económicos y sociales, fomentar el trabajo preventivo y buscar opciones para asegurar la infraestructura y bienes de las personas.

**c) Aumentar la inversión en la generación de conocimiento que permita prever eficientemente y guiar estrategias de manejo:** invertir en la formación de cuadros especializados en el tema del cambio climático, tanto en el sector público, como en organizaciones civiles y academia.

**d) Crear espacios directos de comunicación entre gobierno y comunidades pesqueras para enfrentar el problema:** aumentar la inversión en la generación de conocimiento e implementar acciones que permitan combinar, reconocer y validar los saberes de todos las personas del sector, para el desarrollo de escenarios locales y estrategias de adaptación al cambio climático.

**e) Impulsar la coordinación intersecretarial y la construcción de coaliciones:** asegurar la adecuada coordinación transversal entre distintas dependencias y entidades del gobierno federal, diversos órdenes de gobierno y entre sectores y actores relacionados con la pesca y la acuacultura.





Francisco J Ramos Gallego, Shutterstock

# Introducción

Nuestro planeta enfrenta un periodo de calentamiento global (Oreskes 2004), atribuido principalmente a la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) derivado de las actividades humanas. De acuerdo con el Panel Intergubernamental de personas expertas sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la acumulación de GEI ha generado un incremento en la temperatura del planeta de 0.85 °C en el último siglo, incluyendo al océano (0.11 °C por decenio). Este fenómeno es parte de un proceso

más amplio conocido como cambio climático, y como consecuencia de este último, importantes características del mar se están alterando considerablemente: la temperatura de las aguas superficiales está aumentando; la geoquímica marina está modificándose; el nivel del mar se está elevando; el fitoplancton, base de toda la cadena trófica, está disminuyendo —impactando en la biodiversidad marina—, y los fenómenos climáticos extremos están aumentando en su frecuencia e intensidad, afectando directamente a las poblaciones humanas que viven en zonas costeras y que dependen del mar. México no es la excepción; sus mares y recursos, así como las comunidades costeras mexicanas están experimentando actualmente todos los efectos del cambio climático mencionados.

Los desafíos que el cambio climático impone requieren de la cooperación global y de la acción coordinada de los estados. Se habla entonces de la gestión del cambio climático haciendo referencia a la gobernanza global y local en pos de reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero —mitigación—, y las acciones para aumentar la resiliencia de los socioecosistemas a los impactos presentes y futuros del fenómeno-adaptación.

Por sus características físicas, geográficas, económicas, sociales y por su biodiversidad, México es altamente

## Importantes características del mar se están alterando considerablemente

vulnerable a los impactos del cambio climático. Esto implica que para el país sea de vital importancia generar la capacidad de entender las amenazas que denotan los cambios en el clima, evaluar sus consecuencias sobre las comunidades vulnerables, comprender los impactos sobre los territorios, sus ecosistemas y economías, moderar los daños potenciales, tomar ventaja de las oportunidades y hacer frente a las consecuencias. Y aunque se reconocen los esfuerzos y avances del país en materia de gobernanza climática, en muchos sectores socioeconómicos y en ecosistemas terrestres, el caso de los ecosistemas marinos y costeros, y particularmente en el sector de la pesca y acuacultura requiere mayor atención.

Teniendo en cuenta que México es un país muy ligado al océano —ya que de éste dependen espacios clave para la economía, como el transporte de personas y mercancías—, el turismo, y la pesca y acuacultura, y dado que, como se ha mencionado previamente, los océanos y costas mexicanas están expuestos a las amenazas climáticas, resulta urgente trabajar en fortalecer la gobernanza y gestión climática en los océanos y costas, así como en los sectores que dependen de ellos. Particularmente, el sector pesquero y acuícola merece especial interés. Primero, por su importancia social: el aporte nutricional que ofrece la pesca artesanal y de consumo es esencial para la seguridad y soberanía alimentaria en el país. Segundo, por su relevancia económica: la extracción y cultivo de organismos marinos sostiene una cadena productiva que beneficia desde residentes de pequeñas comunidades pesqueras hasta personas dedicadas a la comercialización que trabajan en las ciudades más grandes del país e incluso del extranjero. Tercero, por su importancia cultural: la actividad pesquera moldea la visión de mundo de las comunidades que la practican y además otorga identidad a las personas que habitan los estados costeros de México.

La pesca y la acuacultura son sectores prioritarios dentro de la agenda nacional y tienen relevancia estratégica para garantizar el bienestar de la sociedad mexicana en su conjunto. Las amenazas producto del cambio climático sobre el sector requieren de soluciones que sean abordadas no sólo con acciones específicas o de sectores en particular, sino de una manera holística, integral y planificada, reconociendo la relevancia sociocultural y económica de la pesca en México.

El presente documento tiene como objetivo ofrecer una síntesis de la problemática que representa el cambio climático global para las actividades pesqueras y de acuacultura en las costas de México, describir las herramientas legales con las que cuenta el país para afrontar esta situación, y finalmente, ofrecer una serie de recomendaciones dirigidas a la toma de decisiones, que puedan dar pautas a seguir con el fin de mejorar la capacidad adaptativa del sector a los cambios por venir en las próximas décadas.

El documento está estructurado en tres partes: la primera, compuesta por 4 secciones, es un diagnóstico completo sobre los efectos actuales y futuros del cambio climático en el sector pesquero y acuicultor de México –abordado desde el marco utilizado para analizar el riesgo climático (IPCC, 2018)–, que le permite a las y los lectores comprender las amenazas climáticas, los impactos que estas amenazas suponen sobre los recursos y los servicios ecosistémicos, los impactos socioeconómicos para las comunidades que dependen mayormente de estos recursos y servicios, y los riesgos económicos para el sector a nivel federal.

La sección 1, *Cambios oceanográficos clave que se esperan como consecuencia del cambio climático en los mares de México*, busca introducir a las y los lectores a la situación actual y futura sobre la variabilidad climática y el cambio climático a nivel nacional con sus diferentes manifestaciones: este apartado es producto de una extensa revisión de datos y publicaciones sobre las amenazas, riesgos e impactos del cambio climático en los océanos, costas y en la actividad pesquera, y muestra los resultados de la modelación de la situación futura bajo diferentes escenarios de cambio climático descritos por el IPCC.

La sección 2, *Orígenes, tendencias y perturbaciones potenciales originadas por el cambio climático con*

*impactos directos sobre la actividad pesquera y acuícola de México*, busca poner en evidencia las razones por las que es inminente que el sector pesquero y acuicultor de México se adapte al cambio climático. Este apartado vincula las amenazas y los riesgos climáticos descritos en la sección anterior, con los impactos observados y proyectados sobre la actividad pesquera y acuícola en el país.

La sección 3, *Ánalisis de vulnerabilidad de las comunidades costeras en la República Mexicana*, trata de vincular las amenazas climáticas con características socioeconómicas con el fin de establecer la exposición, la capacidad adaptativa y la sensibilidad de las comunidades costeras de México frente al cambio climático y así analizar su vulnerabilidad al fenómeno.

Consiguentemente, la sección 4, *Análisis diagnóstico del impacto socioeconómico del cambio climático en México*, ahonda sobre la relación de las amenazas climáticas, los impactos en los recursos, la vulnerabilidad social y la implicancia económica del fenómeno de cambio climático.

La segunda parte del estudio, compuesta por tres secciones, es un diagnóstico de gobernanza y marco normativo que tiene por objeto evidenciar el marco habilitante para el desarrollo y fortalecimiento de políticas públicas, las herramientas normativas y las acciones de adaptación al cambio climático.

En esta parte del estudio se desarrolla la sección 5, *Revisión de los programas y proyectos que le dan marco a la gobernanza climática y acuícola-pesquera del país*, la sección 6, *Marco jurídico para la adaptación al cambio climático en el sector pesquero y acuícola de México*, y por último, la sección 7, *Experiencias nacionales e internacionales de adaptación de comunidades pesqueras al cambio climático*, que ejemplifica la operacionalización del modelo de interacción climática, ecosistémica, y socioeconómica para una gestión del cambio climático que busca un aumento de resiliencia y sostenibilidad del sector de interés.

Por último, la tercera parte del documento esboza directamente las recomendaciones de política pública y gobernanza que consideramos que vincula, por un lado, la relación entre el territorio y la naturaleza local de las acciones de la adaptación, y por el otro, la necesidad económica, social y política del sector de adaptarse a los

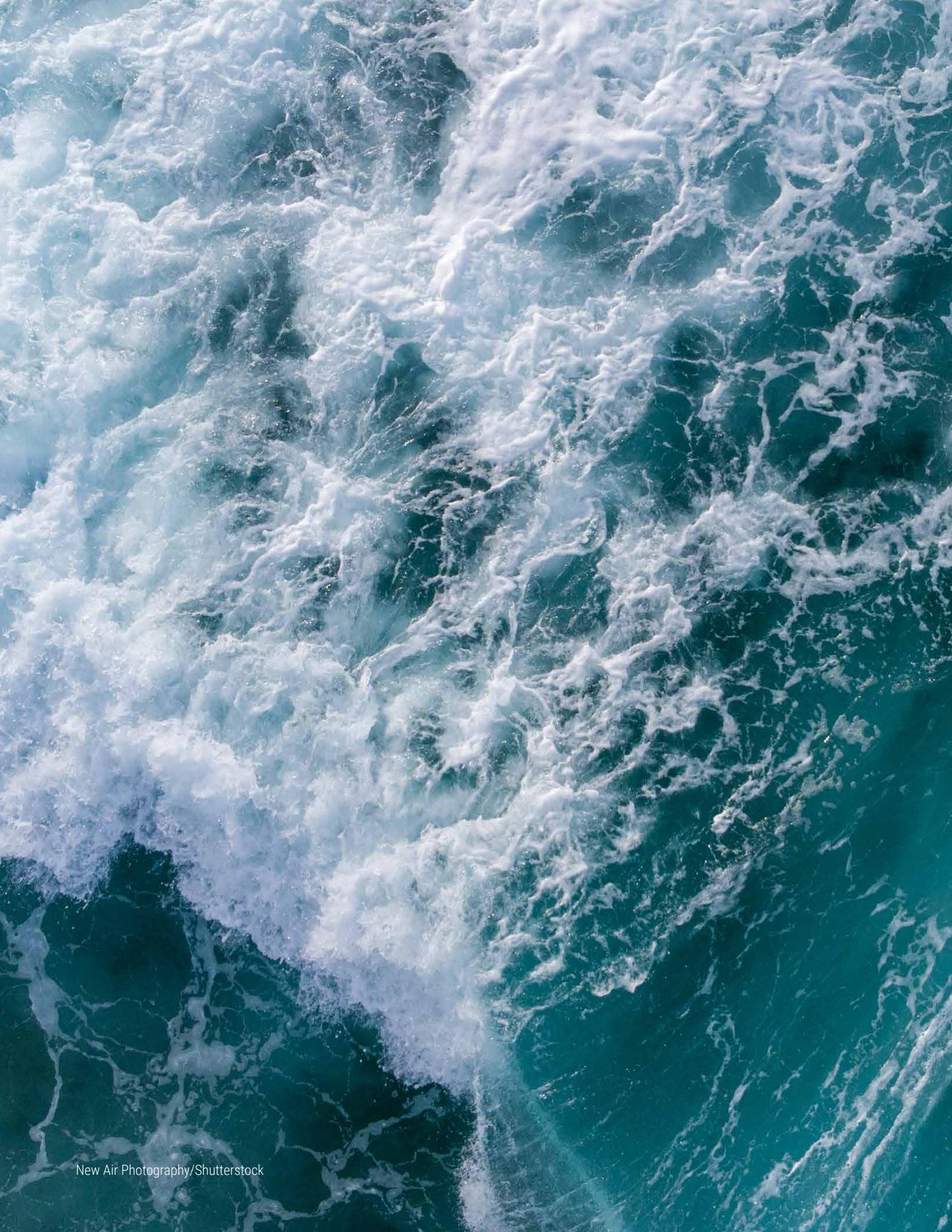
## Resulta urgente trabajar en fortalecer la gobernanza y gestión climática en los océanos y costas

ya evidentes impactos del cambio climático, reconociendo enfáticamente una complementariedad entre el crecimiento económico y el bienestar, y el ambiente y la sostenibilidad para el sector pesquero y acuicultor de México frente al cambio climático.

A pesar de los múltiples retos que el cambio climático presenta para los sistemas socio-ecológicos pesqueros, existen acciones concretas que pueden tomarse para minimizar el riesgo y aprovechar oportunidades de beneficio. El presente documento representa un llamado a la acción hacia la resiliencia y sostenibilidad del sector pesquero y acuícola frente al cambio climático en México, apoyado por una extensa consulta de la información científica más actualizada disponible, pero también está firmemente fundamentado en las opiniones y recomendaciones de más de 50 personas expertas asociadas a agencias de gobierno, instituciones académicas y organizaciones civiles. Además de tomar la opinión directa y aprovechar la experiencia de integrantes de grupos organizados de personas dedicadas a la pesca de todo el país.

Consideramos que este aporte representa sólo el primero de muchos pasos que todos los sectores sociales del país debemos dar para enfrentar con éxito el reto que implica el cambio climático para la pesca y la acuacultura de México.

**Existen acciones concretas que pueden tomarse para minimizar el riesgo y aprovechar oportunidades de beneficio**



# Cambios oceanográficos esperados como consecuencia del cambio climático en los mares de México

Las proyecciones sobre cambio climático han mostrado ser una herramienta útil a la hora de diseñar medidas de adaptación proactivas, ya que ofrecen una aproximación al futuro de los océanos (Ojeda-Ruiz *et al.*, 2020). Con el fin de mejorar las predicciones climáticas, el Grupo o Panel Intergubernamental de personas expertas sobre el Cambio Climático (IPCC) de Naciones Unidas ofrece los escenarios de Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés, ver caja de texto 1). Los modelos SSP añaden los posibles cambios sociales en el futuro y crean cinco escenarios con distintos desafíos de mitigación y adaptación, y en un gradiente desde el escenario más favorable (SSP126) hasta el escenario menos favorable (SSP585) (Riahi *et al.*, 2017; Escoto-Castillo *et al.*, 2017).

Para estimar la variación que tendrán las condiciones ambientales en México debido al cambio climático en el sector pesquero y acuícola, se pronosticaron los patrones espaciales de cambio de temperatura, productividad primaria (PP) y oxígeno disuelto en el océano para dos horizontes temporales (2040-2050 y 2090-2100) de acuerdo con dos escenarios: el más favorable (SSP126), que supone una gestión de desarrollo sustentable, y por ende, mitigación y adaptación baja al cambio climático; y el menos favorable (SSP585), que supone continuidad del desarrollo acelerado basado en combustibles fósiles, y por tanto, requiere de mitigación alta, pero adaptación baja.

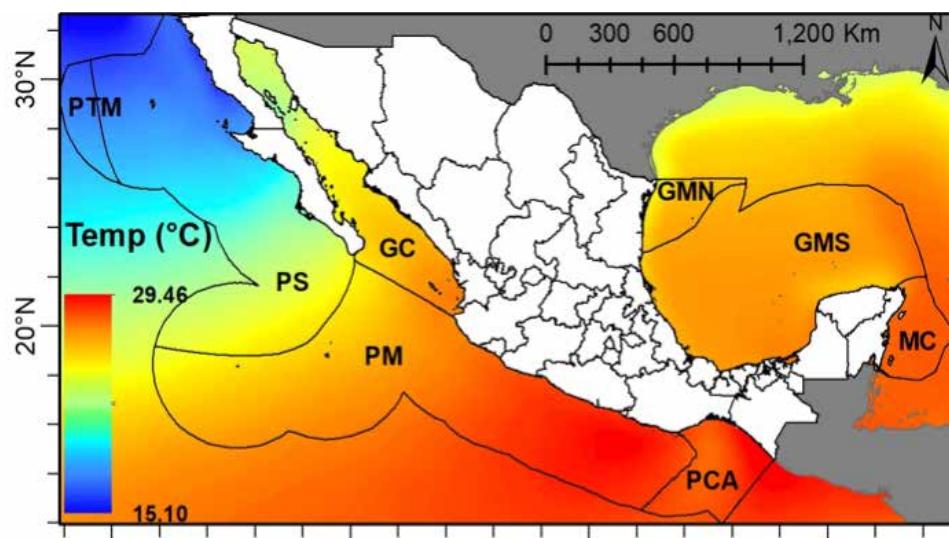
**Caja de texto 1:** Trayectorias Socioeconómicas Compartidas como la base para la modelación de escenarios futuros.

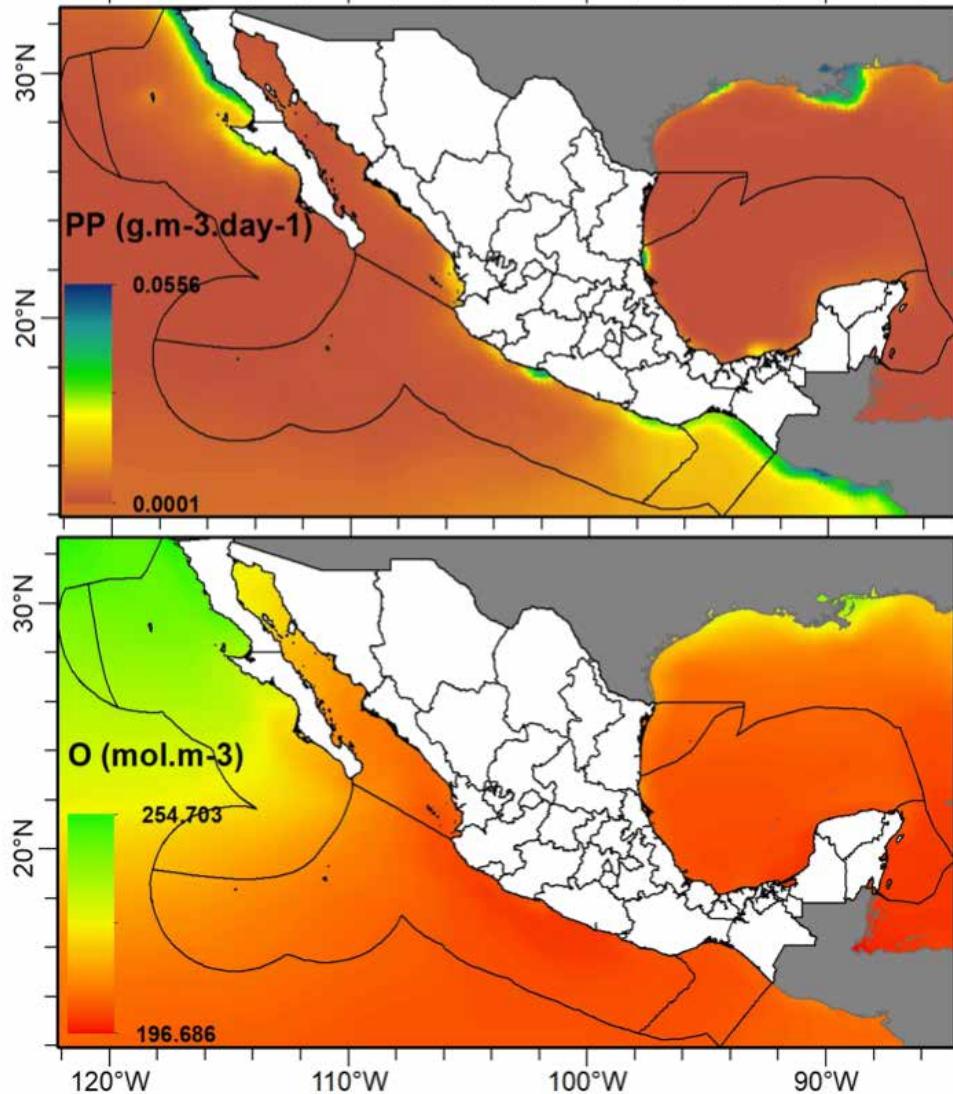
Dentro del proyecto de Intercomparación de Modelos (*ScenarioMIP*) se utilizaron proyecciones a futuro realizadas como parte del CMIP6 (*Coupled Model Intercomparison Project 6*). Estos escenarios sirvieron como base para el 6to. informe del IPCC. El *Scenario MIP* integra proyecciones de emisiones futuras con factores sociales (Eyring *et al.*, 2016) e incluye cinco Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP), que son escenarios detallados que examinan las interacciones entre el cambio climático en el ambiente físico y los futuros socioeconómicos globales (Grose *et al.*, 2020). Así, los SSP describen posibles tendencias en el desarrollo de la sociedad y los ecosistemas durante el siglo XXI (O'Neill *et al.*, 2014). Los SSP describen narrativas divergentes: SSP1 - sostenibilidad, SSP2 - medio del camino, SSP3 - rivalidad regional, SSP4 - desigualdad y SSP5 - desarrollo impulsado por combustibles fósiles (O'Neill *et al.*, 2014, Riahi *et al.*, 2017). Además de los SSP, el *ScenarioMIP* también incluye diferentes Rutas de Concentración Representativas (RCP) que ejemplifican los resultados físicos futuros del cambio climático y se basan en el forzamiento radiativo (W/m<sup>2</sup>) en 2100, en la tropopausa, en relación con los niveles preindustriales (O'Neill *et al.*, 2016, Hayhoe *et al.*, 2017). Se utilizó el escenario SSP5 (SSP585), que refleja un desarrollo impulsado por combustibles fósiles, y el SSP1 (SSP126), que refleja sustentabilidad. Se obtuvo la media en un radio de 50 km alrededor de cada comunidad para SST y productividad primaria.

Se tomó el promedio histórico de cada variable como referencia de las condiciones ambientales actuales (Figura 3), y posteriormente, se comparó con los dos horizontes temporales. Este promedio se obtuvo para cada una de las siguientes regiones: **Pacífico Transicional de Monterrey (PTM)**, **Pacífico Sudcaliforniano (PS)**, **Golfo de California (GC)**, **Pacífico Transicional Mexicano (PM)**, **Pacífico Central Americano (PCA)**, **Golfo de México Norte (GMN)**, **Golfo de México Sur (GMS)** y **Mar Caribe (MC)**, siguiendo las ecorregiones marinas propuestas por Wilkinson y colaboradores (2009).

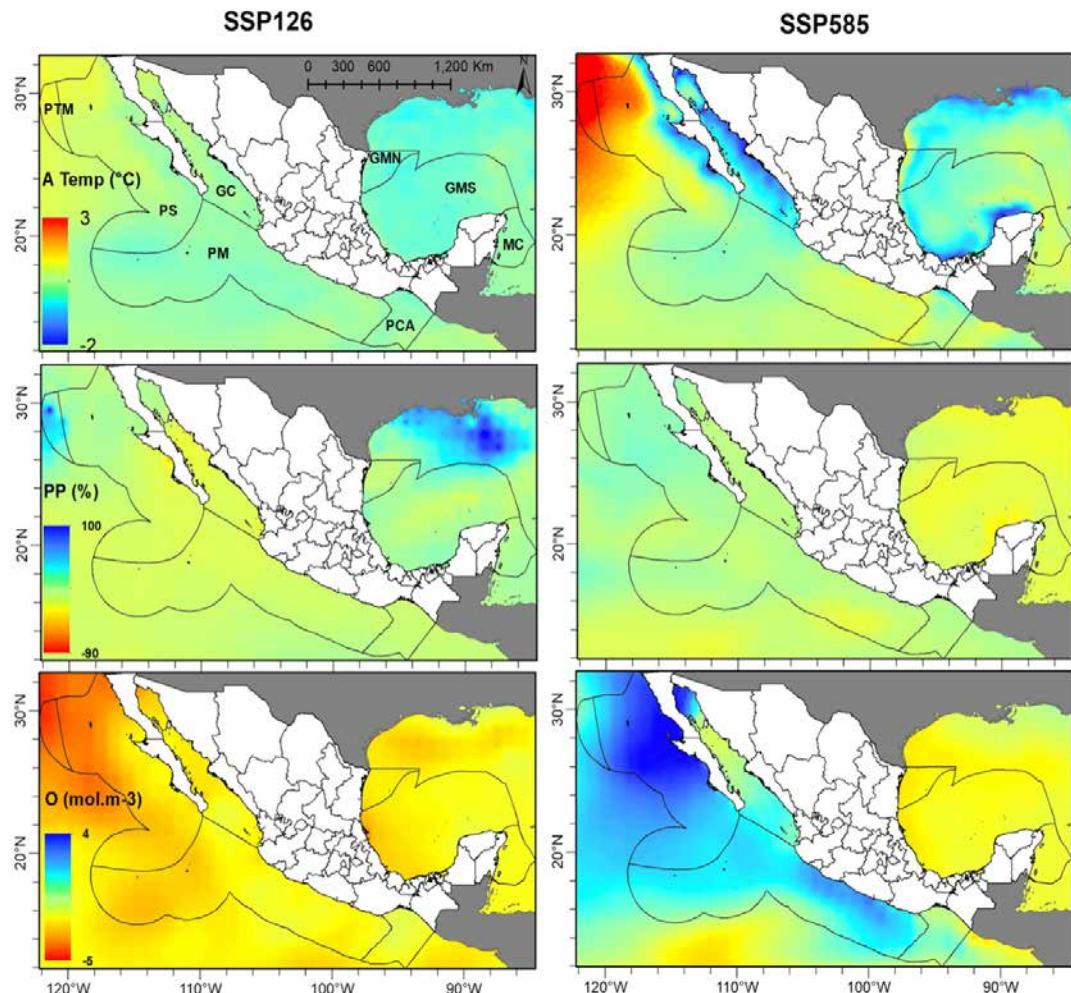
**Figura 3.** Promedio histórico de la temperatura (Temp), productividad primaria (PP) y oxígeno (O).

Fuente: Sensores MODIS-Aqua, Universidad de Oregon y *World Ocean Atlas* 2018.



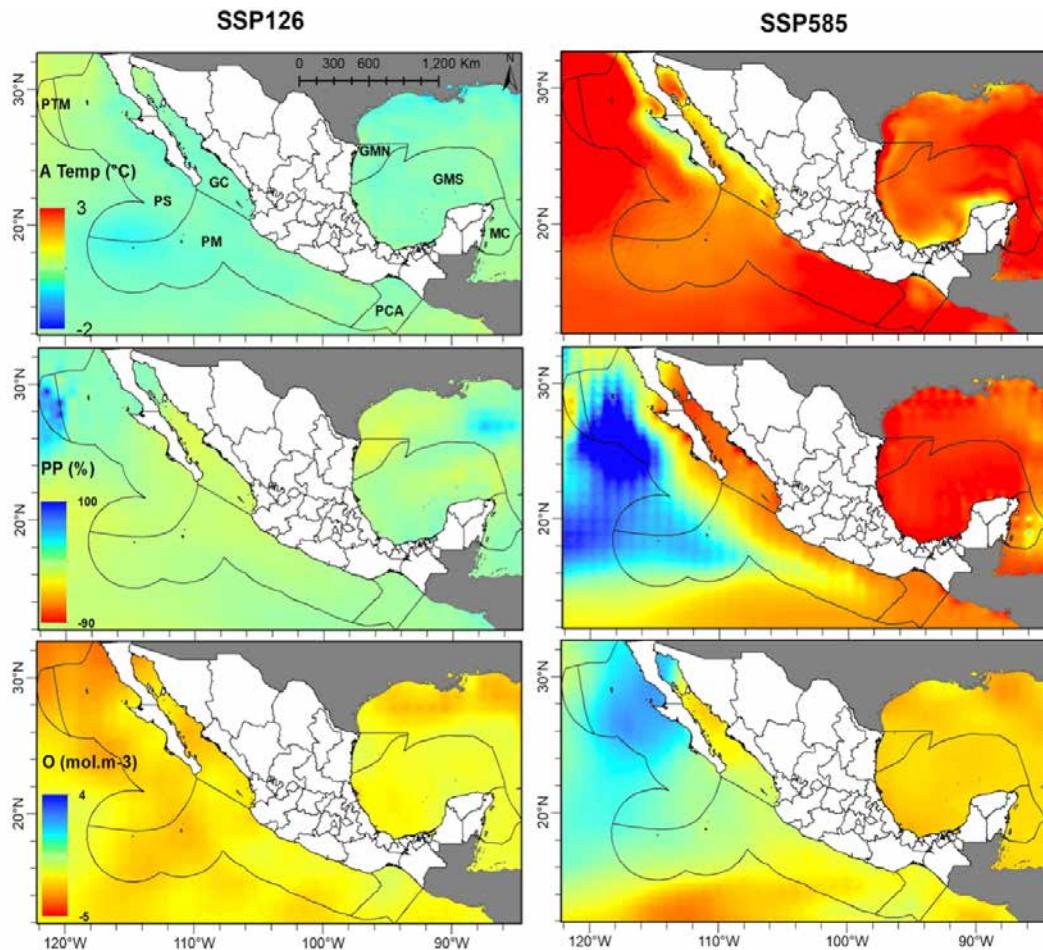


De acuerdo con los pronósticos para el año 2050 (Figura 4), bajo el escenario más favorable, podría ocurrir un ligero incremento de productividad primaria en todas las regiones del Atlántico y un decremento en las regiones del Pacífico –a excepción del PTM que presentaría un incremento superior a 30 %–, mientras que el oxígeno disuelto disminuiría en todas las regiones marinas. Bajo el escenario menos favorable (SSP585), las regiones del Atlántico tendrían una pérdida de entre 11 y 15 % de su productividad primaria y de 0.1 a 2.1 mol.m<sup>-3</sup> de su oxígeno disuelto, mientras que otras regiones podrían presentar un ligero aumento en estas variables. En ambos escenarios se espera un ligero incremento en la temperatura de todas las regiones, particularmente alto en el PTM (de 1 a 2.9 °C). Únicamente en el escenario menos favorable (SSP585), la región GC en el Pacífico y la Sonda de Campeche y costa norte de Yucatán en el GMS presentan un enfriamiento mínimo.



Únicamente en el escenario menos favorable (SSP585), la región GC en el Pacífico y la Sonda de Campeche y costa norte de Yucatán en el GMS presentan un enfriamiento mínimo

Para el año 2100 (Figura 5), el escenario más favorable (SSP126) muestra que los cambios en la temperatura y productividad primaria son ligeramente inferiores respecto al año 2050, debido a que este escenario prevé la posibilidad de alcanzar mejores condiciones de sustentabilidad a finales de siglo. En contraste, el escenario menos favorable (SSP585) muestra que la temperatura seguirá incrementando en todas las regiones (sobre todo, en el PTM y el MC), y que habrá disminuciones importantes de productividad primaria (de 50 a 80 %) en el PCA y el GC, así como en las regiones del Atlántico. Finalmente, el oxígeno se vería disminuido en ambos escenarios, particularmente en el menos favorable (SSP585), en la zona del Atlántico.



**Figura 5.** Tendencias climáticas de acuerdo con los escenarios SSP126 y SSP585 al año 2100 respecto al promedio histórico. Para la temperatura se considera la anomalía (incremento / decrecimiento respecto a la temperatura histórica). Para la productividad primaria se considera el cambio porcentual en la concentración. El oxígeno disuelto corresponde al cambio en mol.m<sup>-3</sup>.

Fuente: Elaboración propia con datos del IPCC.



# Orígenes, tendencias y perturbaciones potenciales originadas por el cambio climático con impactos directos sobre la actividad acuícola y pesquera de México

Todas las regiones marinas en México se encuentran en un proceso de cambio climático y las perspectivas a futuro indican que continuará y afectará en distinta medida a cada una de ellas. Las amenazas climáticas derivadas de este proceso se han vinculado con diferentes impactos en la biota marina, que a su vez suponen un riesgo para la actividad pesquera y acuícola (Tabla I).

Amenaza climática	Impacto en la biodiversidad	Riesgo para las actividades pesqueras y acuícolas
Cambios en la Temperatura Superficial del Océano (TSO)	Mortalidad masiva de corales.	Disminución y/o pérdida permanente de capturas de especies dependientes del arrecife.
	Cambios en la distribución de especies formadoras de arrecife.	Disminución y/o pérdida permanente de capturas de especies dependientes del arrecife.
	Cambios en la distribución de fauna marina con impacto a través de: - Alteración de dinámicas comunitarias como predador-presa. - Pérdida de ecosistemas o especies endémicas. - Ingreso de especies exóticas.	Cambios en la abundancia y disponibilidad de poblaciones objeto de explotación.
		Aumento de la captura en latitudes más altas y una disminución de la captura en latitudes más bajas.
		Cambios en especies objetivo repercutiendo en la rentabilidad y valor de mercado de capturas.
		Aumento de esfuerzo pesquero, implicando posible disminución de rentabilidad.
		Disminución de capturas.
		Necesidad de modificar operaciones en el sector de la acuacultura, y la ubicación de las instalaciones de desembarque, cosecha y elaboración.
		Baja rentabilidad o valor en mercado.
	Afloramientos algales: si son nocivos, impactan a los peces, crustáceos y, en menor medida, a los moluscos.	Mortalidad de especies cultivadas en bahías, esteros y aguas abiertas (peces, moluscos y crustáceos).
		Disminución de capturas.
	Modificación de comportamientos estacionales (p.ej., retraso o adelanto de periodos reproductivos, migración y sitios de alimentación).	Cambios en la producción de biomasa.
	Variación en la producción primaria oceánica que afecta la cadena trófica.	Variación en capturas.
	Afectación a etapas tempranas del ciclo de vida de ictiofauna y consecuentemente cambios demográficos.	Modificación de capturas de especies afectadas.
	Afectación a nivel fisiológico en ictiofauna.	Tallas medias más pequeñas.
		Mayor propensión a contraer enfermedades y carga parasitaria.
	Afectación a nivel fisiológico en decápodos.	Mayor propensión a contraer enfermedades y riesgo de mortalidad masiva.
		Disminución en tasas de crecimiento.
	Afectación a nivel fisiológico en bivalvos.	Disminución en tasas de asentamiento de larvas, y consecuentemente, disminución de producción.
		Mayor propensión a contraer enfermedades y riesgo de mortalidades masivas.
	Condiciones ambientales propicias para el establecimiento de nuevos patógenos y el consecuente aumento en la frecuencia e intensidad de brotes de enfermedades en ecosistemas clave para etapas primarias del ciclo de vida de especies comerciales, o directamente en especies de importancia comercial.	Disminución de capturas.
		Mortalidad masiva de especies de cultivo.
		Baja rentabilidad o valor en mercado.
Acidificación oceánica	Afectación a la acreción de los corales y su integridad estructural.	Disminución y/o pérdida permanente de capturas de especies dependientes del arrecife.
	Afectación al crecimiento y desarrollo de gasterópodos, bivalvos, equinodermos.	Mala formación y/o mortalidad en larvas y juveniles, principalmente en cultivos de bivalvos.
		Pérdidas en producción y captura de especies de estos grupos.

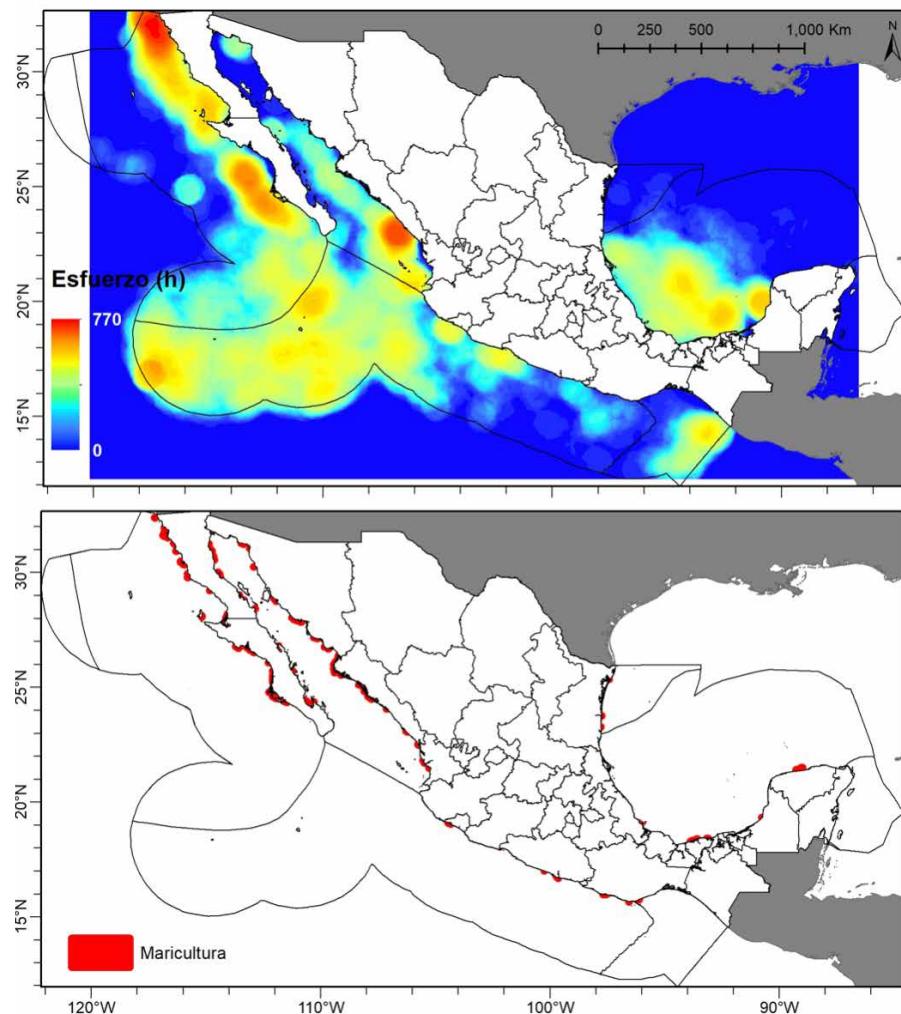
Amenaza climática	Impacto en la biodiversidad	Riesgo para las actividades pesqueras y acuícolas
Desoxigenación oceánica	Impactos fisiológicos sobre ictiofauna.	Tallas medias más pequeñas. Migraciones de especies comerciales.
	Impactos fisiológicos sobre especies sésiles (moluscos, equinodermos, corales, etc.).	Disminución en tasas de crecimiento. Pérdidas en producción y captura de especies de estos grupos o que dependen de estos grupos en alguna etapa de su ciclo de vida. Disminución en tasas de asentamiento de larvas y consecuentemente disminución de producción. Mortalidad de bivalvos y moluscos de cultivo.
Aumento del nivel del mar	Aumento de la erosión costera y disminución de la línea de costa.	Afectación a infraestructura para acuacultura. Afectación a infraestructura para desembarque de captura.
	Cambios en condiciones de salinidad en ecosistemas costeros con impacto a través de: - Alteración de dinámicas comunitarias como "predador-presa". - Nuevas condiciones propicias para especies exóticas y potencialmente patógenas. - Impactos fisiológicos en especies eurihalinas.	Mayor propensión a contraer enfermedades y riesgo de mortalidades masivas en especies de importancia comercial. Disminución en tasas de crecimiento y reproducción. Cambios en la abundancia y disponibilidad de especies objeto de explotación.
	Afectación de ecosistemas costeros como manglares.	Consecuencias en el reclutamiento de especies que dependen del manglar en etapas iniciales del ciclo de vida, y como resultado, disminución de capturas de dichas especies.
Aumento del número y frecuencia de eventos climáticos extremos y precipitaciones	Afectación física a arrecifes y ecosistemas costeros.	Disminución y/o pérdida permanente de capturas de especies dependientes del arrecife.
	-	Disminución de días en altamar o cosecha.
	-	Afectación a infraestructura costera.
	-	Destrucción de instalaciones acuícolas (estanques y tinajas) en zonas con probabilidad de impacto.
	-	Escape de organismos de cultivo propiciado por la destrucción de jaulas flotantes.
	Afectación a nivel fisiológico.	Mayor propensión a contraer enfermedades y riesgo de mortalidades masivas en especies de importancia comercial. Disminución en tasas de crecimiento y reproducción.

## Impactos potenciales sobre la actividad acuícola y pesquera de México

Con el fin de disminuir los impactos potenciales de las amenazas mencionadas en las pesquerías mexicanas, es importante conocer los posibles escenarios futuros. Para ello, se estimó el impacto sobre las actividades pesqueras y sistemas acuícolas estableciendo el cambio ambiental en los sitios en los que se desarrolla actualmente la actividad bajo los escenarios más favorable (SSP126) y menos favorable (SSP585). Estos sitios se identificaron usando los datos de esfuerzo pesquero industrial de Global Fishing Watch (GFW), los registros georreferenciados de los permisos para realizar maricultura de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (Conapesca) y el padrón de permisos para embarcaciones menores otorgados por la Conapesca para los municipios costeros. En cada una de las zonas de pesca y maricultura identificadas se obtuvieron los valores que alcanzarán las variables de temperatura, productividad primaria y oxígeno disuelto para los dos horizontes temporales (2050 y 2100) como un indicador del posible impacto del cambio climático.

**Figura 6.** Esfuerzo en horas aplicado por la flota pesquera industrial para el periodo 2012-2016 (panel superior) y distribución actual de los sitios con actividades de maricultura (inferior).

Fuente: Global Fishing Watch y Conapesca.



El esfuerzo pesquero industrial (Figura 6) en el Pacífico se concentra frente a la zona de Ensenada, Baja California y frente a Bahía Magdalena, Baja California Sur, en el PS y en la zona de Mazatlán, Sinaloa, dentro del GC, mientras que en el Atlántico se concentra frente a Campeche y Tabasco. Asimismo, se encontraron 414 sitios de maricultura (Figura 6) distribuidos principalmente en la región del GC y PS (87 %). Por otro lado, los estados del noroeste de México son aquellos que cuentan con mayor cantidad de permisos y embarcaciones para pesca ribereña (Figura 7), destacando Baja California y Baja California Sur.

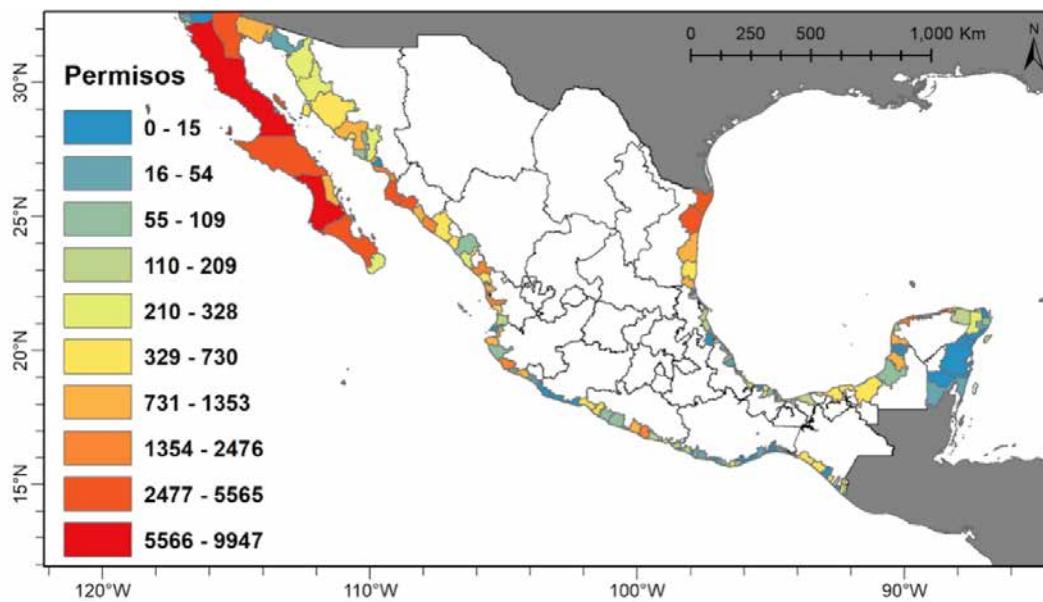


Figura 7. Permisos de pesca otorgados en los municipios costeros de México.

Los escenarios de cambio climático (Figura 8) hacia el año 2050 indican que los sitios de pesca industrial actuales tendrán un incremento en la temperatura menor a 1 °C, pero verán disminuciones de la productividad primaria y de oxígeno disuelto. Para el año 2100, la caída en la productividad primaria podría ser más pronunciada, con excepciones en algunas zonas del PS que podrían incrementarla junto con un ligero aumento en el oxígeno disuelto. No obstante, el escenario menos favorable (SSP585) muestra un incremento importante en la temperatura y una disminución del oxígeno disuelto en la mayoría de los sitios.

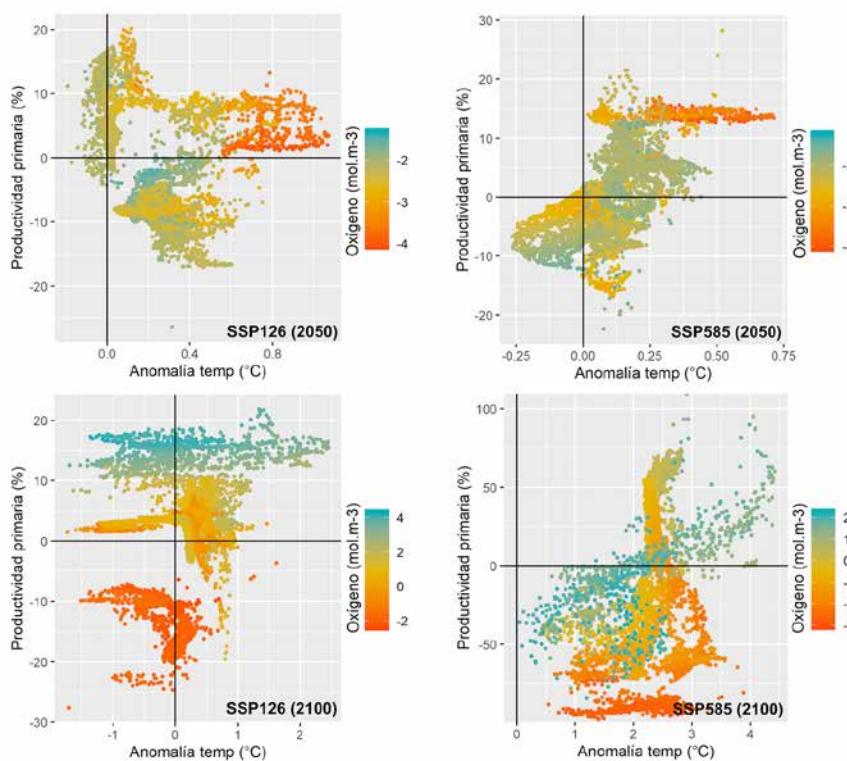


Figura 8. Estimación del cambio ambiental sobre los sitios actuales de operación de la flota pesquera industrial para los escenarios SSP126 y SSP585 en los horizontes temporales 2050 y 2100.

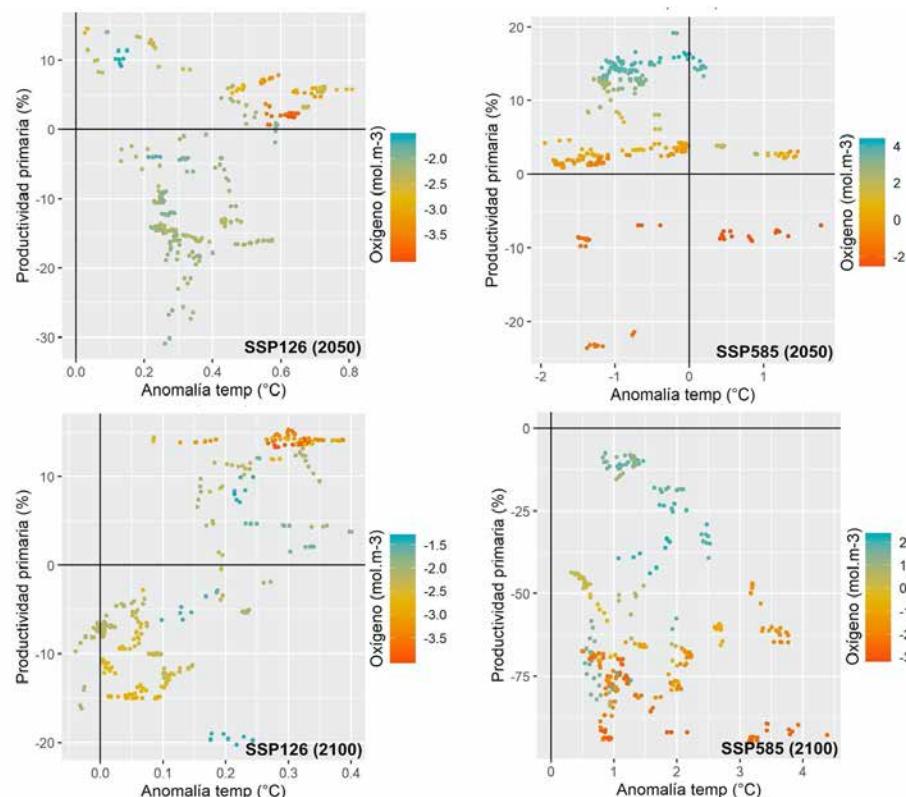
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9.** Estimación del cambio ambiental sobre los sitios actuales de maricultura para los escenarios SSP126 y SSP585 en los horizontes temporales 2050 y 2100.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, hacia el año 2050, la mayoría de los sitios donde se realiza la maricultura (Figura 9) experimentarán una disminución de su productividad primaria, y entre 20-50 % tendrán disminuciones en sus niveles de oxígeno disuelto, además de un incremento en la temperatura de hasta 2 °C bajo el escenario menos favorable (SSP585). Para el año 2100, la mayoría de los sitios tendrán bajos niveles de productividad primaria en el escenario más favorable (SSP126) y, aunque podrían disminuir las anomalías de temperatura respecto al año 2050, se espera un decrecimiento en los niveles de oxígeno disuelto en todos los sitios. Bajo el escenario menos favorable (SSP585), todos los sitios tendrán hasta 80 % de pérdida en los niveles de productividad primaria y un incremento en la temperatura de hasta 4.5 °C para el año 2100. Los sitios con mayor pérdida de productividad primaria tendrán, además, una disminución en el oxígeno disuelto de hasta 3 mol.m<sup>-3</sup>.

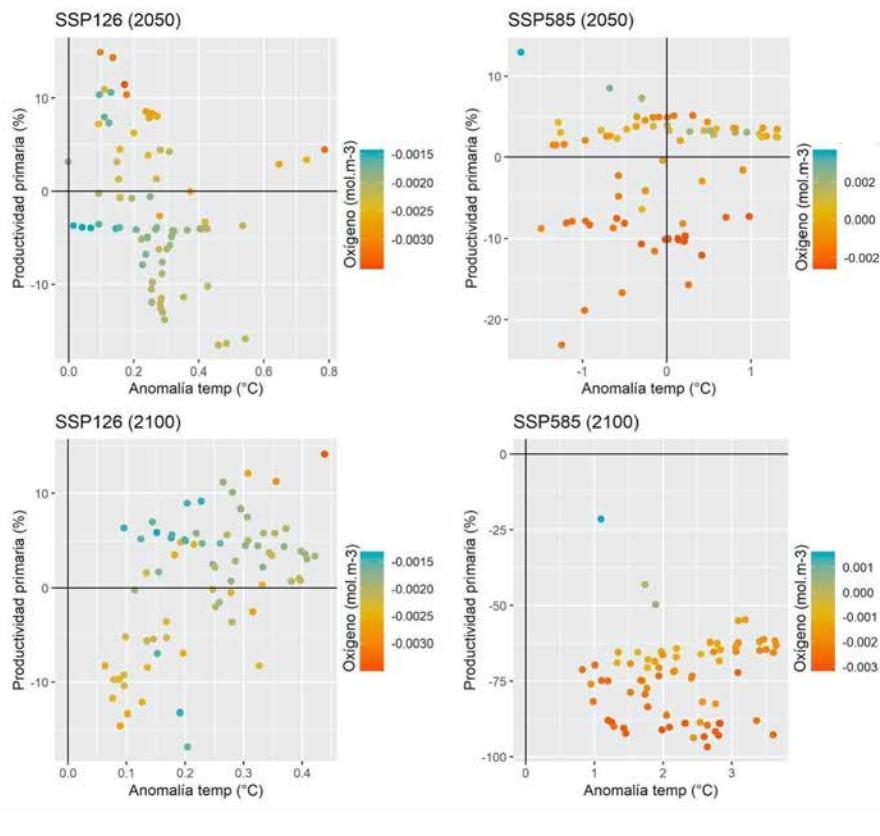
Bajo el escenario menos favorable todos los sitios tendrán hasta 80 % de pérdida en los niveles de productividad primaria y un incremento en la temperatura de hasta 4.5 °C para el año 2100



Finalmente, para el año 2050, en las zonas costeras donde se realizan actividades de la flota menor (Figura 10) se espera un cambio de ±10 % en la productividad primaria con anomalías cercanas a 1 °C. Para el año 2100, los cambios son menores para el escenario más favorable (SSP126); sin embargo, en el escenario menos favorable (SSP585), se espera una caída superior a 50 % en la productividad primaria, anomalías superiores a 1 °C y una disminución de oxígeno disuelto.

Estos resultados muestran que los sitios donde se desarrolla la actividad pesquera y acuícola se encuentran expuestos a cambios en sus condiciones ambientales que tendrán como consecuencia cambios en los recursos pesqueros. El incremento en la temperatura y la disminución de la productividad primaria y el oxígeno disuelto representan un riesgo para las actividades de pesca y maricultura, especialmente hacia finales de siglo; de ahí la necesidad de enfocarse en el desarrollo de estrategias de manejo adaptativo de la biodiversidad para disminuir la sensibilidad de los recursos, del sector productivo y de las comunidades humanas que dependen de ellos.

**Figura 10.** Cambios ambientales en las zonas costeras donde realizan actividades las embarcaciones menores.  
Fuente: Elaboración propia.



Los sitios donde se desarrolla la actividad pesquera y acuícola se encuentran expuestos a cambios en sus condiciones ambientales

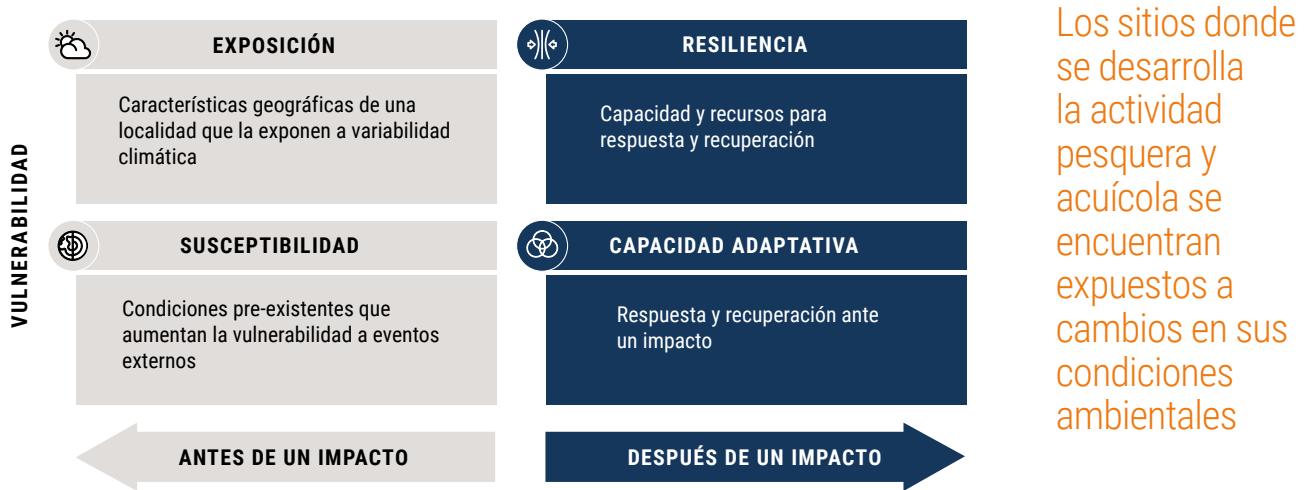


# Breve análisis de vulnerabilidad de las comunidades costeras en la República Mexicana

Evaluar la vulnerabilidad de las comunidades pesqueras ante el cambio climático y otros factores antropogénicos acumulativos es un primer paso necesario e importante para fundamentar las estrategias de gestión, proporcionando información para que en la toma de decisiones se sopesen el costo-beneficio de las políticas de manejo diseñadas para aumentar la resiliencia de las comunidades costeras (Perry *et al.*, 2010, Cinner *et al.*, 2012).

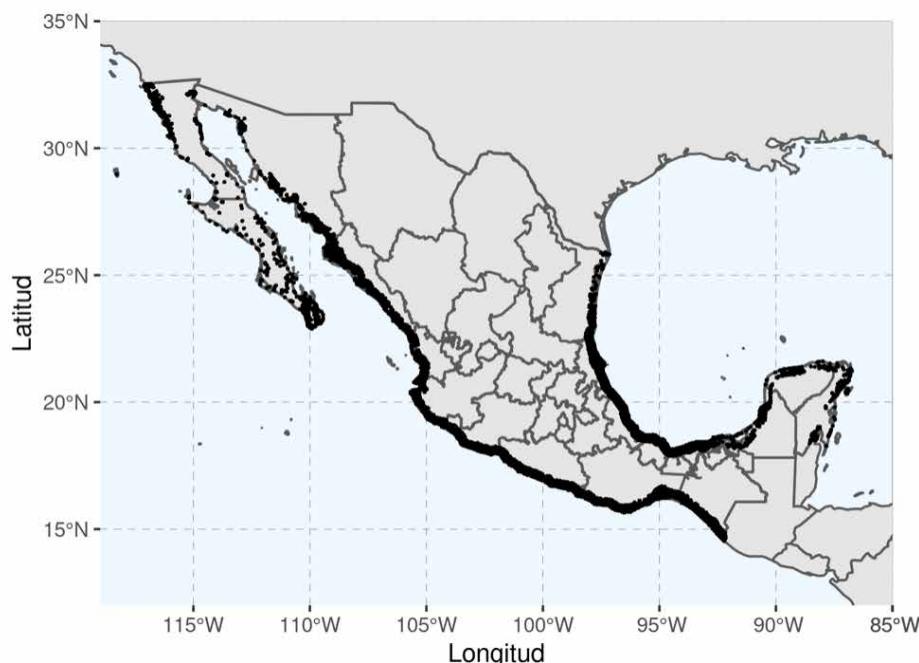
Figura 11. Componentes de vulnerabilidad.

## COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD



Se han desarrollado diferentes marcos de investigación para examinar la vulnerabilidad de pescadores y pescadoras artesanales ante cambios ambientales (Badjeck *et al.*, 2010, Cinner *et al.*, 2012, Jacob *et al.*, 2013, Himes-Cornell & Kasperski, 2015). Se determinó la vulnerabilidad de las comunidades costeras con base en los métodos de Morzaria-Luna (Morzaria-Luna *et al.*, 2014). Inicialmente, estas comunidades fueron definidas como aquellas en una banda a 30 km de la costa, basada en el contorno de la línea de costa (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) y para las que había datos censales disponibles. De esta forma, se identificaron 12,985 comunidades costeras (Figura 2).

**Figura 12.** Localidades costeras identificadas.



**Los estados de Baja California, Baja California Sur, Veracruz y Michoacán mostraron mayor variabilidad en el nivel de susceptibilidad**

Para cada una de las comunidades costeras se generaron índices de susceptibilidad, capacidad de adaptación y exposición. El índice de susceptibilidad se definió a partir de la proporción de la población de 12 años y más sin ocupación (indicador del estado económico de las personas), el número de negocios (unidades económicas) pesqueros registrados por localidad, y la proporción de viviendas particulares habitadas que no disponen de servicios básicos, energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje.

La variación en los tres ejes de la vulnerabilidad, susceptibilidad, exposición y capacidad adaptativa se ilustra mostrando los resultados para el escenario menos favorable (SSP585) en 2050 por entidad (Figura 3).

En general, los estados de Baja California, Baja California Sur, Veracruz y Michoacán mostraron mayor variabilidad en el nivel de susceptibilidad de las comunidades costeras; mientras que Veracruz y Oaxaca son los estados con mayor número de municipios con alta susceptibilidad. La capacidad de adaptación es mayor en Baja California, Baja California Sur y Quintana Roo. Veracruz, Chiapas y Oaxaca son los estados con mayor número de municipios con baja capacidad de adaptación.

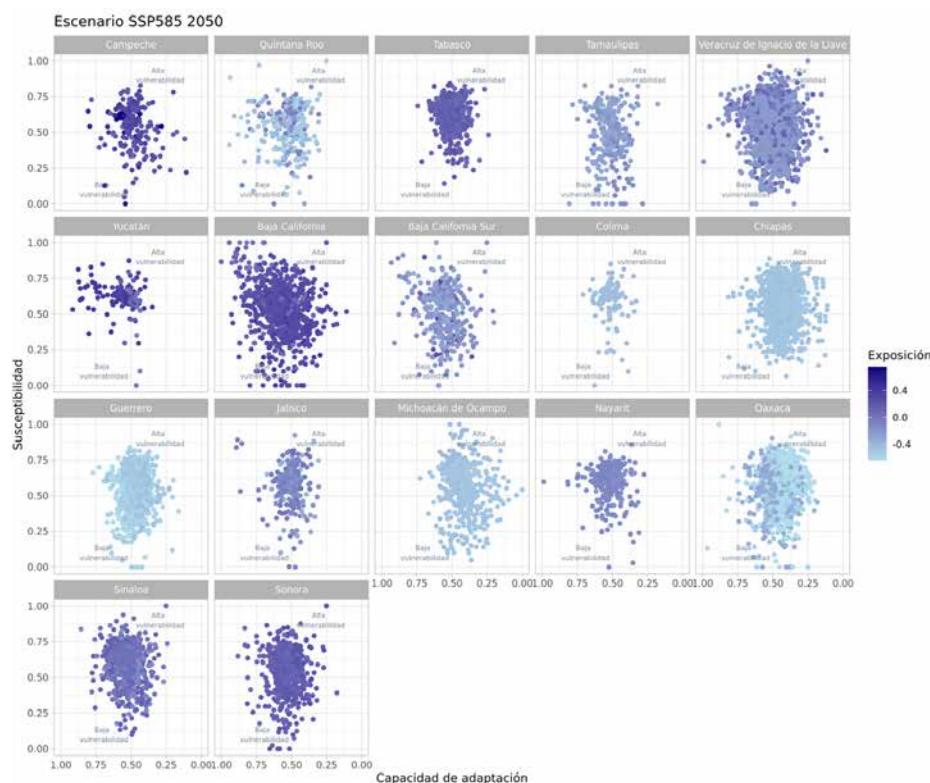
Bajo condiciones actuales, los estados en el Pacífico sufren de mayor exposición que los estados en el Golfo de California y costa del Pacífico en la Península de Baja California. Guerrero y Oaxaca son los estados con un mayor número de municipios con alta exposición. Cuando se consideran los escenarios futuros de cambio climático, se observan cambios en la distribución espacial de las zonas sujetas a mayor exposición.

En el escenario más favorable (SSP126) se observa un mayor incremento en la exposición entre 2050 y 2100 en las comunidades al sur de la Península de Baja California y el Pacífico Sur. En Baja California y Sonora hay un mayor número de comunidades costeras que experimentan un incremento en la exposición en el escenario más favorable (SSP126) en 2050, mientras que en Sonora, Sinaloa y Baja California Sur es donde mayor aumenta la exposición en 2100 relativa a las condiciones actuales.

En Quintana Roo, Tamaulipas y Chiapas hay un mayor número de comunidades donde se reduce la exposición en el escenario más favorable (SSP126) en 2050; en 2100, la exposición se reduce en Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo y Guerrero. En el escenario menos favorable (SSP585) se observa un mayor incremento en la exposición entre 2050 y 2100 en las comunidades del Golfo de México. En Campeche, Yucatán y Baja California hay un mayor número de comunidades costeras que experimentan un incremento en la exposición en el escenario menos favorable (SSP585) en 2050, mientras que en Campeche, Tamaulipas y Sonora, es donde aumenta la exposición en un mayor número de comunidades en 2100 relativa a las condiciones actuales.

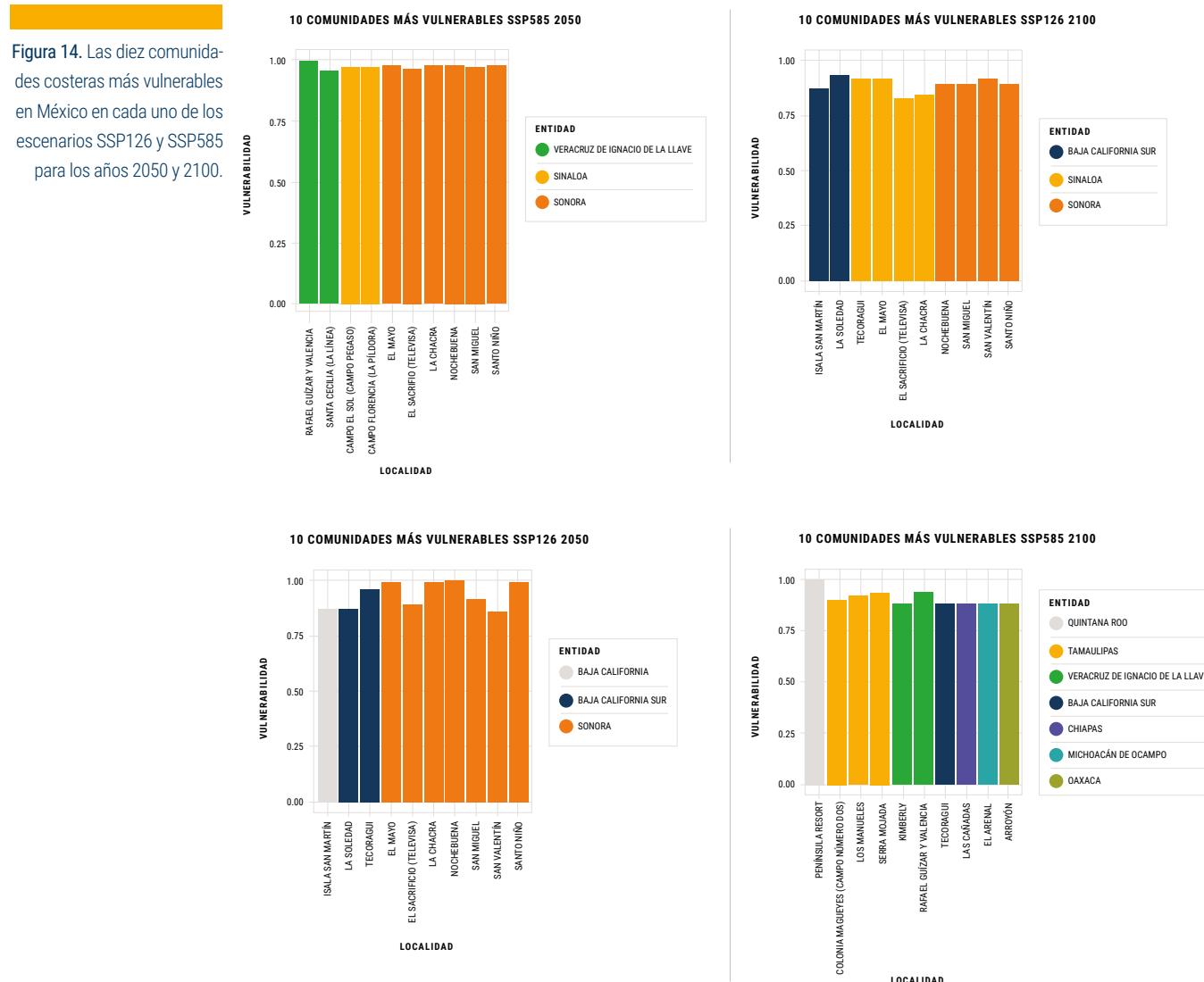
En Chiapas, Guerrero y Oaxaca hay un mayor número de comunidades donde se reduce la exposición en el escenario menos favorable (SSP585) en 2050 relativo a las condiciones actuales. Mientras que en 2100, la exposición se reduce en Chiapas, Guerrero y Michoacán. Finalmente, Oaxaca, Veracruz y Yucatán tienen el más alto número de municipios con comunidades con alta vulnerabilidad en el escenario SSP585.

**Los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California son las entidades con mayor número de comunidades vulnerables**



**Figura 13.** Componentes de la vulnerabilidad para el escenario SSP585 en 2050 por entidad.

Con base en los tres ejes se determinaron las comunidades costeras más vulnerables a través del país en ambos escenarios y horizontes (2050 y 2100; Figura 4). Los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California son las entidades con mayor número de comunidades vulnerables. Bajo el escenario menos favorable (SSP585), que refleja un desarrollo impulsado por combustibles fósiles, es donde hay un mayor número de entidades con comunidades vulnerables.







# Análisis diagnóstico del impacto socioeconómico del cambio climático en México

## El sector pesquero y acuícola mexicano

México se ubica entre los 20 países que aportan el 74 % del volumen mundial de pescados y mariscos (~80 millones de toneladas anuales) (FAO, 2020). Las actividades de captura y cultivo se realizan en todas las entidades federativas, destacando los 17 estados con litoral, en especial los del norte del país, que contribuyen con 70 % del volumen y 60 % del valor de la producción nacional (Conapesca, 2018; 2020). El sector pesquero y acuícola se describe en la Tabla 2.

Categoría	Valor	Fuente
Población pesquera	213246**	INEGI
Empresas pesqueras y acuícolas	22,820	Conapesca
Embarcaciones industriales	2,027	Conapesca
Plantas de procesamiento	412	Conapesca
Población acuícola	56250*	Conapesca
Unidades de producción acuícola	9,320	Conapesca
Empleos indirectos	>2,000,000	Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable
Producción pesquera nacional promedio (2016-2018) en millones de toneladas	1.77	Elaboración propia <sup>a</sup>
Producción acuícola nacional promedio (2016-2018) en toneladas	238,400	Elaboración propia <sup>a</sup>
Valor de la producción acuícola (millones de pesos)	\$15,376.51	Elaboración propia <sup>a</sup>
Valor de la producción pesquera (millones de pesos).	\$23,753.46	Elaboración propia <sup>a</sup>

Tabla 2. Numeralia del sector pesquero y acuícola en México

Méjico se ubica entre los 20 países que aportan el 74 % del volumen mundial de pescados y mariscos

\* Dato estimado por Conapesca en el Anuario Estadístico 2018

\*\* Dato del censo económico 2019 por el INEGI

<sup>a</sup> Con datos de los anuarios estadísticos de Conapesca (2005-2018)

El sector pesquero tiene acceso a más de 600 especies de peces e invertebrados, aunque el 70 % del volumen de producción anual lo constituyen 25 (Cisneros-Mata, *et al.*, 2019; D.O.F., 2018). En el sector acuícola se cultivan más de 60 especies de peces, plantas, algas, anfibios y moluscos con fines comerciales (D.O.F., 2013; Conapesca, 2018).

La mayor parte de la población dedicada a estas actividades se encuentra en el litoral del Pacífico, siendo Sinaloa y Sonora las entidades con mayor número de personas registradas en el padrón (Figura 1A) y las que contribuyen anualmente con casi el 50 % del volumen de producción pesquera y acuícola nacional (Figura 1B). En la región del Golfo de México, Veracruz presenta el mayor número de personas registradas con actividad acuícola, mientras que de los estados sin litoral destacan el Estado de México y Morelos (Conapesca, 2018) (Figuras 1A y 1C). La población dedicada a la actividad acuícola es similar entre los estados con litoral y sin litoral, lo cual indica la importancia del cultivo de especies de agua dulce (Figura 1C).



## Subsidios a la pesca y acuacultura

En México, aunque se perdieron la gran mayoría de subsidios promotores de capacidad pesquera en 2019 (D.O.F., 2019), para el ejercicio 2020 se anunció el apoyo a dos componentes de subsidios (D.O.F., 2020b): 1) Apoyo para el Bienestar de Personas dedicadas a la pesca y Acuicultores (con un apoyo directo de \$7,200 MXN por beneficiario) y 2) apoyo para la adquisición de Recursos Genéticos Acuícolas.

En el primer caso, las implicaciones en relación con el cambio climático son ambiguas (su efecto no está aún determinado) ya que, aunque la cantidad otorgada es reducida, se podría emplear en la alimentación familiar o en la compra de artes de pesca, lo que indirectamente apoyaría la continuidad de la pesca artesanal. En cambio, los recursos genéticos acuícolas están potencialmente sujetos a sufrir los efectos del cambio climático debido a la localización de la granja y a las diferencias fisiológicas entre las especies, que afectan la supervivencia y el rendimiento de los cultivos. Sin capacidades técnicas sobre los cultivos específicos el programa no resultará exitoso.

Otro tipo de subsidio benéfico son las áreas marinas protegidas, cuyo efecto bajo el impacto del cambio climático no está del todo determinado para las pesquerías mexicanas. Por ejemplo, el cambio de distribución de las especies hacia sitios sin protección las volvería vulnerables a la pesca, reduciendo así el efecto de conservación de estas áreas y aumentando la vulnerabilidad del recurso y la social.

## Aspectos socioeconómicos del sector pesquero-acuícola y el impacto del cambio climático

En México, existen diferencias importantes tanto entre sectores (pesquero y acuícola) como entre flotas. Por ejemplo, en cuanto a salario y seguridad social, el sector acuícola (considerando a todos los tipos de cultivo) se encuentra en mejores condiciones (Sagarpa-IIICA, 2018; Fernández *et al.*, 2011). Respecto a las flotas, la industrial ha recibido históricamente la principal atención e impulso por parte del gobierno mediante subsidios y apoyos (D.O.F., 2020a; Pescando datos, 2021); en contraste, la flota ribereña, aunque emplea a la mayor parte de la fuerza de trabajo, no ha sido prioridad nacional y sólo se reconoce su importancia en el discurso político (IMCO, 2013).

Las variaciones ambientales relacionadas al cambio climático vuelven aún más compleja la situación de la pesca y acuacultura. El costo de no actuar ante ellas o hacerlo inadecuadamente ha sido estimado en una pérdida económica de 51 millones de dólares anuales (Mangin *et al.*, 2018).

La capacidad de adaptarse a condiciones desfavorables derivadas del cambio climático es diferente entre personas dedicadas a la producción pesquera y acuícolas. Para las comunidades pesqueras, esta capacidad depende de su infraestructura y nivel de organización social, así como de la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos (Nenadovic *et al.*, 2018); en cambio, el sector acuícola puede decidir anticipadamente el nivel de riesgo al momento de planear el tipo de instalación, localización, especies de cultivo e infraestructura, lo cual contribuye a disminuir los impactos y la vulnerabilidad (Monteforte, 2013).

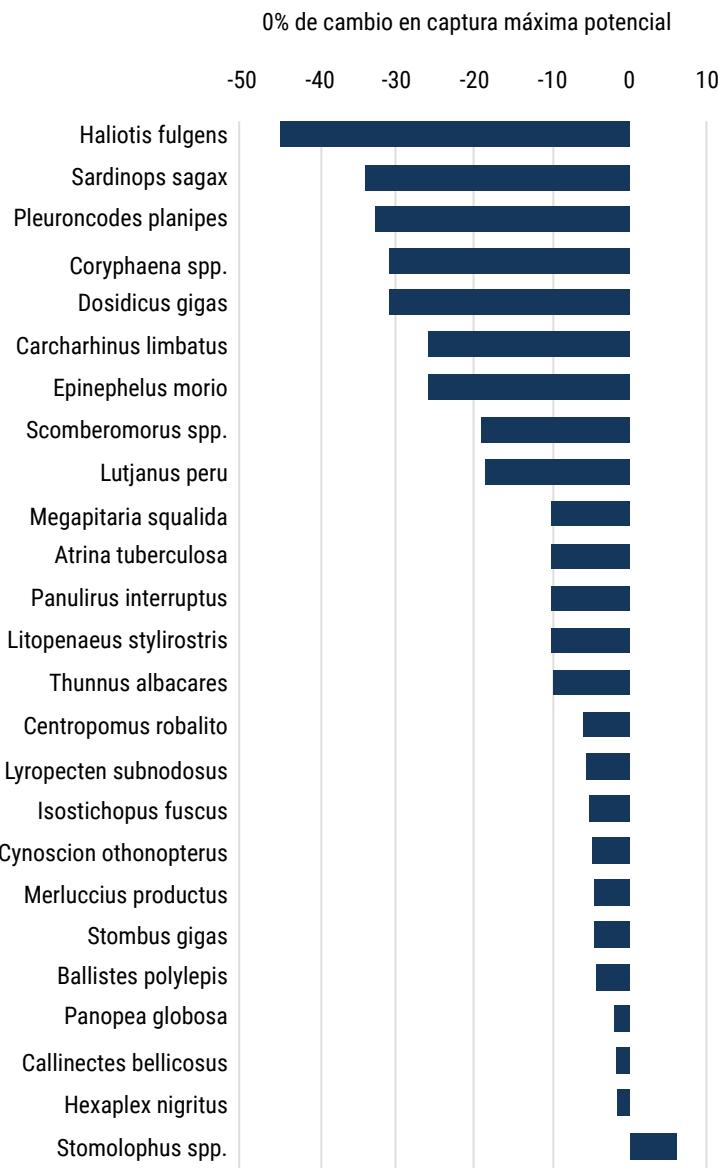
El impacto socioeconómico del cambio climático también será diferente entre flotas (Seijo *et*

Las variaciones ambientales relacionadas al cambio climático vuelven aún más compleja la situación de la pesca y acuacultura.

*al.*, 1998; Anderson y Seijo, 2010). Para la artesanal, donde no existe una inversión significativa por temporada, el aumento en la incertidumbre de los recursos traerá altas preferencias intertemporales o uso inmediato de los recursos, fomentando su sobreexplotación y una mayor vulnerabilidad y pobreza en comunidades costeras en acceso abierto al recurso. Por otro lado, en pesquerías industriales, la preferencia intertemporal será baja, dirigida a marcos conservativos de manejo y administración pesquera (p.ej., entrada limitada de buques) para favorecer inversiones y explotar el recurso durante un lapso prolongado de tiempo. La vulnerabilidad de esta flota podría ser mayor, ya que la búsqueda de los recursos implica una inversión aún más grande que podría incluso obligar a salir de la actividad, con la subsecuente pérdida de empleos.

**Figura 16.** Impacto del cambio climático en las principales especies pesqueras de México.

Fuente: Adaptado de Cisneros-Mata *et al.*, 2019.



En pesquerías secuenciales como el camarón o el mero rojo, donde dos flotas compiten por diferentes componentes poblacionales (es decir, adultos y juveniles), la competencia por el recurso se exacerbaría bajo la influencia climática, disminuyendo la resiliencia poblacional por fallos en el reclutamiento y/o disminución en el stock reproductor, y con el tiempo, la flota de mayor costo sería desplazada. De igual modo, se pronostica que el impacto del cambio climático afectará negativamente la captura máxima potencial de 21 de las 25 principales pesquerías de México (Cisneros-Mata *et al.*, 2019; Figura 16).

En cuanto a la acuacultura, aunque los efectos del cambio climático varían de acuerdo con la especie, tipo de cultivo y ubicación, las zonas acuícolas son vulnerables a inundaciones ocasionadas por la elevación del nivel del mar, principalmente en el sur de Tabasco y Campeche, y en el Golfo de Tehuantepec (Flores-Nava, 2010).

Considerar los impactos del cambio climático en el sector agroalimentario es fundamental y precisa integrar y aplicar estrategias que garanticen la seguridad alimentaria del país, impulsando un desarrollo inteligente que tome en cuenta la interacción entre las diferentes personas para prevenir conflictos sociales.

Las zonas acuícolas son vulnerables a inundaciones ocasionadas por la elevación del nivel del mar



Joseph Sorrentino / Shutterstock

# Revisión de los programas y proyectos que dan marco a la gobernanza climática y acuícola-pesquera del país

## Marco institucional

Las instituciones de gobierno son clave para la implementación de medidas de adaptación para el sector acuícola-pesquero ante los efectos del cambio climático. México cuenta con una estructura institucional conformada por 21 secretarías para la administración pública federal; entre éstas se encuentran las que se encargan de la gobernanza del medio ambiente y del sector acuícola y pesquero: la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social (Sader), que administra el acceso y aprovechamiento de los recursos agrícolas, pesqueros y acuícolas, y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), que se encarga de la protección y conservación de los recursos naturales (D.O.F., 2000).

México cuenta con un Sistema Nacional de Cambio Climático (Sinacc) a cargo del Ejecutivo Federal, responsable de propiciar sinergias para enfrentar de manera conjunta la vulnerabilidad, los riesgos del país, y establecer las acciones prioritarias de mitigación y adaptación al cambio climático, donde se vinculan las necesidades del sector agroalimentario.

**13 años  
después de la  
creación de la  
Ley General  
de Pesca y  
Acuacultura  
Sustentables,  
no existe un  
reglamento  
vigente**

## Marco legal y políticas públicas en relación con el cambio climático

La legislación nacional opera con una jerarquía normativa en donde se posiciona la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) a la cabeza, y se reconocen los tres órdenes de gobierno: federal, estatal y municipal. Dentro de este marco, la relevancia de los acuerdos y tratados internacionales debe ubicarse a la par de la CPEUM cuando los conflictos se susciten en relación con los derechos humanos (SCJN, 2011). Entre los acuerdos internacionales suscritos por México relacionados con el cambio climático se encuentran la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto (cuyo segundo periodo concluyó recientemente) y el Acuerdo de París (Cámara de Diputados, 2019).

La legislación actual en materia de pesca y acuacultura se rige a través de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables emitida en 2007. Esta ley le confiere a Conapesca diversas obligaciones tales como: a) promover, regular, dirigir e implementar la ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático; b) coordinarse con la Federación, con otras entidades federativas y con sus municipios para la implementación de estas acciones, y c) apoyarse en la investigación científica y tecnológica para el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, y la implementación de acciones en materia de pesca y acuacultura sustentables (D.O.F., 2007). No obstante, 13 años después de la creación de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, no existe un reglamento vigente, lo que impide que cumpla con su objetivo al carecer de la regulación necesaria para exigir el cumplimiento de obligaciones de las autoridades pesqueras, comprometiendo la sustentabilidad de los recursos marinos y costeros (Vázquez-Vera, et al., 2021).

Los pilares de la política climática en México son sólidos en cuanto a considerar elementos críticos para la elaboración de programas y políticas orientados a promover una cultura ante el cambio climático que posicione al país a nivel internacional (Figura 1).

**Figura 17.** Pilares de la Política Nacional de Cambio Climático en México.  
Fuente: Cámara de Diputados, 2019.



P1	Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes.	P4	Promover el desarrollo de una cultura climática
P2	Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático.	P5	Instrumentar mecanismos de Medición, Reporte, Verificación y Monitoreo y Evaluación
P3	Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales	P6	Fortalecer la cooperación estratégica y el liderazgo internacional

Asimismo, la estructura organizacional del SINACCes robusta (Figura 18). Entre sus componentes destacan el Congreso de la Unión y el Consejo de Cambio Climático (C3), ya que proveen oportunidades claras para impulsar las recomendaciones del sector. El primero cuenta con una Comisión de Pesca y Acuacultura tanto en la Cámara de Diputados como la Cámara de Senadores, donde realizan foros de consulta y participación social para atender las necesidades e impulsar una agenda común y participativa que incluya la voz de los diferentes las personas del sector en lo referente a cambio climático. Por su parte, el C3 cuenta con representantes de la academia, de organizaciones de la sociedad civil y de empresas del sector. También hay oportunidad de incidir a nivel estatal y municipal mediante la participación en la elaboración de los instrumentos de política climática previstos por la Ley General de Cambio Climático, así como los de tipo sectorial (Aranceta-Garza et al., 2021).

Si bien el arreglo institucional y operante del Sinacc es sólido, en la práctica no parece dar los resultados esperados puesto que no ha logrado la concurrencia, la vinculación ni la congruencia entre programas, acciones e inversiones de los tres órdenes del gobierno con el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) (Velasco Ramírez y García Maning, 2019). Por otro lado, tampoco se han alcanzado las metas de aplicación en las entidades federativas y municipales; algunos de los estados con mayor relevancia en la producción pesquera y acuícola del país están relativamente rezagados en impulsar la creación y aplicación de instrumentos de política pública (Figura3) (INECC, 2019). Considerando la relevancia de los instrumentos de política pública para la aplicación de la Ley General de Cambio Climático, es necesario identificar los retos que enfrentan las entidades federativas para su creación, priorizando a las entidades que tienen mayor dependencia de la pesca y acuacultura.

De igual manera, es crucial la creación de un reglamento de pesca y acuacultura actualizado que vincule de manera explícita los instrumentos de política climática a las acciones referidas en el PNPA 2020-2024, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la integración de avances científicos como base de las modificaciones y creación de futuras normas y/o leyes.

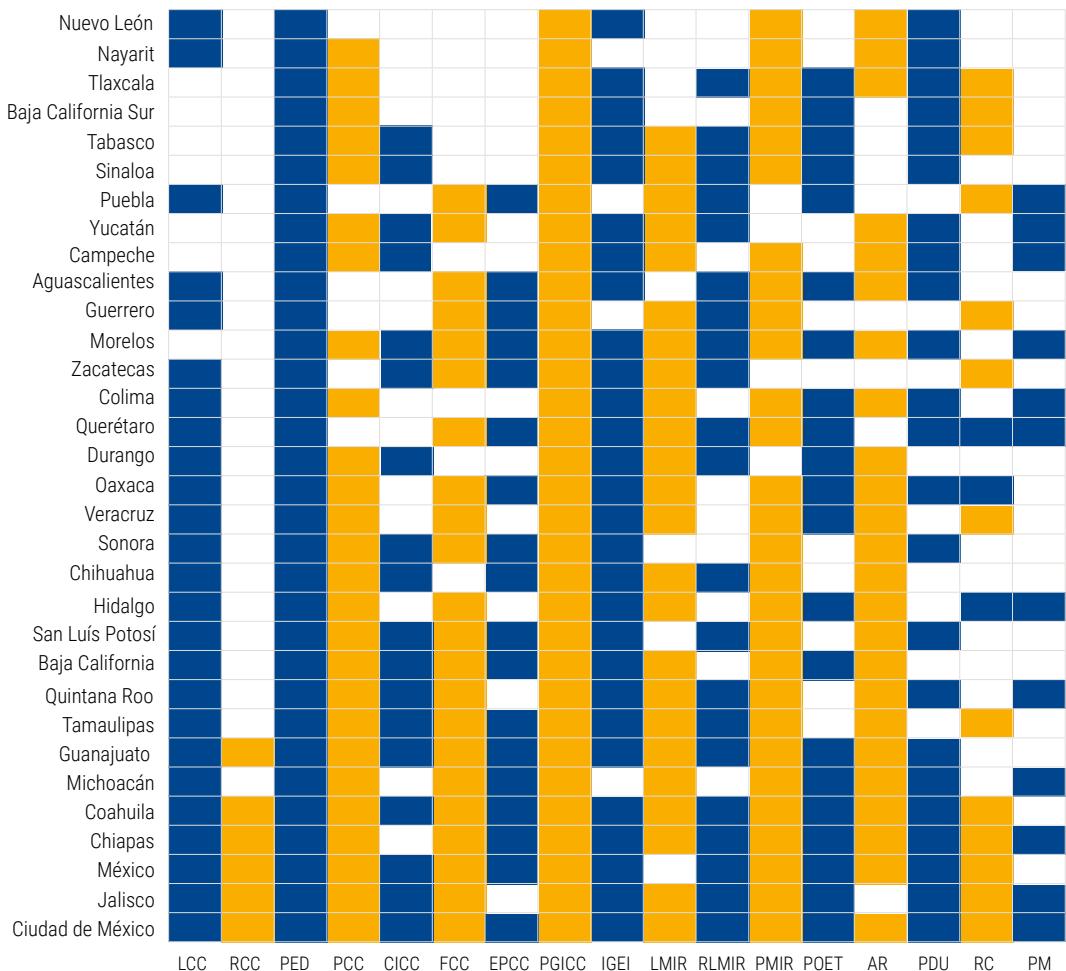
**Los pilares de la política climática en México son sólidos en cuanto a considerar elementos críticos para la elaboración de programas y políticas orientados a promover una cultura ante el cambio climático**



Figura 18. Esquema de coordinación del SINACC para dar seguimiento a la Ley General de Cambio Climático.

**Figura 19.** Instrumentos normativos y de planeación en materia climática

Algunos de los estados con mayor relevancia en la producción pesquera y acuícola del país están relativamente rezagados en impulsar la creación y aplicación de instrumentos de política pública



1. Ley de Cambio Climático (LCC), 2. Reglamento de Cambio Climático (RCC), 3. Plan Estatal de Desarrollo (PED), 4. Programa Estatal en materia de Cambio Climático (PCC), 5. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), 6. Fondo Estatal de Cambio Climático (FCC), 7. Evaluación de la Política Estatal de Cambio Climático (EPCC), 8. Programa de Gestión Integral de la Calidad del Aire (PGICC), 9. Inventario Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (IGEI), 10. Ley Estatal de Manejo Integral de Residuos (LMIR), 11. Reglamento de la Ley Estatal de Manejo de Residuos (RLMIR), 12. Programa Estatal para la Gestión, Manejo y/o Disposición Final de los Residuos (PMIR), 13. Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET), 14. Atlas Estatal de Riesgo (AR), 15. Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU), 16. Reglamento de Construcción (RC), 17. Plan o Programa Estatal de Movilidad (PM). Datos del INECC, 2019.





# Marco jurídico para la adaptación al cambio climático en el sector pesquero y acuícola de México

El marco jurídico que se tiene disponible en México para apoyar las políticas de adaptación al cambio climático en el sector pesquero y acuícola es amplio y robusto. Sus fuentes abarcan el derecho internacional y nacional. Las referencias al cambio climático tienen que incluir la cooperación internacional y el enfoque de derechos humanos. Incorporar el enfoque de género y la integración de jóvenes a la actividad pesquera y acuícola, con mejores niveles de educación y capacitación, fortalecerá la capacidad de adaptación en la pesca artesanal.

## Desde el derecho internacional es indispensable tener presente los siguientes instrumentos legales:

1. Carta de la ONU.
2. Declaración Universal de Derechos Humanos.
3. UN System Chart.
4. Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
5. Acuerdo de París.
6. Ley del Mar (Convemar).
7. Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC).
8. El Protocolo facultativo del PIDESC.
9. El Pacto Internacional de los Derechos Civiles y Políticos.

- 10.** Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB).
- 11.** Acuerdo de Nueva York, 1995, sobre peces transzonales y altamente migratorios.
- 12.** Código de Conducta de Pesca Responsable.
- 13.** Los Planes de Acción Internacional (PAI) de la FAO.
- 14.** El cambio climático y otros asuntos relacionados con el medio ambiente, FAO COFI-2018.
- 15.** El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: la sostenibilidad en acción.
- 16.** Directrices voluntarias para la pesca en pequeña escala (PPE), FAO, 2018.
- 17.** Pesca y acuicultura frente al cambio climático. FAO - PNUD - UNESCO - UNISDR - ICES - CBD - OECD - OSPesca - Banco Mundial - SPC - Globec - PICES - NACEE - Benguela - ICFA - EBCD - FIDA.
- 18.** *Fisheries, aquaculture and COVID 19 issues and Policy Responses*, OECD.
- 19.** Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura, FAO, DOCUMENTO TÉCNICO Nº 627.
- 20.** Resolución de la Asamblea General de la ONU, A/RES/75/239. Los océanos y el derecho del mar.
- 21.** Resolución de la Asamblea General de la ONU, A/RES/74/18: La pesca sostenible.
- 22.** Resolución de la Asamblea General A/RES/73/284. Década de la restauración de ecosistemas.
- 23.** Resolución de la Asamblea General A/RES/75/216. Desarrollo sostenible: Reducción del riesgo de desastres.
- 24.** GEO-6 (Perspectiva mundial de la biodiversidad 6), UNEP 2020.
- 25.** *Making peace with nature*, UNEP 2021.
- 26.** Acuerdo de Escazú, 2021.
- 27.** Construir un nuevo futuro, CEPAL, 2021.
- 28.** *The Outlook for Oceans*, CEPAL-ECLAC, 2020.
- 29.** Rutas de descarbonización profunda en América Latina y El Caribe: desafíos y oportunidades.
- 30.** Agenda 2030 y los ODS de la ONU.
- 31.** Agenda de Acción de Addis Abeba, Etiopía, 2015. Financiamiento para el desarrollo.
- 32.** Resolución de la Asamblea General A/RES/75/204. Sistema financiero internacional y desarrollo.
- 33.** Resultados de la Tercera Conferencia Internacional sobre Financiamiento para el Desarrollo, Addis Abeba, Etiopía, 13-15 de Julio de 2015.
- 34.** Encíclica *Laudato Si'*, Papa Francisco, mayo 25 de 2015.

## Desde la perspectiva del derecho nacional son referente obligado:

- 1)** Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).
- 2)** Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- 3)** Ley General de Cambio Climático (LGCC).

- 4) Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (LGPAS).
- 5) Leyes estatales en materia de: medio ambiente y equilibrio ecológico, pesca y acuacultura, cambio climático.
- 6) Plan Nacional de Desarrollo, 2019-2024.
- 7) Programa Nacional de Pesca y Acuacultura, 2020-2024.
- 8) Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020-2024.
- 9) Estrategia Nacional de Cambio Climático.
- 10) PECC, 2020-2024.
- 11) Sostenibilidad pesquera en México. 2020.
- 12) Mexico climate transparency report. 2020.
- 13) Normas Oficiales Mexicanas en materia de pesca y acuacultura.
- 14) Contenido y alcance del derecho humano a un medio ambiente sano. CEC de la SCJN.
- 15) Derecho a la propiedad de la tierra, el territorio y los recursos naturales de los pueblos y comunidades indígenas. CEC de la SCJN.

La elaboración de una Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático para la Pesca y Acuacultura debe emanar de acuerdos tomados en los Consejos Estatales de Pesca y Acuacultura, el Consejo Nacional de Pesca y Acuacultura y de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (acuerdo que se dará a conocer al Consejo de Cambio Climático), cada uno por separado de conformidad con sus reglamentos internos, que será ratificado en una reunión conjunta del Consejo y de la Comisión Intersecretarial. El Sistema Nacional de Cambio Climático incorpora a las entidades federativas en el análisis y promoción de la aplicación de los instrumentos de política previstos en la Ley. Para su implementación, se creará un grupo de trabajo *ad hoc* que integrará una agenda de trabajo, hará partícipes a los estados y a los municipios costeros a través de los mecanismos previstos en la Ley General de Cambio Climático y en la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, así como lo que han desarrollado las leyes estatales de pesca y acuacultura y cambio climático en temas de participación social en ambas materias. La realización de reuniones de información y deliberación en comunidades pesqueras, el diálogo con cooperativas, federaciones y confederaciones pesqueras, y con la Cámara Nacional de las Industrias Pesquera y Acuícola serán indispensables para la construcción de un Programa de Adaptación al cambio climático que resulte efectivo a largo plazo.

La Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático para la Pesca y Acuacultura se guiará por los principios y disposiciones en materia de adaptación previstos en el Título cuarto, Capítulos 1 y 2 de la Ley General de Cambio Climático. Toda la información que se ha venido generando por quienes estudian el cambio climático y la pesca en México deberá permitir disponer de diagnósticos regionales y locales actualizados que faciliten la adopción de medidas de adaptación adecuadas para el sector pesquero y acuícola de conformidad con las características geográficas, económicas, sociales y políticas de las distintas realidades que viven las comunidades pesqueras de los litorales del Pacífico, el Golfo de México y El Caribe, así como los contrastes que se viven al noroeste y al sur del pacífico y entre las comunidades pesqueras del Golfo de México. La elaboración de una política de adaptación al cambio climático para el sector pesquero y acuícola requiere de mecanismos de gobernanza que hagan partícipes a personas dedicadas a la pesca y a sus organizaciones. La adaptación requiere de ecosistemas y recursos pesqueros en buen

La elaboración de una política de adaptación al cambio climático para el sector pesquero y acuícola requiere de mecanismos de gobernanza

Mantener el buen estado de salud de los stocks pesqueros es una condición necesaria para fortalecer la resiliencia de los recursos pesqueros sujetos a explotación.

estado de salud. Por ello, las herramientas previstas en la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, es decir, el ordenamiento pesquero, los planes de manejo pesquero y el otorgamiento de concesiones y permisos se convierten en instrumentos legales indispensables para la resiliencia y la adaptación al cambio climático.

La Ley General de Cambio Climático faculta a las entidades federativas en el artículo 8, fracción II a “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: ... c) Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y acuacultura.”. De igual forma, el mismo artículo en su fracción IV las faculta para: “Elaborar e instrumentar su programa en materia de cambio climático, promoviendo la participación social, escuchando y atendiendo a los sectores público, privado y sociedad en general”.

La Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables puede incorporar conceptos y disposiciones que faciliten un mejor manejo de los recursos pesqueros y acuícolas en entornos de cambio climático, entre ellos: enfoque ecosistémico, adaptación y mitigación, riesgo, vulnerabilidad, impactos, sensibilidad, exposición, principio precautorio, comanejo, manejo adaptativo, pesca en pequeña escala, planeación espacial marino-costera. En su momento, se requerirá la intervención del Congreso de la Unión para realizar la actualización legal pertinente.

Los congresos locales deben desarrollar un proceso de actualización y armonización de las leyes estatales de pesca y acuacultura, cambio climático, y medio ambiente y equilibrio ecológico, con el claro propósito de fortalecer la adopción de una política de adaptación al cambio climático consolidada y robusta, con mecanismos sólidos de participación y adecuados mecanismos de gobernanza sectorial.

Durante el proceso de elaboración de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático para la Pesca y Acuacultura se adoptarán medidas que permitan incursionar en un proceso dinámico de adopción de políticas públicas que favorezcan ecosistemas y recursos pesqueros resilientes y sobre todo comunidades resilientes, organizadas y fortalecidas para enfrentar los retos que representa el cambio climático global. Deberán desarrollarse programas de protección y restauración de ecosistemas costeros que son importantes para las especies pesqueras: manglares, lagunas costeras, esteros, dunas costeras, arrecifes, pastos marinos, deltas y desembocaduras de ríos, entre otros. Mantener el buen estado de salud de los stocks pesqueros es una condición necesaria para fortalecer la resiliencia de los recursos pesqueros sujetos a explotación.





# Experiencias nacionales e internacionales de adaptación de comunidades pesqueras al cambio climático

Las acciones globales de adaptación ante el cambio climático en la pesca y acuacultura deben incluirse en un sistema de gestión adaptativo que mejore el estado de los sistemas socioecológicos (SSE) pesqueros (MSC, 2018). Estas acciones se enfocan principalmente en cinco líneas (Smit y Pilifosova, 2003; Shelton, 2014; Brander *et al.*, 2017; Tolentino-Arévalo *et al.*, 2019): 1) biológicas, 2) climáticas con alertas tempranas, 3) medidas de protección *ex ante*, 4) vinculación con políticas públicas, y 5) promoción de comercio nacional e internacional.

Las adaptaciones ante el cambio climático propuestas por cada subsistema del SSE pesquero y acuícola se mencionan en la Tabla VI.

<p><b>Tabla VI.</b> Alcance de la adaptación ante el cambio climático bajo el contexto pesquero y acuícola internacional (Brander <i>et al.</i>, 2017).</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #FFD700;">Adaptaciones sobre pesquerías silvestres</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación por caso-contexto y reducir los estresores en los ecosistemas.</li> <li>• Aplicar el código de conducta de la pesca responsable.</li> <li>• Se restringen únicamente a la modificación de métodos de pesca, infraestructura y mercados.</li> </ul> </td></tr> <tr> <th style="background-color: #FFD700;">Adaptaciones sociales y económicas en pesquerías</th></tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar estrategias en función del marco de servicios ecosistémicos.</li> <li>• Incluir acciones para aumentar la resiliencia en comunidades pesqueras, basadas en maximizar las nuevas oportunidades, enfocar estrategias multisectoriales, flexibilidad en políticas públicas durante la actividad productiva y ocupacional, y asegurar los grupos vulnerables.</li> </ul> </td></tr> <tr> <th style="background-color: #FFD700;">Adaptaciones en gobernanza y manejo pesquero</th></tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el enfoque ecosistémico y precautorio, tomando en cuenta la incertidumbre, los efectos del manejo y las acciones de adaptación.</li> <li>• Aplicar acciones adaptativas para responder a los cambios ecológicos del recurso ante el cambio climático.</li> </ul> </td></tr> <tr> <th style="background-color: #FFD700;">Adaptaciones en la acuacultura</th></tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir en la planeación los potenciales efectos climáticos, estableciendo una planeación <i>ex ante</i> para reducir los riesgos que involucren zonación de granjas, selección de organismos y/o semilla adaptada, selección de alimento, y disminuir la presión y dependencia en recursos de alimentación.</li> </ul> </td></tr> </tbody> </table>	Adaptaciones sobre pesquerías silvestres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación por caso-contexto y reducir los estresores en los ecosistemas.</li> <li>• Aplicar el código de conducta de la pesca responsable.</li> <li>• Se restringen únicamente a la modificación de métodos de pesca, infraestructura y mercados.</li> </ul>	Adaptaciones sociales y económicas en pesquerías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar estrategias en función del marco de servicios ecosistémicos.</li> <li>• Incluir acciones para aumentar la resiliencia en comunidades pesqueras, basadas en maximizar las nuevas oportunidades, enfocar estrategias multisectoriales, flexibilidad en políticas públicas durante la actividad productiva y ocupacional, y asegurar los grupos vulnerables.</li> </ul>	Adaptaciones en gobernanza y manejo pesquero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el enfoque ecosistémico y precautorio, tomando en cuenta la incertidumbre, los efectos del manejo y las acciones de adaptación.</li> <li>• Aplicar acciones adaptativas para responder a los cambios ecológicos del recurso ante el cambio climático.</li> </ul>	Adaptaciones en la acuacultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir en la planeación los potenciales efectos climáticos, estableciendo una planeación <i>ex ante</i> para reducir los riesgos que involucren zonación de granjas, selección de organismos y/o semilla adaptada, selección de alimento, y disminuir la presión y dependencia en recursos de alimentación.</li> </ul>
Adaptaciones sobre pesquerías silvestres									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación por caso-contexto y reducir los estresores en los ecosistemas.</li> <li>• Aplicar el código de conducta de la pesca responsable.</li> <li>• Se restringen únicamente a la modificación de métodos de pesca, infraestructura y mercados.</li> </ul>									
Adaptaciones sociales y económicas en pesquerías									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar estrategias en función del marco de servicios ecosistémicos.</li> <li>• Incluir acciones para aumentar la resiliencia en comunidades pesqueras, basadas en maximizar las nuevas oportunidades, enfocar estrategias multisectoriales, flexibilidad en políticas públicas durante la actividad productiva y ocupacional, y asegurar los grupos vulnerables.</li> </ul>									
Adaptaciones en gobernanza y manejo pesquero									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el enfoque ecosistémico y precautorio, tomando en cuenta la incertidumbre, los efectos del manejo y las acciones de adaptación.</li> <li>• Aplicar acciones adaptativas para responder a los cambios ecológicos del recurso ante el cambio climático.</li> </ul>									
Adaptaciones en la acuacultura									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir en la planeación los potenciales efectos climáticos, estableciendo una planeación <i>ex ante</i> para reducir los riesgos que involucren zonación de granjas, selección de organismos y/o semilla adaptada, selección de alimento, y disminuir la presión y dependencia en recursos de alimentación.</li> </ul>									

Lo primordial es generar el estado del arte propio que permita diagnosticar las adaptaciones aplicables para cada caso

## Experiencias nacionales e internacionales en aplicación de medidas de adaptación al cambio climático

Existen numerosos ejemplos de esfuerzos internacionales de adaptación pesquera y acuícola ante el impacto del cambio climático bajo contextos similares o relacionados con México. Si bien algunos podrían adaptarse para su aplicación en el país, lo primordial es generar el estado del arte propio que permita diagnosticar las adaptaciones aplicables para cada caso. Entre estas adaptaciones se puede mencionar el fomento de sociedades sólidas de gobierno-academia-productores bajo fideicomisos específicos para el cambio climático, que son la base del éxito de EUA, Europa y Australia en materia de investigación y aplicación de estrategias de mitigación. Similarmente, se podría replicar el manejo sólido apoyado en Programas de Acción Estratégicos ante el cambio climático específicos para el sector pesquero, y financiados por fondos nacionales e internacionales que presentan Chile y Perú.

## El caso de México

En México, la implementación de cualquier medida de manejo presenta tres retos principales (Mangin *et al.*, 2018): 1) generar información, 2) estado socioeconómico precario de la mayoría de pescadores y pescadoras artesanales, y 3) fortalecer la capacidad institucional. Además, el éxito de la medida de manejo dependerá de una planificación a largo plazo e incluyente de las comunidades e industria pesquera. Paralelamente, será fundamental construir capacidades a nivel comunitario para fomentar la gobernanza, el comanejo y la pesca sustentable (Espinosa-Romero *et al.*, 2014).

### Capacidad adaptativa en comunidades pesqueras

La actitud de personas dedicadas a la pesca hacia el riesgo y la incertidumbre, ya por actitudes de cooperación o competencia, es específica del contexto dentro de cada SSE, siendo necesario

entender su dinámica particular para poder establecer estrategias que permitan construir capacidades de adaptación exitosas ante el cambio climático. Para que la gobernanza pesquera sea efectiva, es importante que las políticas se articulen con el interés común de las y los usuarios que se minimicen las asimetrías durante la toma de decisiones.

### **Experiencias de carácter local, implementadas de forma voluntaria por las personas del sector pesquero**

Muchas de las estrategias nacionales de adaptación ante el cambio climático han sido ejecutadas de forma voluntaria por parte de las comunidades costeras en búsqueda de la sustentabilidad de sus recursos. En ese sentido, las comunidades han establecido comités de vigilancia (p.ej., langosta en Punta Allen, Quintana Roo; langosta roja y abulón en Baja California); Consejos Asesores dentro de los planes de manejo de las áreas naturales protegidas (p.ej., pulpo, pepino de mar y escama en Bahía de Los Ángeles); el establecimiento de reservas marinas en el Golfo de California (GC); monitoreos biológicos (Baja California: Micheli *et al.*, 2012; Reserva Sian Ka'an: Méndez-Medina *et al.*, 2020); el ajuste de sus tasas de explotación ante eventos climáticos adversos (Finkbeiner *et al.*, 2018).

Será fundamental construir capacidades a nivel comunitario para fomentar la gobernanza, el manejo y la pesca sustentable

### **Iniciativas del Gobierno Federal para generar información y mejorar la toma de decisiones en el contexto del cambio climático**

México ha organizado foros –como el de Cambio Climático y Acuacultura (Inapesca-Instituto Nacional de Ecología, 2008)– y participado en iniciativas –como la iniciativa al 2030 del *Ocean Panel* en 2018– cuyo propósito es desarrollar agendas de adaptación y mitigación del cambio climático sobre la actividad pesquera y para la transición hacia una economía sustentable del océano. En esas reuniones se han aportado los elementos necesarios para dicha agenda (Tabla VII) y se han comprometido a llevar a cabo medidas de mitigación y promoción de resiliencia costera.

Prioridad 1:	Prioridad 2:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gestionar</b> y establecer un fondo que financie investigación en cambio climático para pesca y acuacultura.</li> <li>• <b>Estrategias</b> y programas de adaptación a impactos ecológicos, sociales y económicos, con consideraciones territoriales.</li> <li>• <b>Diseñar</b> un marco legal y estructuras administrativas apropiadas y dinámicas que permitan elaborar estrategias de adaptación al cambio climático.</li> <li>• <b>Comunicación</b> e interacción entre los sectores académicos y gubernamentales con las personas que se dedican a la pesca y acuacultura sobre CC y su participación en los mecanismos de solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modelar</b> el medio ambiente físico.</li> <li>• <b>Modelar</b> la biomasa de los recursos que sostienen las pesquerías y acuacultura.</li> <li>• <b>Generación</b> de escenarios de cambio climático en pesca y acuacultura.</li> <li>• <b>Integración</b> de los modelos en océanos y costas.</li> <li>• <b>Modelar</b> la economía en relación con el cambio climático.</li> <li>• <b>Modelar</b> los impactos sociales asociados al cambio climático.</li> </ul>

Dentro de las ANP marinas no existe un plan de evaluación y monitoreo de los recursos y ambiente

### El papel de las áreas naturales protegidas (ANP) y el cambio climático

Las ANP aumentan la resiliencia biológica de las poblaciones protegiendo zonas de importancia biológica y diversidad genética (Roberts *et al.*, 2017), permitiendo mayor éxito de adaptación a las poblaciones ante el cambio climático, sumado con el manejo y uso sustentable de los recursos por parte de las comunidades dentro del ANP. No obstante, dentro de las ANP marinas no existe un plan de evaluación y monitoreo de los recursos y ambiente que permitan establecer un verdadero manejo sustentable, evaluando metas y resultados del manejo.

### Investigación relacionada con los impactos del cambio climático en las pesquerías comerciales

Para combatir la sobreexplotación, la cual exacerba los efectos negativos del cambio climático sobre la resiliencia de los recursos, se ha propuesto adaptar el sistema de inspección a una vigilancia interinstitucional o compartida (Ortiz-Gallarza *et al.*, 2020a), existiendo ejemplos en las comunidades de BC y Quintana Roo (p.ej., Arroyo-Mina *et al.*, 2016; Audefroy y Sánchez, 2017; Finkbeiner *et al.*, 2018; Fulton *et al.*, 2015; Micheli *et al.*, 2012).

Para algunas pesquerías industriales y artesanales ya se cuenta con un manejo pesquero con enfoque ecosistémico que toma en cuenta el impacto del cambio climático (Lehodey *et al.*, 2013; Morgan *et al.*, 2015; Ortiz-Gallarza *et al.*, 2020b). Sin embargo, este tipo de manejo presenta aún grandes complejidades, y para hacerles frente, se han propuesto tres líneas de acción dirigidas hacia la investigación, gobernanza y atención al componente social.

La inclusión de los análisis bioeconómicos permite establecer la relación del comportamiento económico del pescador en función de la condición del recurso bajo estados de la naturaleza inciertos (p.ej., cambio climático). Esto permite estimar un nivel de esfuerzo óptimo en función de puntos de referencia bioeconómicos como el máximo rendimiento sostenible o económico bajo distintos escenarios climáticos.

Para la acuacultura existen adaptaciones ante la variabilidad climática por empresas privadas vinculadas con la academia y enfocadas a la biología (Ibarra *et al.*, 2017) o a la tecnología del cultivo. Sin embargo, los costos por el uso de los sistemas de recirculación de agua (RAS, por sus siglas en inglés), imposibilitan su implementación en zonas rurales.

En conclusión, de acuerdo con las cinco líneas generales de acción para la adaptación ante el cambio climático mencionadas, se encuentra que: 1) En cuanto a resiliencia biológica, México debe contar con medidas específicas entre sociedad, academia, gobierno y las organizaciones de la sociedad civil que permitan mejorar el estado actual de los stocks pesqueros; 2) Aún existe una carencia por información ambiental y el acceso público a las plataformas de información para poder crear proyecciones de alerta temprana; 3) No se encontraron casos de las medidas de protección *ex ante* aplicadas específicamente ante el cambio climático para las pesquerías; 4) No existe una vinculación clara entre el manejo y medidas de adaptación específicas al cambio climático establecidas por región, comunidad y especie. Paralelamente, se debe fortalecer la gobernanza promoviendo esquemas de cooperación y participación en la toma de decisiones de todas las personas. 5) Los gobiernos (a nivel federal, estatal y municipal) deberán trabajar en estrategias comerciales de productos marinos que abarquen la inclusión y equidad de las y los usuarios.



# Conclusiones

- Existe suficiente evidencia acerca del fenómeno del cambio climático.
- En México ya está impactando la vida y el bienestar de miles de personas, particularmente en la región noroeste del país.
- Entre las principales alteraciones oceanográficas en el país que predicen los modelos utilizados en el presente estudio destacan la elevación en la temperatura del mar, aumento en la intensidad de los fenómenos meteorológicos, como los huracanes, elevación del nivel del mar en estados con amplias extensiones de zonas bajas, así como acidificación y disminución de la concentración de oxígeno, especialmente en la región noroeste.
- El análisis efectuado sobre la vulnerabilidad de las comunidades costeras del país a las presiones causadas por el cambio climático muestra que en la actualidad los estados del noroeste son los que se encuentran en peor situación, pero que en el futuro mediato (hacia el año 2050), en el escenario menos favorable propuesto por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas, los estados de la costa sur del Golfo de México y la Península de Yucatán se verían notablemente afectados.
- El marco legal que da fundamento a la política climática de México es robusto y, en general, aceptable.
- Dicho marco provee un conjunto de herramientas para enfrentar las perturbaciones futuras, y está apoyado por una serie de tratados y acuerdos internacionales que México está de acuerdo en seguir. Sin embargo, las herramientas legales y normativas de carácter nacional presentan desconexión y es necesario armonizarlas para maximizar su eficacia. Así mismo, se denota que muchos estados costeros están rezagados en materia de creación de leyes y normas para la mitigación y adaptación al cambio climático.



Leonardo Em, Shutterstock

# Recomendaciones para una estrategia de política pública de adaptación al cambio climático del sector pesquero y acuícola de México

A partir de toda la información presentada, y de una serie de talleres que recogieron los comentarios y opiniones de integrantes de los sectores involucrados con la pesca en México (gobierno federal, grupos organizados de personas dedicadas a la pesca, instituciones académicas, organizaciones civiles, integrantes de agencias internacionales especializadas en pesca y sociedad), se hizo un compendio de más de 30 recomendaciones sobre estrategias de adaptación al cambio climático por parte del sector pesquero, las cuales abarcaron todos los ámbitos, desde lo local hasta lo nacional. A partir de este grupo inicial, se realizó una depuración para seleccionar aquellas recomendaciones con mayor relevancia, tomando en cuenta los siguientes aspectos: a) La importancia relativa otorgada a la estrategia por parte de personas expertas consultadas; b) La factibilidad de aplicación de la recomendación, considerando el marco legal vigente en México; c) La posibilidad de que esa recomendación pudiera aplicarse a corto plazo, y d) La existencia de grupos sociales (gobierno, organizaciones pesqueras, instituciones académicas, grupos industriales u organizaciones civiles) que pudieran llevarlas a la práctica.

Las recomendaciones resultantes están organizadas en tres niveles: Estrategias generales (aplicables a todo el país), Consideraciones estratégicas y Recomendaciones para la práctica (enfoque regional y local).

## Recomendaciones prioritarias

1. Desarrollar e implementar un **Programa Nacional de Pesca y Cambio Climático** a nivel federal, con amplia presencia en territorio y participación pública interdisciplinaria activa, que **integre las visiones de las personas en las diversas etapas de la cadena productiva del sector**. Éste debe basarse en la **coordinación intersectorial y la consulta pública** que abran canales de comunicación y de trabajo colaborativo entre agencias de los tres niveles de gobierno, y la construcción de coaliciones con otros sectores ligados a la pesca. El programa debe contar con un sistema de evaluación continua de éxito de las estrategias aplicadas, que valore los resultados y en paralelo le otorgue la suficiente flexibilidad.
2. Crear el **Atlas Nacional de Riesgo para el Sector Pesquero** que incorpore las presiones ambientales y la capacidad adaptativa de las comunidades, y en paralelo organizar planes de contingencia para minimizar impactos económicos y sociales, fomentar el trabajo preventivo, y buscar opciones para asegurar la infraestructura y bienes de las personas.
3. Aumentar la **inversión en la generación de conocimiento**, y comenzar acciones que permitan combinar, reconocer y **validar los saberes de todas las personas** del sector, para el desarrollo de escenarios locales y estrategias de adaptación al cambio climático. Además, es importante **invertir en la formación de cuadros especializados** en el tema del cambio climático, en **gobierno, organizaciones civiles y academia**.
4. El **marco legal que rige la actividad pesquera y acuícola** fue concebido bajo un ámbito distinto de pensamiento y condiciones sociales, lo que puede limitar su aplicabilidad. Se recomienda **armonizar las herramientas legales relacionadas con el cambio climático y el manejo ecosistémico**, tanto de nivel federal como estatal, y actualizar en particular la Carta Nacional Pesquera, Carta Nacional Acuícola, Normas Oficiales Mexicanas y los Planes de Manejo relativos a recursos pesqueros.
5. Reconociendo que la vulnerabilidad al cambio climático no es igual para quienes integran de los grupos sociales, se recomienda **incluir un enfoque de género** en los análisis de vulnerabilidad del sector pesquero, de manera que se transversalicen estos aspectos a la elaboración e implementación de medidas de adaptación.

## Recomendaciones estratégicas

1. Deben promoverse estrategias y modificaciones legales que permitan a los **Consejos Estatales de Pesca y Acuacultura** participar en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos, y atender de forma concreta las necesidades de las comunidades. También deben instituirse **Consejos Interestatales de Pesca**, que prevengan problemáticas que pueden surgir entre comunidades por el posible desplazamiento de recursos hacia otras regiones.
2. Estos consejos pueden crear o activar **políticas diseñadas para la pesca en pequeña escala, en las cuales se utilice el enfoque de comunidad** y que incluya no sólo a practicantes de la pesca y la acuicultura, sino toda la sociedad con la que interactúan. Esto ayudará a construir una comunidad de adaptación que comparte territorio y problemas, y que construye su propio modelo de adaptación solidaria y colaborativamente.
3. Analizar de manera integral la situación por la que pueden pasar los distintos eslabones de la cadena de valor, y **emplazar estrategias que ayuden a que los sistemas de captura, cultivo, acopio, manejo, industrialización, transporte y comercialización de especies** puedan irse adaptando a los nuevos contextos ambientales y sociales que puede traer el cambio climático.
4. Revisar e impulsar la implementación de **tratados internacionales que permitan llevar a cabo un manejo adecuado de recursos transfronterizos, y prestar atención a los mercados de exportación**, los cuales representan ingresos clave para el país.
5. Se recomienda que el gobierno federal organice la creación de **una base de datos centralizada sobre las condiciones del océano, que opere en tiempo real** y que se construya con apoyo de diversos sectores, para identificarlos con la meta.
6. Entre la información científica clave necesaria está revisar **los cambios que las nuevas condiciones están induciendo sobre la producción primaria, del mar, los parámetros demográficos clave para el manejo pesquero** (temporada y edad de madurez, tasa de mortalidad natural y de crecimiento, etc.), el **volumen de captura**, y la **distribución espacial** de las especies objetivo. Ello permitirá apoyar a las comunidades previendo posibles cambios de sitios de captura, artes de pesca y tipo de recurso.
7. Debe instalarse un programa para **difundir de forma eficiente a todos los sectores y en diversos medios mensajes sobre los peligros, las oportunidades y las formas de adaptación** con las que contamos. Ello permitirá tener mayor conciencia de la situación y favorecer la aplicación de acciones de adaptación a escalas desde locales hasta federales.
8. En relación con la acuicultura, se recomienda diversificar **las actividades** (por ejemplo, con policultivos), fomentar la **investigación, el desarrollo de infraestructura** (mejores laboratorios de producción de semilla), y la **mejora en las líneas genéticas** que permitan optimizar la calidad de las especies cultivadas y favorecer su capacidad de adaptación a las nuevas condiciones oceanográficas.
9. La planificación para adaptar al sector acuícola al cambio climático debe considerar los **escenarios e insumos disponibles en el Atlas de Cambio Climático de INECC-UNAM**, para garantizar el buen manejo de recursos hídricos, la gestión integrada de cuencas y la calidad de las aguas. Estos elementos son esenciales, pues múltiples recursos acuaculturales dependen de zonas salobres, o se reproducen o reclutan en sitios con influencia de aguas dulces como los manglares.

## HOJA DE RUTA PARA LAS RECOMENDACIONES

Recomendaciones prioritarias				
Recomendación	Líder	Colaboradores	Financiamiento potencial	Plazo
Programa Nacional de Cambio Climático, Pesca y Acuacultura	Sader	Inapesca, GE, OP, PI, CP, AC, OSC	Fondos federales, agencias internacionales	Corto
Atlas Nacional de Riesgo para el Sector Pesquero	INECC	Conapesca, AC, OSC	Fondos federales, agencias internacionales	Corto
Generación de conocimiento y mejora de capacidades	AC	Inapesca, OSC, CP, PI	Fondos federales, agencias internacionales, fundaciones	Corto
Análisis de mecanismos de armonización y actualización de herramientas legales	Sader	Conapesca, Inapesca, OSC	Fondos federales, fundaciones	Mediano
Incluir el enfoque comunitario y de género en las acciones		Todos los sectores	No requerido	Corto
Recomendaciones estratégicas				
Recomendación	Líder	Colaboradores	Financiamiento potencial	Plazo
Creación o fortalecimiento de Consejos Estatales e Interestatales de Pesca y Acuacultura.	Conapesca	Inapesca, GE	Fondos federales	Mediano
Revisión e implementación de tratados internacionales sobre recursos transfronterizos y especies de exportación.	Sader	Conapesca, Inapesca, GE, PI	Fondos federales	Mediano
Creación de base de datos centralizada sobre condiciones oceanográficas y con operación en tiempo real.	INECC	Conabio, AC, OSC, OP, PI	Fondos federales, agencias internacionales, fundaciones	Mediano
Análisis de efectos del cambio climático sobre biología y distribución de los recursos.	AC	Inapesca, INECC, OSC	Fondos federales, agencias internacionales, fundaciones	Corto

Programa de difusión de las amenazas y las posibilidades de adaptación del sector, dirigido a múltiples actores sociales.	OSC	AC, Conabio	Fondos federales, agencias internacionales, fundaciones	Corto
Diversificación de actividades acuícolas, y mejora de la calidad y capacidad adaptativa de las especies de cultivo.	Inapesca	Conapesca	Fondos federales, agencias internacionales	Largo

**Clave de siglas:** “AC” Academia. “CONABIO” Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. “CONAPESCA” Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura. “CP” comunidades pesqueras. “GE” gobiernos estatales. “INAPESCA” Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura. “INECC” Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. “OP” organizaciones pesqueras. “OSC” organizaciones de la sociedad civil. “PI” personas dedicadas a la pesca industriales. “SADER” Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

**Plazo:** Corto (1 a 3 años), Medio (4 a 6 años), Largo (>6 años)

## RECOMENDACIONES PARA LA PRÁCTICA A ESCALA REGIONAL, SUGERIDAS EN LOS TALLERES COLABORATIVOS

Recomendación	Noroeste de México	Golfo de California	Pacífico tropical	Golfo de México	Caribe mexicano	Participantes clave
Generar modelos que indiquen la relevancia de efectos de gran escala espacial, como El Niño, o cambios en los patrones de circulación oceánica y vientos.			X	X	X	AC, OSC
Corregir los vacíos de información sobre amenazas climáticas de la región del Golfo de México-Mar Caribe.				X	X	AC, GF, GE, OSC
Analizar cambios demográficos esperados en las ciudades costeras, a partir de los planes de desarrollo de los estados y las proyecciones poblacionales de INEGI.		X			X	GF, GE, AC, OSC
Apoyar el desarrollo de capacidades académicas que permitan crear grupos de especialistas con una visión local y de aplicación directa.			X	X	X	AC, GF, GE
Desarrollar diagnósticos diferenciales de los efectos climáticos para el sector industrial y el artesanal, así como a nivel regional.	X	X		X		AC, GF, GE, OSC, PA, PI
Fomentar la inversión en educación para el uso de nuevos métodos de captura, y para actualizar, mejorar y sustituir artes de pesca. También se debe apoyar el desarrollo de la acuacultura en condiciones de laboratorio.	X	X		X		GF, GE, AC, OSC

Clave de siglas para la columna de sugerencia de participantes clave: **GF**: gobierno federal, **GE**: gobiernos estatales. **AC**: academia, **OSC**: organizaciones de la sociedad civil, **PA**: personas dedicadas a la pesca artesanal, **PI**: personas dedicadas a la pesca de manera industrial.

## Referencias

- Anderson, L. G., y Seijo, J. C. (2010). *Bioeconomics of fisheries management*. John Wiley & Sons. Iowa, USA.
- Aranceta-Garza, F., Vergara Solana, F., Peñalosa Martinell, D., Ponce Díaz, G., Ascencio Mitchel, R., Vázquez-Vera, L. y Reyes-Bonilla, H. (2021). Cambio climático y la acuacultura en México, en: Vázquez-Vera, et al., (Eds) *Diagnóstico de la acuacultura en México*. FMNC-TNC.
- Arroyo-Mina, J. S., Revollo-Fernández, D. A., Aguilar-Ibarra, A., y Georgantzis, N. (2016). Economic behavior of fishers under climate-related uncertainty: Results from field experiments in Mexico and Colombia. *Fisheries Research*, 183, 304-317. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.05.020>.
- Audefroy, J. F., y Sánchez, B. N. C. (2017). Integrating local knowledge for climate change adaptation in Yucatán, Mexico. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), 228-237. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.03.007>.
- Barbieri, M.A., Aguilar-Manjarrez, J. y Lovatelli, A. (2020). Guía básica. *Cambio climático, pesca y acuacultura. Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático*. Santiago de Chile, FAO.
- Brander, K., Cochrane, K., Barange, M. y Soto, D. (2017) Climate change implications for fisheries and aquaculture, en: B.F. Phillips, M. Pérez-Ramirez (Eds.), *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture: A Global Analysis*, (pp. 45–62). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119154051.ch3>.
- Cámara de Diputados (2019). Cambio climático: principales acciones de adaptación y mitigación en México. Marco Jurídico Nacional e Internacional/Iniciativas presentadas/Opiniones Especializadas, SAPI-ISS-10-19. Ciudad de México, México.
- Cisneros-Mata, M. A., Mangin, T., Bone, J., Rodriguez, L., Smith, S. L., y Gaines, S. D. (2019). Fisheries governance in the face of climate change: Assessment of policy reform implications for Mexican fisheries. *PLoS ONE*, 14(10), e0222317. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222317>.
- Cisneros-Montemayor, A. M., Cisneros-Mata, M. A., Harper, S., y Pauly, D. (2013). Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. *Marine Policy*, 39, 283-288. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.003>.
- Conapesca. (2018). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2018. México, D.F.
- Conapesca. (2020). Registro Nacional de Pesca y Acuacultura (RNPA). <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/registro-nacional-de-pesca-y-acuacultura-rnpa>.
- Coneval. (2015). Datos de marginación por municipio en México. Consultado en noviembre de 2020.
- Couture, J. L., Froehlich, H. E., Buck, B. H., Jeffery, K. R., Krause, G., Morris Jr., J. A., Pérez, M., Stentiford, G. D., Vehviläinen, H. y Halpern, B. S. (2021). Scenario analysis can guide aquaculture planning to meet sustainable future production goals. *ICES Journal of Marine Science*, fsab012, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab012>.
- Diario Oficial de la Federación. (2000). DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, de la Ley Federal de Radio y Televisión, de la Ley General que establece las Bases de Coordinación del Sistema Nacional de Seguridad Pública, de la Ley de la Policía Federal Preventiva y de la Ley de Pesca. 30 de noviembre de 2000.

- Diario Oficial de la Federación. (2007). Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.
- Diario Oficial de la Federación. (2012). Ley General de Cambio Climático. Última reforma publicada 7 de diciembre de 2020.
- Diario Oficial de la Federación. (2013). Carta Nacional Acuícola. Diario Oficial de la Federación, 9 de septiembre de 2013.
- Diario Oficial de la Federación. (2018). Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, 11 de junio de 2018.
- Diario Oficial de la Federación. (2019). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural para el ejercicio 2019. Diario Oficial de la Federación, 1 de marzo de 2019.
- Diario Oficial de la Federación. (2020a). Programa Nacional de Pesca y Acuacultura 2020-2024. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2020.
- Diario Oficial de la Federación. (2020b). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural para el ejercicio 2020. Diario Oficial de la Federación, 25 de marzo de 2020.
- DNP, MADS, IDEAM, UNGRD. (2016). *ABC: Adaptación Bases Conceptuales. Marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Colombia*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Escoto-Castillo, A., Sánchez-Peña, L., y Gachuz-Delgado, S. (2017). Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): nuevas maneras de comprender el cambio climático y social. *Estudios demográficos y urbanos*, 32(3), 669-693. <https://doi.org/10.24201/edu.v32i3.1684>.
- Espinosa-Romero, M. J., Rodríguez, L. F., Weaver, A. H., Villanueva-Aznar, C., y Torre, J. (2014). The changing role of NGOs in Mexican small-scale fisheries: From environmental conservation to multi-scale governance. *Marine Policy*, 50, 290-299.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
- Fernández, J. I., Álvarez-Torres, P., Arreguín-Sánchez, F., López-Lemus, L.G., Ponce, G., Díaz de León, A., Arcos-Huitrón, E. y del Monte-Luna, P. (2011). Coastal Fisheries of Mexico, en: S. Salas, R. Chuenpagdee, A. Charles y J.C. Seijo (Eds.), *Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean* (pp. 231-284). Rome, FAO Fisheries Technical Paper. No. 544.
- Finkbeiner, E. M., Micheli, F., Saenz-Arroyo, A., Vazquez-Vera, L., Perafan, C. A., y Cárdenas, J. C. (2018). Local response to global uncertainty: Insights from experimental economics in small-scale fisheries. *Global Environmental Change*, 48, 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.010>.
- Flores-Nava, A. 2010. Una reflexión sobre el impacto del cambio climático en las actividades acuícolas costeras de México, en: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, y L. Alpuche Gual y G.J. Villalobos-Zapata (Eds.), *Cambio Climático en México un Enfoque Costero-Marino* (pp. 319-334). Universidad Autónoma de Campeche, CETYS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche.

Froehlich, H. E., Gentry, R. R., y Halpern, B. S. (2017). Conservation aquaculture: Shifting the narrative and paradigm of aquaculture's role in resource management. *Biological Conservation*, 215, 162-168. <https://doi.org/10.1016/j.bioco.2017.09.012>.

Ibarra, A. M., Ascencio-Michel, R., Ramírez, J. L., Manzano-Sarabia, M., & Rodríguez-Jaramillo, C. (2017). Performance of diploid and triploid *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) grown in tropical versus temperate natural environmental conditions. *Journal of Shellfish Research*, 36(1), 119-139. <https://doi.org/10.2983/035.036.0113>.

IMCO. (2013). *La pesca ilegal e irregular en México: una barrera a la competitividad*. Instituto Mexicano para la Competitividad, AC. México. 71 pp.

Inapesca. (2008). *Cambio climático, pesquerías y acuacultura Foro-Coloquio*. Sagarpa y Semarnat. México. 119 pp.

INECC (2019). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Consultado en diciembre 2020. <https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Intro.html>.

Inteligencia Pública, EDF de México (2019). *Impacto social de la pesca tibereña en México: Propuestas para impulsar el bienestar social en el sector pesquero*. CDMX: EDF de México. 96 pp.

IPCC. (2014a). Annex II: Glossary, en: K. J. Mach, S. Planton, y C. von Stechow (Eds.), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 117-130). IPCC.

IPCC. (2014b). Summary for policymakers, en: Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1-32). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC. (2018). *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza* [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (Eds.)].

Lehodey, P., Senina, I., Calmettes, B., Hampton, J., y Nicol, S. (2013). Modelling the impact of climate change on Pacific skipjack tuna population and fisheries. *Climatic Change*, 119(1), 95-109. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0595-1>.

Mangin, T., Cisneros-Mata, M. Á., Bone, J., Costello, C., Gaines, S. D., McDonald, G., Rodriguez, L., Strauss, C. K., y Zapata, P. (2018). The cost of management delay: The case for reforming Mexican fisheries sooner rather than later. *Marine Policy*, 88, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.042>.

Martínez-Estrada A., Melgoza-Rocha A., Mascareñas-Osorio, I. y Cota-Nieto, J.J. (2017). ¿Cómo se pesca en México? dataMares. InteractiveResource. <https://doi.org/10.13022/M3B92B>.

Méndez-Medina, C., Schmook, B., y Basurto, X. (2020). Comités comunitarios en Sian Ka'an: redes

de colaboración para enfrentar los efectos del cambio climático, en: U. Urrea Mariño y G. Alcalá (Eds.), *Pescadores en México y Cuba: Retos y oportunidades ante el cambio climático* (pp. 141-173). Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo- unas letras industria editorial.

Micheli, F., Saenz-Arroyo, A., Greenley, A., Vazquez, L., Montes, J. A. E., Rossetto, M., y De Leo, G. A. (2012). Evidence that marine reserves enhance resilience to climatic impacts. *PloS one*, 7(7), e40832. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040832>.

Monteforte, M. (2013). La acuacultura en Baja California Sur ante el cambio climático, en: A. Ivanova y E. A. Gámez (Eds.), *Baja California Sur ante el cambio climático: vulnerabilidad, adaptación y mitigación. Estudios para la elaboración del plan estatal de acción ante el cambio climático (PEACC-BCS)* (pp.247-263). UABCS-semarnat-Cibnor-CICESE-INECC-IPN-Cicimar. ISBN: 978-607-7777-32-8.

Morgan, S., Alvarez-Flores, C., Morrison, A., Cozzi, B., McLoughlin, K., y Humberstone, J. (2015). *MSC Full Assessement: The northeastern tropical pacific purse seine yellowfin and skipjack tuna fishery*, MSC full-assessment report. SCS Global Services. 606 pp.

MSC. (2018). *Marine Stewardship Council Fisheries Standard V. 2.01*.

Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). [https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf).

Nenadovic, M., Basurto, X., Espinosa-Romero, M. J., Huff, S., López, J., Méndez Medina, C., Valdez, D., Rodríguez Van Dyck, S. y Hudson Weaver, A. (2018). *Diagnóstico Nacional de las Organizaciones Pesqueras de México*. 162 pp.

Ojeda-Ruiz, M. Á., Guerrero-Izquierdo, T., Salvadeo, C., y Petatán-Ramírez, D. (2020) Proyecciones de cambio climático en el Golfo de California y sus posibles implicaciones ambientales, sociales y económicas, en: E. A. Marín Monroy, V. Hernández Trejo, G. Avilés Polanco y R. Valdivia Alcalá (Coords.), *Cambio climático, adaptación y resiliencia en el noroeste de México* (pp. 35-57). Universidad Autónoma de Baja California Sur-Universidad Autónoma Chapingo-Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

Ortiz-Gallarza, S. M., Aguirre-Villaseñor, H., Chávez-Herrera, D., Corro-Espinosa, D., Cruz-Borrego, E., Madrid-Vera, J., Romero-Beltrán, E., Ortiz-Ahumada, J. C., Osuna-Peralta, Y. R. y Romero-Leyva, T. G. (2020a). Perspectiva ecosistémica para el manejo pesquero, en: U. Urrea-Mariño y G. Alcalá (Eds.) *Pescadores en México y Cuba: Retos y oportunidades ante el cambio climático* (pp. 41-55). Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo- unas letras industria editorial.

Ortiz-Gallarza, S.M., Romero-Beltrán, E., Romero-Leyva, T. G., Osuna-Peralta, Y. R., Ortiz-Ahumada, J. C., Cruz-Borrego, E., Aguirre-Villaseñor, H., Chávez-Herrera, D., Corro-Espinosa, D. y Madrid-Vera, J. (2020b). Panorama actual de las pesquerías ribereñas en ecosistemas costeros de Sinaloa, en: U. Urrea-Mariño y G. Alcalá (Eds.) *Pescadores en México y Cuba: Retos y oportunidades ante el cambio climático* (pp. 57-105). Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo- unas letras industria editorial.

Pescando datos (2021). El sector pesquero y acuícola en números. <https://pescandodatos.com>.

[org/sector-pesquero-en-numeros.html](http://www.un.org/sector-pesquero-en-numeros.html).

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2018). *Consejo de Cambio Climático: una revisión al diseño y operación desde la perspectiva de la participación ciudadana*. Proyecto 89477 "Fortalecimiento de la participación ciudadana y gobernanza ambiental para la sustentabilidad". Carbajal, J. y Rojas A.: PNUD. 71 pp.

Roberts, C. M., O'Leary, B. C., McCauley, D. J., Cury, P. M., Duarte, C. M., Lubchenco, J., Pauly, D., Sáenz-Arroyo, A., Sumaila, U. R., Wilson, R. D., Worm, B., y Castilla, J. C. (2017). Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6167-6175.

Sagarpa-IICA. (2018). *El sector pesquero en México: descrito a partir de la encuesta nacional de pesca y acuacultura 2016*. México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 158 pp.

SCJN. (2011). Expediente: 293/2011. SCJN determina que las normas sobre derechos humanos contenidas en Tratados Internacionales tienen rango constitucional. Suprema Corte de Justicia Nacional. México.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina (SAyDS). (2013). Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático para la Gestión y Planificación Local.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD) (2009). *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. CBD Technical Series No. 41. Montreal. 126 pp.

Seijo, J.C., Defeo, O., y Salas, S. (1998). *Fisheries bioeconomics: theory, modelling and management*. FAO Fisheries Technical Paper No. 368. Rome, FAO. 108 pp.

Shelton, C. (2014). *Climate change adaptation in fisheries and aquaculture – compilation of initial examples*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1088. Rome, FAO. 34 pp.

Smit, B., y Pilifosova, O. (2003). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Sustainable Development*, 8(9), 9.

Theuerkauf, S. J., Morris Jr, J. A., Waters, T. J., Wickliffe, L. C., Alleway, H. K., y Jones, R. C. (2019). A global spatial analysis reveals where marine aquaculture can benefit nature and people. *PLoS One*, 14(10), e0222282. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222282>.

Tolentino-Arévalo, O., Markantoni, M., Espinoza-Tenorio, A., & Mesa-Jurado, M. A. (2019). Drivers of adaptive capacity to climate change in coastal fishing communities of Tabasco, Mexico, en: Salas S., Barragán-Paladines M., Chuenpagdee R. (Eds) *Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and The Caribbean* (pp. 125-147). MARE Publication Series, vol 19. Springer, Cham.

Vázquez-Vera, L., Gómez-Villada, R., Velasco Ramírez, A., Pérez Centeno, M., Garzón Aragón, U., y Sánchez Castro, M. (2021). Análisis de las políticas y la legislación de la acuacultura en México. FMCN-TNC.

Velasco Ramírez, A. y García Maning, G. (2019). *Evaluación de la política climática en México. Diagnóstico del cumplimiento de metas del Programa especial de cambio climático 2014-2018*. Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA). México. 41 pp.

Wilkinson, T. A., Wiken, E., Bezaury-Creel, J., Hourigan, T., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan, L., y Padilla, M. (2009). *Marine ecoregions of North America*. Commission for Environmental Cooperation. Montreal, Canada. 200 pp.

## Glosario de terminología

El *cambio climático (CC)* se refiere a «un cambio de los patrones climáticos atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables» (Naciones Unidas, 1992).

El *efecto invernadero* es la retención de la radiación solar en la atmósfera mediante los gases de efecto invernadero (GEI). Estos gases pueden ser de origen natural o generados por la actividad humana, la cual puede modificar sus concentraciones en la atmósfera y occasionar, por ejemplo, un aumento constante en la temperatura promedio del planeta y de los océanos, conocido como *calentamiento global*, que altera las condiciones naturales en las que se desenvuelven los ecosistemas (Barbieri et al., 2020; IPCC, 2018).

Las amenazas o peligros en el contexto del CC hacen referencia a dos tipos de sucesos: 1) Eventos climáticos extremos y de manifestación súbita (p.ej., precipitaciones intensas), y 2) Cambios graduales y de manifestación lenta (p.ej., alteraciones en los regímenes medios de lluvia o temperatura, o erosión costera). Si estas amenazas o peligros intervienen en sistemas sociales pueden derivar en *impactos*, generalmente vinculados a pérdidas económicas, que suelen ser consecuencia de un incremento en la *exposición*, es decir, una mayor presencia de personas, comunidades, recursos naturales y servicios ambientales, infraestructura, entre otros, en lugares que podrían ser afectados por el clima.

La *vulnerabilidad* determina el grado en que un sistema es susceptible e incapaz de soportar los efectos adversos de las alteraciones en la variabilidad climática y define el nivel de afectación que puede occasionar un evento natural. En el nivel de vulnerabilidad influyen la *sensibilidad*, referida al grado en que el sistema resulta afectado por estímulos relativos al clima, y la *capacidad de adaptación o resiliencia*, que se refiere a la capacidad de los diferentes sistemas para afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosos manteniendo su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando la capacidad de aprendizaje y transformación (IPCC, 2014b).

El *riesgo* se refiere al potencial de consecuencias adversas de un peligro relacionado con el clima o de las respuestas de adaptación o mitigación a dicho peligro (IPCC, 2018) y su manifestación visible son los *desastres*.

La gestión del riesgo de desastres debe enfocarse en trabajar en la **disminución de la vulnerabilidad y la exposición**, así como en desarrollar medidas orientadas a convivir con él.

### Medidas de respuesta al cambio climático: mitigación y adaptación

La *mitigación* se refiere a la disminución de las contribuciones que dan lugar al CC a través de reducir o limitar las emisiones de GEI o potenciar los sumideros naturales de dichos gases (IPCC, 2014a).

La *adaptación* al CC hace referencia a medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos o a sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos (Ley General del Cambio Climático, fracción recorrida DOF 13-07-2018). Las medidas de adaptación buscan generar *sistemas resilientes* a los impactos del CC; estas medidas se pueden dar como un proceso de carácter autónomo (*reactivos*), es decir, respuestas realizadas por las comunidades sin planificación explícita, o bien de carácter anticipatorio (*proactivo*), orientadas a prever los impactos futuros del CC y reducir el riesgo potencial. Estas

Últimas implican planificación y participación de las comunidades, el sector privado y/o el gobierno. Igualmente, las medidas serán *estructurales* cuando deriven en resultados tangibles o podrán ser *no estructurales* si se dirigen, por ejemplo, al desarrollo de capacidades en las personas afectadas por una amenaza.

La **adaptación basada en ecosistemas (AbE)** es un enfoque de abordaje de la adaptación que hace referencia al uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos a fin de mejorar la capacidad de adaptación de los diversos sistemas (CBD, 2009).

La **adaptación basada en comunidades (AbC)** es un enfoque de abordaje de la adaptación que propone la participación permanente de actores locales, la cual busca construir medidas y estrategias a partir de las características específicas de cada localidad que permitan crear pertenencia y generar conciencia y compromiso con el cambio o ajuste de prácticas habituales para anticipar los impactos y mejorar las condiciones de vida (SAyDS, 2013).

## Glosario de siglas y abreviaturas

**ANP:** Áreas naturales protegidas

**CC:** Cambio climático

**CONAPESCA:** Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

**CONEVAL:** Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social

**CPEUM:** Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

**GC:** Golfo de California

**GEI:** Gases de efecto invernadero

**GFW:** Global Fishing Watch

**GMN:** Golfo de México Norte

**GMS:** Golfo de México Sur

**IPCC:** *Intergovernmental Panel on Climate Change*, Grupo o Panel Intergubernamental de personas expertas sobre el Cambio Climático

**IPP:** Instrumentos de política pública

**LGA:** Líneas generales de acción

**LGCC:** Ley General de Cambio Climático

**LGPAS:** Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables

**MC:** Mar Caribe

**OSC:** Organización de la sociedad civil

**PCA:** Pacífico Central Americano

**PECC:** Programa Especial de Cambio Climático

**PM:** Pacífico Transicional Mexicano

**PNPA:** Programa Nacional de Pesca y Acuacultura

**PP:** Productividad primaria

**PS:** Pacífico Sudcaliforniano

**PTM:** Pacífico Transicional de Monterrey

**RCP:** *Representative Concentration Pathway*, Trayectorias de Concentración Representativa

**RNPA:** Registro Nacional de Pesca y Acuacultura

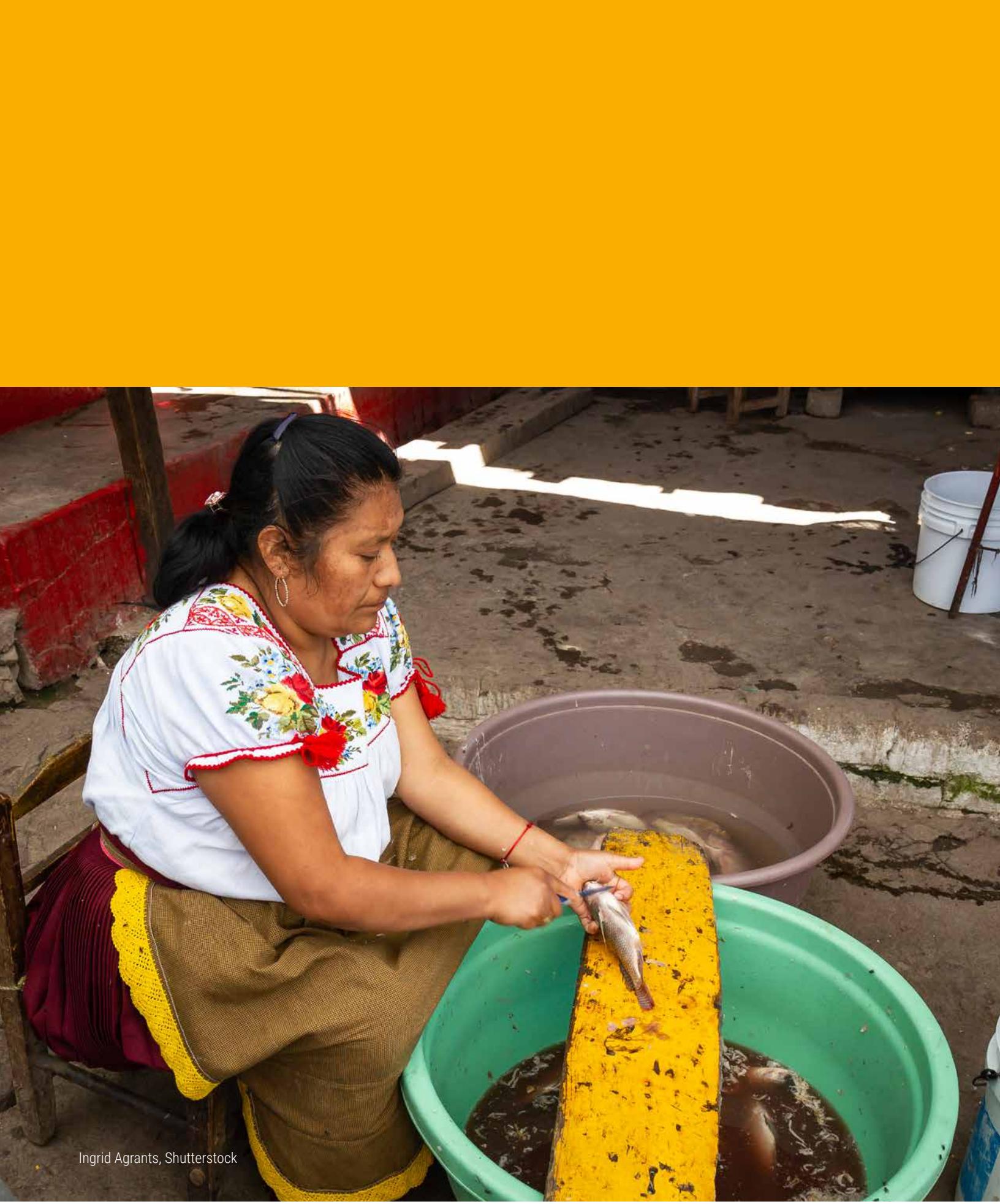
**SADER:** Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social

**SEMARNAT:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**SEPADA:** Secretaría de Pesca, Acuacultura y Desarrollo Agropecuario

**SINACC:** Sistema Nacional de Cambio Climático

**SSP:** *Shared Socioeconomic Pathways*, Trayectorias Socioeconómicas Compartidas



Ingrid Agrants, Shutterstock