



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura

Resumen del Documento Técnico de Pesca y Acuicultura de la FAO no. 627

# Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura

Síntesis de los conocimientos y las opciones  
de adaptación y mitigación actuales



Resumen del Documento Técnico de Pesca y Acuicultura de la FAO no. 627

# Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura

Síntesis de los conocimientos y las  
opciones de adaptación y mitigación actuales

FAO 2018. *Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura: Síntesis de los conocimientos y las opciones de adaptación y mitigación actuales*. Resumen del Documento Técnico de Pesca y Acuicultura de la FAO no. 627. Roma. 48 págs.

Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

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

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



© FAO, 2018

Algunos derechos reservados. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales.; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

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

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

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

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

# Índice

<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>2. ¿Por qué es importante la pesca?</b> .....	1
<b>3. Cambio climático: Bases físicas</b> .....	2
<b>4. ¿Por qué tiene el cambio climático una relevancia especial para la pesca y la acuicultura?</b> .....	8
<b>5. Impactos del cambio climático en la pesca de captura marina</b> .....	10
<b>6. Análisis regional de los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la pesca de captura marina</b> .....	12
<b>7. Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la pesca de captura continental</b> .....	16
<b>8. Vulnerabilidad y respuestas en la pesca</b> .....	20
<b>9. Acuicultura y cambio climático</b> .....	22
<b>10. Impactos de fenómenos extremos y desastres derivados del clima</b> .....	26
<b>11. Peligros relativos a la inocuidad de los alimentos y la salud de los animales acuáticos</b> .....	27
<b>12. Adaptación en la pesca y la acuicultura</b> .....	29
<b>13. Medidas y herramientas para reducir el uso de energía y las emisiones de GEI en la pesca y la acuicultura</b> .....	31
<b>14. Observaciones finales</b> .....	33
<b>Referencias</b> .....	35





# 1 Introducción

En el presente documento se resume el contenido del Documento Técnico de Pesca y Acuicultura de la FAO n.º 627 titulado *Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura: Síntesis de los conocimientos y las opciones de adaptación y mitigación actuales* (Barange et al., 2018). El informe se preparó principalmente como respuesta al Acuerdo de París de 2015 sobre el cambio climático, por el que se reconoce la necesidad de respuestas eficaces y progresivas frente a la amenaza urgente del cambio climático a través de medidas de mitigación y adaptación, teniendo en cuenta las vulnerabilidades especiales de la producción alimentaria. Redactado por más de un centenar de contribuyentes, el informe proporciona la información desglosada más actualizada sobre

los impactos del cambio climático en la pesca marina y continental y la acuicultura. El análisis se reduce a escala de subzonas oceánicas y regionales y abarca los diferentes niveles de dependencia de los países respecto del pescado y los recursos pesqueros. La información y las conclusiones y recomendaciones facilitadas se basan en modelos de proyecciones y análisis de datos, así como en evaluaciones de expertos a escala nacional, regional y de cuenca. Los resultados indican que el cambio climático conducirá a cambios significativos en la disponibilidad y el comercio de productos pesqueros, con consecuencias de carácter geopolítico y económico potencialmente importantes, especialmente para aquellos países que dependen mayormente de este sector.



## 2 ¿Por qué es importante la pesca?

A nivel global, la pesca y la acuicultura contribuyen considerablemente a la seguridad alimentaria y la subsistencia de millones de personas. Excluyendo las plantas acuáticas, la producción mundial total del sector alcanzó un máximo de 171 millones de toneladas en 2016, con un 53 por ciento de este total procedente de la pesca de captura y un 47 por ciento de la acuicultura (alcanzando un 53 por ciento si se excluyen los usos no alimentarios; FAO, 2018). Se estima que el valor total de la producción desembarcada en 2016 alcanzó la cifra de 362 mil millones de dólares EEUU, de los que 232 mil millones de dólares EEUU procedieron de la producción acuícola (FAO, 2018). La producción de pesca de captura marina se ha mantenido relativamente estable desde finales de los

años ochenta y se ha registrado un crecimiento limitado en la pesca de captura continental. Esto ha significado que la producción acuícola haya sido esencialmente responsable de que el consumo mundial de peces comestibles entre 1961 y 2016 aumentara de manera notable en un 3,2 por ciento por año, el doble del índice de crecimiento de la población humana. En términos per cápita, esto dio lugar a un aumento del consumo de peces comestibles desde 9,0 kg en 1961 a 20,2 kg en 2015, contribuyendo de manera significativa a la seguridad alimentaria mundial.

Al mismo tiempo, el estado de los recursos marinos monitoreados por la FAO sigue deteriorándose. La proporción de poblaciones de peces marinos pescados dentro de niveles

biológicamente sostenibles ha mostrado una tendencia decreciente, desde 90 por ciento en 1974 a 66,9 por ciento en 2015 (FAO, 2018), siendo los países en desarrollo los que se encuentran en condiciones peores que los desarrollados (Ye y Gutierrez, 2017). Siguen existiendo dudas considerables con respecto al estado de muchas pesquerías de captura continental que contribuyen de manera importante a las demandas alimentarias mundiales, especialmente de algunos de los países más pobres y con mayor inseguridad alimentaria del mundo. El sector de la pesca y la acuicultura emplea a unos 200 millones de personas aproximadamente de forma directa e indirecta y las mujeres representan alrededor del 14 por ciento de los empleados en el sector

primario, si bien este porcentaje aumenta al 50 por ciento si también se incluye el sector secundario (FAO, SOFIA 2018). Por lo tanto, los medios de vida sustentados por las actividades de pesca y acuicultura son fundamentalmente importantes en muchas regiones costeras, fluviales, insulares y continentales.

Estos hechos demuestran la importancia crucial de proporcionar respuestas adecuadas a la amenaza del cambio climático: no sólo es la pesca esencial para la alimentación, la subsistencia y el comercio, sino que el estado de los recursos limita su capacidad de absorber las crisis climáticas, especialmente en regiones en desarrollo donde existe una mayor dependencia de la pesca (Barange *et al.*, 2014).



## 3 Cambio climático: Bases físicas

### ¿Qué se entiende por cambio climático?

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el cambio climático se entiende como una variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo, normalmente decenios o periodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la

composición de la atmósfera (p. ej., gases de efectos invernadero) o del uso de la tierra.

Desde 1988, el IPCC<sup>1</sup> ha proporcionado actualizaciones regulares basadas en evidencias con respecto al cambio climático y sus impactos políticos y económicos. Estas actualizaciones sintetizan exhaustivamente el consenso internacionalmente aceptado en lo referente a la ciencia del cambio climático y sus causas y consecuencias. En el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) se concluye que los cambios en el sistema climático desde 1950 no tienen precedentes comparados con los anteriores decenios y milenios. A nivel global, la temperatura media de la superficie de la

<sup>1</sup> El IPCC es el órgano internacional para la evaluación de la ciencia relativa al cambio climático establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. El IPCC publica periódicamente informes especiales sobre temas específicos, así como informes de evaluación mundial basados en información científica publicada y tomando en consideración la evidencia científica más reciente sobre los impactos climáticos y las propuestas de respuesta de adaptación y mitigación. Estos informes van dirigidos a los encargados de formular políticas y constituyen la base científica para las negociaciones internacionales en el ámbito de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). <http://www.ipcc.ch>.



Tierra ha aumentado en más de 0,8 °C desde la mitad del siglo XIX y se está calentando a un ritmo superior a 0,1 °C por década (Hansen *et al.*, 2010). Las olas de calor son más frecuentes en la actualidad, incluso cuando la fiabilidad de los datos y el nivel de certidumbre varían entre continentes (Hartmann *et al.*, 2013). Se cree que la mayor contribución a este calentamiento proviene de un incremento en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, los cuales actúan como una manta térmica alrededor del planeta y son responsables de permitir que exista vida en la Tierra (IPCC, 2014). Asimismo, en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC se concluye que es extremadamente probable que los humanos hayan sido la causa dominante del calentamiento adicional observado desde la mitad del siglo XX, a través de la asociación de emisiones de GEI con la combustión de gas y petróleo, la deforestación y la agricultura intensiva. La mayoría de los modelos y escenarios de climas futuros indican que una gran parte del cambio climático antropógeno será irreversible por muchos siglos, incluso después de que cesen por completo las emisiones antropógenas de GEI.

El IPCC utiliza una jerarquía de modelos climáticos que simulan cambios futuros basados en una serie de escenarios, que toman forma de trayectorias de concentración representativas (RCP) y simulan posibles rangos de calor o valores de forzamiento radiativo en el año 2100, respecto de los valores preindustriales. Se consideran cuatro RCP en base a valores de forzamiento radiativo de +2,6, +4,5, +6,0 y +8,5 W/m<sup>2</sup>, respectivamente<sup>2</sup>. Estas trayectorias de concentración representativas se basan en ciertas suposiciones socioeconómicas (posibles tendencias futuras, como por ejemplo, en el tamaño de la población, la actividad económica, el estilo de vida, el uso de energía, los patrones de uso de la tierra, la tecnología y la política climática).

Según los modelos de proyección, se calcula que para todos los escenarios RCP, excepto para el RCP2,6, que el cambio de la temperatura atmosférica mundial para finales del siglo XXI es probable que sea superior a 1,5 °C, en relación al promedio del periodo comprendido entre 1850 y 1900. Asimismo, es probable que sea superior a 2 °C para los escenarios RCP6,0 y RCP8,5, y más probable que improbable que exceda 2 °C para el RCP4,5 (Figura 1). También se prevé que el calentamiento continúe después de 2100 para todos los escenarios RCP, excepto para el RCP2,6, aunque habrá variabilidad interanual y decenal y heterogeneidad regional (IPCC, 2014).

## Impactos observados y previstos en el océano

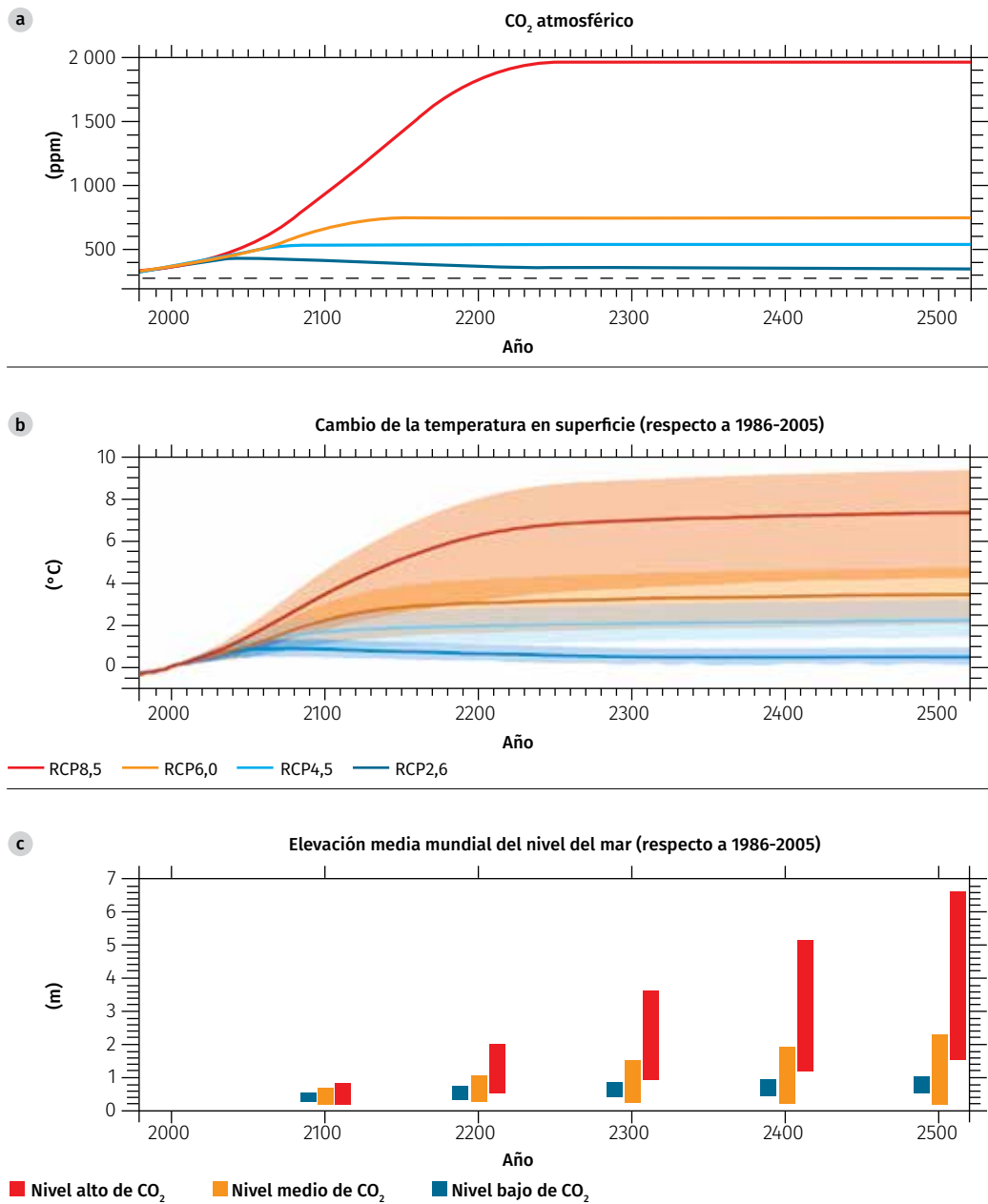
### Calentamiento oceánico

El océano ha absorbido más del 90 por ciento de la energía adicional generada entre 1971 y 2010, así como el 30 por ciento del dióxido de carbono antropógeno emitido. Desde 1900 a 2016, las aguas superficiales (de 0 a 700 m de profundidad) se calentaron mundialmente en un promedio de 0,7 °C por siglo (Huang *et al.*, 2015). Las tendencias de la temperatura oceánica durante este periodo varían en diferentes regiones pero son positivas en la mayor parte del mundo, aunque el calentamiento es más prominente en el hemisferio norte, especialmente en el Atlántico norte.

Se ha registrado una disminución en los niveles de oxígeno disuelto en las aguas superficiales, lo que es consistente con las expectativas de que el calentamiento oceánico conduce a un descenso en el suministro de oxígeno, mientras que es probable que las zonas tropicales con niveles mínimos de oxígeno se hayan expandido durante las últimas décadas. Se prevé que esta tendencia continúe (Figura 2).

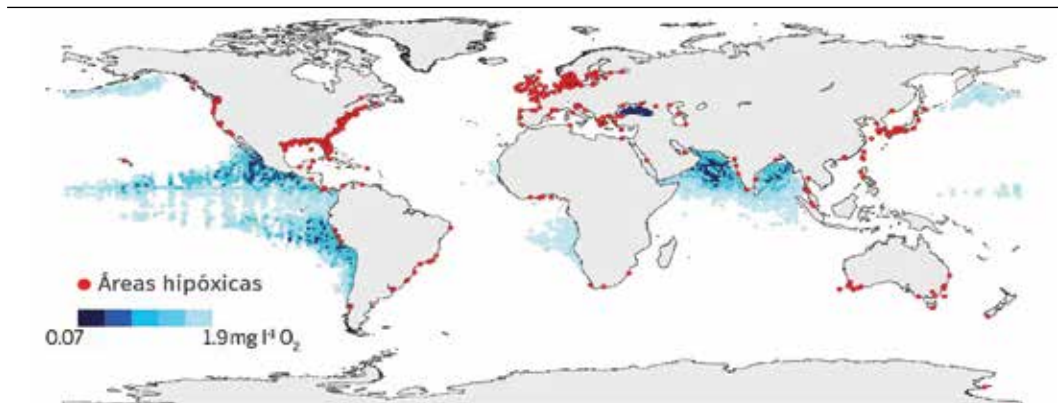
<sup>2</sup> W/m<sup>2</sup>= Vatios por metro cuadrado.

**FIGURA 1.** (a) Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico y b) proyección de cambios atmosféricos (superficie) globales medios para los cuatro escenarios RCP hasta 2500 (respecto del periodo comprendido entre 1986 y 2005). La línea discontinua en el gráfico a) indica los niveles preindustriales de concentración de CO<sub>2</sub>. c) Proyecciones de cambio del nivel del mar según las concentraciones de GEI (baja: inferior a 500 ppm, como en el escenario RCP2,6; media: de 500 a 700 ppm, como en el escenario RCP4,5; alta: superior a 700 ppm e inferior a 1 500 ppm, como en los escenarios RCP6,0 y RCP8,5). Las barras representan la dispersión máxima posible.



Fuente: IPCC, 2014

**FIGURA 2.** Zonas costeras donde los nutrientes antropógenos han agravado o causado reducciones del nivel de oxígeno hasta  $<2 \text{ mg/l}$  ( $<63 \mu\text{mol/l}$ ) (puntos rojos), así como zonas oceánicas con niveles mínimos de oxígeno a 300 m de profundidad (regiones sombreadas en azul)

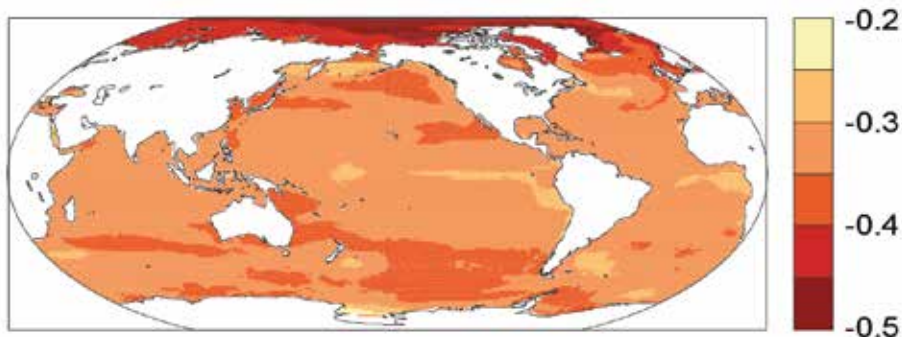


Fuente: Breitburg et al., 2018

La acidificación antropógena del océano hace referencia a la parte de la disminución del pH causada por la actividad humana. A medida que aumentan las concentraciones de  $\text{CO}_2$  atmosférico, los océanos absorben más  $\text{CO}_2$ . Esto ocasiona una reducción del pH del agua y del estado de saturación de las formas minerales del carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), las cuales son importantes para todos los organismos acuáticos formadores de conchas (Pörtner et al., 2014). Desde el comienzo de la era industrial, el pH del agua del océano superficial ha disminuido en un promedio de 0,1, lo que corresponde a

un aumento de la acidez de un 26 por ciento (IPCC, 2014; Jewett y Romanou, 2017). No obstante, la variabilidad de la acidez del océano es alta en zonas costeras, especialmente en áreas con mayores entradas de agua dulce debido a una menor capacidad tampón. Las tendencias observadas del pH en el océano a nivel mundial ya exceden el rango natural de variabilidad estacional en la mayoría de los océanos (Henson et al., 2017) y se espera que las diferencias continúen aumentando en los próximos años (Gattuso et al., 2015) según las proyecciones de incrementos de las emisiones de GEI (Figura 3)..

**FIGURA 3.** Cambio en el pH superficial del modelo de la mediana desde 1850 a 2100, que resulta de las proyecciones de cambios en la acidificación del océano de 11 Modelos del sistema Tierra de la quinta fase del Proyecto de comparación de modelos acoplados (CMIP5) para el RCP8,5



Fuente: Ciais et al., 2013

Los pronósticos de producción primaria son muy inciertos para los sistemas marinos y de agua dulce, ya que la producción primaria es un integrador de cambios en la luz, la temperatura y los nutrientes. No obstante, se prevé que disminuya en los océanos de 3 a 9 por ciento para 2100, con unos resultados más variables en el caso de los sistemas de agua dulce, dependiendo de la zona.

## Elevación del nivel del mar

El nivel del mar ha aumentado recientemente en un promedio de 3,1 mm/año como resultado de factores climáticos y no climáticos (Dangendorf *et al.*, 2017). La tasa de aumento muestra una gran variabilidad entre regiones, con valores hasta tres veces la media mundial en el Pacífico occidental o valores nulos o negativos en el Pacífico oriental. El nivel del mar ya ha aumentado en un promedio mundial de 0,19 m durante el periodo comprendido entre 1901 y 2010. Se estima que es muy probable (90 por ciento de probabilidad) que entre 2000 y 2100 la elevación proyectada del nivel medio global del mar alcance entre 0,5 m y 1,2 m para el escenario RCP8,5, entre 0,4 m y 0,9 m para el RCP4,5, y entre 0,3 m y 0,8 m para el RCP2,6 (Kopp *et al.*, 2014). Existe un alto grado de certeza de que el nivel del mar aumentará en un 95 por ciento del área oceánica; no obstante, habrá una heterogeneidad regional significativa con respecto a la elevación del nivel del mar y, por consiguiente, en sus consecuencias (IPPC, 2014).

## Circulación del océano

La circulación del océano redistribuye el calor y el agua dulce por todo el mundo, influenciando los climas locales. Una parte significativa de esta redistribución se hace mediante la circulación meridional de retorno (MOC, meridional overturning circulation), la cual es responsable de la mayor parte de la capacidad del océano para transportar el exceso de calor desde los trópicos hasta latitudes medias y altas, así como del secuestro de carbono por el océano. A pesar de que el momento en que se han producido los cambios sigue siendo objeto de debate, en parte debido a la variabilidad a corto plazo observada (Cunningham *et al.*, 2007), resulta

evidente que la circulación meridional de retorno del Atlántico (AMOC, Atlantic meridional overturning circulation) se está debilitando progresivamente, resultando en un enfriamiento de la temperatura de la superficie del mar (SST, sea surface temperature) en el océano Atlántico subpolar y un calentamiento y desplazamiento hacia el norte de la corriente del Golfo (Caesar *et al.*, 2018; Thornalley *et al.*, 2018). La influencia del cambio climático en la circulación del océano es actualmente objeto de numerosos debates y cabe mencionar como caso relevante el impacto en las surgencias o afloramientos costeros (**Recuadro 1**).

## Impactos observados y previstos en aguas continentales

El calentamiento del clima tiene consecuencias significativas para el ciclo hidrológico. Los cambios en las precipitaciones, los patrones climáticos y de temperatura y el derretimiento de nieve y hielo afectan a la cantidad, la calidad y la variación estacional de los recursos hídricos. El cambio climático ya está causando el calentamiento y el deshielo del permafrost en regiones de latitudes altas y está provocando el retroceso de glaciares en regiones de gran altitud, lo que provoca consecuencias para los recursos hídricos aguas abajo. Los cambios en las precipitaciones observados desde 1901 varían entre regiones. No obstante, los modelos indican que es muy probable que la precipitación media zonal aumente en latitudes altas y cerca del ecuador, y disminuya en las zonas subtropicales (Ren *et al.*, 2013). Asimismo, es probable que la frecuencia y la intensidad de los fenómenos de precipitaciones intensas sobre tierra aumenten a corto plazo, aunque esta tendencia no será evidente en todas las regiones debido a la variabilidad natural.

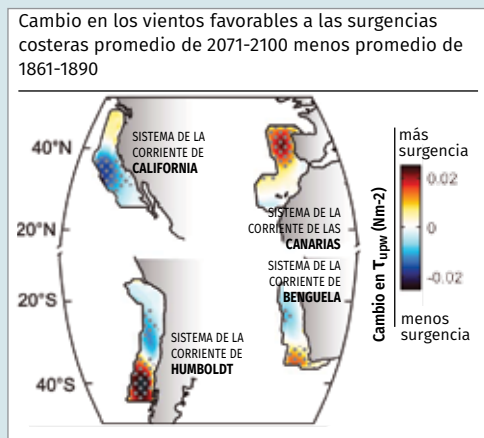
Se prevé que las sequías duren más tiempo y sean más frecuentes en California, en la cuenca del Mediterráneo y en las zonas áridas existentes, lo que conducirá a una reducción en el caudal de los ríos. Si bien las descargas fluviales mundiales no han mostrado cambios que puedan asociarse al calentamiento global

## Recuadro 1. Sugerencias costeras

Existen grandes zonas de surgencias costeras en los límites de las corrientes de borde oriental de los océanos Pacífico (corrientes de Humboldt y de California) y Atlántico (corrientes de Canarias y de Benguela). En estos sistemas de surgencias del borde oriental (EBUS, en sus siglas en inglés), los vientos dominantes interactúan con la topología costera y la rotación de la tierra para empujar las aguas superficiales hacia mar abierto. Estas aguas son reemplazadas seguidamente por aguas profundas ricas en nutrientes (surgencia) haciendo que dichos sistemas sean unos de los ecosistemas marinos más productivos del mundo. Ya existe evidencia de la compleja relación entre el cambio climático y las surgencias costeras, no sólo por lo que se refiere a los cambios en la fuerza de las surgencias, sino también a la cronología y la variabilidad geográfica de los procesos de surgencias (Bakun *et al.*, 2015; Sydeman *et al.*, 2014; Xiu *et al.*, 2018). Los procesos de surgencias costeras están escasamente representados en los modelos climáticos globales, lo que significa que en

sus proyecciones no se tienen en cuenta los posibles cambios futuros en las surgencias costeras y los procesos relacionados. Esto continúa siendo una de las grandes fuentes de incertidumbre en nuestro conocimiento sobre los impactos del cambio climático en la pesca mundial (Figura 4).

**FIGURA 4. Ilustración de la hipótesis de intensificación de surgencias. Cambios en los vientos favorables a las surgencias costeras ( $\tau_{upw}$ ) entre dos periodos: promedio de 2071 a 2100 menos promedio de 1861 a 1890**



Fuente: Rykaczewski *et al.*, 2015

durante el siglo XX, esto no es indicativo de que el cambio climático no les está causando impactos. La descarga, la conectividad y el caudal en la mayoría de los grandes sistemas fluviales se han visto afectados de manera considerable por la influencia humana tal como la construcción de presas, captación de aguas y regulaciones. Esto impide que los impactos del cambio climático en los ríos puedan corroborarse de forma concluyente.

A pesar de las incertidumbres, se prevé que la contribución del agua de deshielo al caudal de los ríos incrementará en un futuro cercano (Jha *et al.*, 2006; Siderius *et al.*, 2013; Pervez y Henebry, 2015).

Las especies dulceacuícolas son particularmente sensibles a los cambios de temperatura y se prevé que la temperatura del agua aumente en la mayoría de los sistemas de agua dulce como resultado de un incremento en la temperatura

del aire. Esto está asociado a la naturaleza relativamente poco profunda de las aguas dulces superficiales y a su susceptibilidad a los cambios en la temperatura atmosférica. Existe un alto nivel de confianza en que las crecientes temperaturas del agua conducirán a cambios en la distribución de las especies dulceacuícolas y agravarán los problemas existentes relacionados con la calidad del agua, especialmente en aquellos sistemas que experimentan altas cargas antropógenas de nutrientes (IPCC, 2014).

## Anteposición de la variabilidad climática al cambio climático

Las interacciones y la superposición entre el cambio climático antropógeno y la variabilidad climática natural pueden tener efectos pronunciados que pueden ser difíciles

de desentrañar. Uno de los ejemplos mejor conocidos es el relacionado con los ciclos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), los cuales han planteado numerosos retos a los científicos durante décadas (**Recuadro 2**).

Desde la publicación del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, se han realizado algunos estudios de modelos que han mostrado una creciente frecuencia de fenómenos extremos

de El Niño como resultado del cambio climático (p. ej., Cai *et al.*, 2014, 2015). En este contexto, es significativo observar que los fenómenos de El Niño de 1982/1983, 1997/1998 y, más recientemente, 2015/2016 fueron no sólo los más intensos en los registros de observación modernos, sino que también los más peculiares, mostrando características inusuales distintas de cualquier otro fenómeno observado (Santoso *et al.*, 2017).

### Recuadro 2. El Niño -Oscilación del Sur

ENOS es la interacción entre la atmósfera y el océano en el Pacífico tropical que provoca oscilaciones periódicas de tres a siete años en la temperatura de las aguas superficiales del Pacífico ecuatorial, variando entre temperaturas especialmente cálidas y temperaturas frías, que se denominan El Niño y La Niña respectivamente. La liberación de calor del océano hacia la atmósfera durante los fenómenos de El Niño es conocido por causar cambios en la circulación atmosférica mundial, patrones de ciclones y huracanes, monzones y patrones de calor y precipitaciones, con episodios de sequías e inundaciones relacionados (Reid, 2016). Los efectos se sienten por todo el mundo, con

consecuencias para los sistemas marinos y de agua dulce a través de toda la red alimentaria, incluidas especies que sustentan las pesquerías. En algunos casos existen aumentos evidentes en las capturas de peces, mientras que en otros casos aparecen nuevas especies para cuya pesca los pescadores no están suficientemente preparados. En otros ecosistemas, El Niño significa sequía, incremento de las temperaturas y una frecuencia mayor de proliferación de algas nocivas (PANs). En muchos ecosistemas continentales, El Niño significa insuficiencia de agua para la pesca y la acuicultura. Si bien sigue siendo objeto de debate, es probable que El Niño pueda estar afectado por el cambio climático antropógeno.



## 4 ¿Por qué tiene el cambio climático una relevancia especial para la pesca y la acuicultura?

Los escenarios y los impactos descritos anteriormente afectarán, y en muchos casos ya están afectando, a millones de personas que dependen de la pesca y la acuicultura para su alimentación y subsistencia. Por ello, el Documento técnico presenta la

información disponible a nivel mundial sobre las consecuencias para la pesca y la acuicultura, prestando especial atención a aquellos elementos y situaciones donde la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia se vean amenazados.

## Perspectiva desde la óptica de la pobreza

Aproximadamente el 11 por ciento de la población mundial, o alrededor de 767 millones de personas, vive en la pobreza extrema y 815 millones pasan hambre cada día (FAO *et al.*, 2017). Muchas de estas personas pueden encontrarse en comunidades dedicadas a la pesca y la piscicultura en pequeña escala, donde están normalmente marginalizadas a nivel político, económico y social, incluso en países que gozan de una buena reputación en general en cuanto al desarrollo humano.

El **Capítulo 2** se centra en la relación entre el cambio climático, la pobreza y la vulnerabilidad. En dicho capítulo se pone de relieve que los impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura afectarán a personas y comunidades que dependen del sector para su subsistencia y, por consiguiente, se sostiene que las medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático deben estar centradas en el ser humano.

**Las estrategias para la adaptación al cambio climático deberían hacer hincapié en la necesidad de la erradicación de la pobreza y la seguridad alimentaria, de conformidad con acuerdos internacionales relevantes, incluido el Acuerdo de París sobre el cambio climático.**

Un mensaje clave derivado del **Capítulo 2**, y de otras partes del Documento técnico, es que los pescadores y piscicultores en pequeña escala son especialmente vulnerables al cambio climático debido a su ubicación geográfica y estado económico. Éste último significa que una parte crucial de las medidas para aumentar la resiliencia de estas personas y comunidades debe ser la erradicación de la pobreza y la provisión de seguridad alimentaria para ellas, como se destaca en el Acuerdo de París sobre el cambio climático, la Agenda de 2030 de las Naciones Unidas y otros acuerdos internacionales. A fin de conseguirlo, la adaptación al cambio climático debería tener un carácter multidimensional y multisectorial. Las estrategias deberían dar cabida a la flexibilidad en las prácticas y oportunidades para aquellos

afectados por el cambio climático y asegurar que tengan oportunidades en diversos medios de subsistencia que les permitan responder a los cambios. Es necesario que las estrategias y medidas aborden cualquier desequilibrio de poder entre las partes interesadas y sus grupos, así como injusticias relativas a, por ejemplo, género, acceso al mercado, derechos de tenencia y otros aspectos.

**Es necesario disponer de apoyo activo a la adaptación en los niveles nacional, regional y local de la gobernanza y se debería otorgar un mayor énfasis a la contribución de la pesca y la acuicultura a la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria en las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDCs en sus siglas en inglés) de los países.**

## Oferta y demanda actuales de productos pesqueros y acuícolas y evolución futura

En las últimas décadas, se ha producido una gran expansión en la producción, comercio y consumo de productos pesqueros y acuícolas, si bien el ritmo de expansión ha disminuido en los últimos años y se ha registrado un cambio del sector de capturas al sector de cultivo (**Capítulo 3**). El pescado es una fuente importante de proteínas en muchos países, especialmente en pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) y algunos países sin litoral o costeros de África y Asia, donde puede contribuir en un 50 por ciento o más de la proteína animal de las dietas. Asimismo, el pescado y los productos pesqueros son fuentes importantes de nutrientes y micronutrientes, con inclusión de vitaminas, varios minerales y ácidos grasos omega-3.

A nivel mundial, se exporta aproximadamente un 36 por ciento de la producción total de pescado, lo que coloca al pescado y los productos pesqueros entre los productos alimentarios básicos que más se comercializan (FAO, 2018). Esto significa que el sector puede considerarse que está globalizado aunque, especialmente en el caso de la pesca y la acuicultura continentales, la producción tiende

a concentrarse en ciertos países y regiones. Los países en desarrollo, especialmente en Asia, representan un porcentaje creciente de la producción y el comercio, el cual ha aumentado desde un 21 por ciento en 1950 a un 70 por ciento en 2015, con una contribución importante procedente de pescadores y acuicultores en pequeña escala y artesanales. Estos hechos destacan la naturaleza cambiante del sector de la pesca y la acuicultura en las últimas décadas en cuanto a la distribución geográfica y la contribución de cada industria a la producción mundial.

**Se prevé que el cambio climático ocasione cambios en la disponibilidad y el comercio de productos de la pesca y la acuicultura, con consecuencias geopolíticas y económicas**

**potencialmente importantes, así como con respecto a la seguridad alimentaria, especialmente para aquellos países que dependen en mayor medida del sector para la alimentación y subsistencia.**

Como agravante de estos impactos derivados del clima, es probable que el crecimiento de la población humana provoque un aumento de la demanda y un incremento potencial de los precios en las próximas décadas. Si bien un aumento de los precios puede conducir a un descenso en el consumo de pescado a nivel global, unos precios más altos deberían proporcionar un incentivo para que las personas dedicadas a la pesca y la acuicultura aumenten su producción, así como su eficacia.



5

## Impactos del cambio climático en la pesca de captura marina

En el **Capítulo 4** del Documento técnico se facilitan proyecciones de los cambios en la captura marina máxima potencial entre ahora y el final del siglo XXI. Las proyecciones se derivan de dos modelos, cuya selección se basó en que se caracterizan por utilizar una manera considerablemente diferente de modelización de procesos ecológicos. Ambos modelos se guían por los mismos resultados obtenidos de la recopilación de los modelos del sistema Tierra de la quinta fase del Proyecto de comparación de modelos acoplados (CMIP5), y por lo tanto son comparables. Las proyecciones se hicieron para los escenarios de emisión más bajos (RCP2,6) y más altos (RCP8,5) (véase el **Capítulo 1**).

**La aplicación de estos dos modelos dio como resultado proyecciones que indicaron que es probable que el total de la captura máxima potencial en las zonas económicas exclusivas**

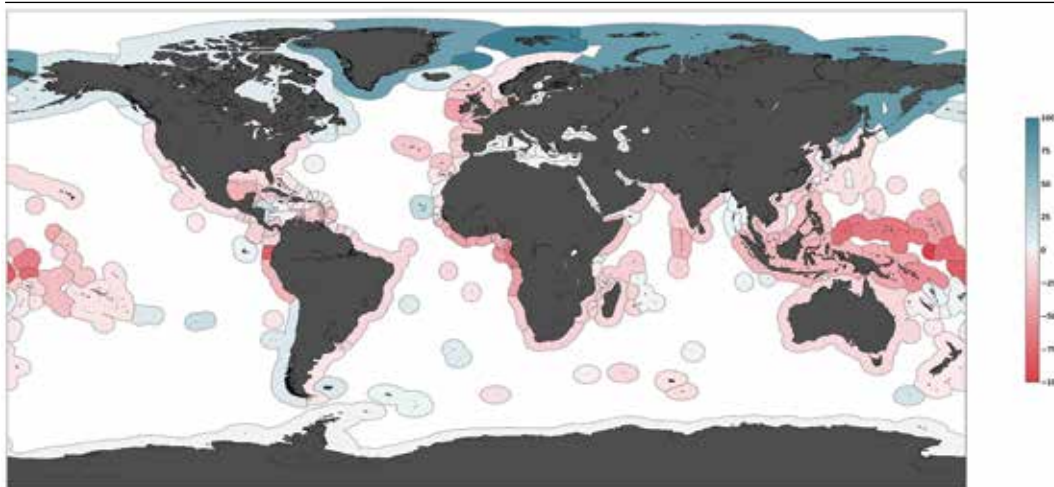
**(ZEE) del mundo disminuya en 2,8 hasta 5,3 por ciento para 2050 (respecto de 2000) en el escenario RCP2,6, y en 7,0 hasta 12,1 por ciento en el RCP8,5.**

Al ampliar estas proyecciones, la reducción proyectada no cambia mucho para el 2095 en el escenario RCP2,6, aunque se prevé que sea considerablemente mayor, entre 16,2 y 25,2 por ciento para 2095 en el RCP8,5 (**Figura 5**). Estas reducciones proyectadas, con excepción de la última, pueden no parecer especialmente elevadas a nivel mundial, si bien los cambios proyectados mostraron variaciones substanciales entre regiones y los impactos podrían ser mucho mayores en algunas regiones.

**Las mayores reducciones en la captura potencial pueden preverse en las ZEE de los países en los trópicos, mayormente en las regiones del**



**FIGURA 5.** Cambios proyectados en la captura máxima potencial (por ciento) en el escenario RCP8,5 para 2050 (2046 a 2055) para las proyecciones del modelo dinámico de entorno bioclimático (*Dynamic Bioclimate Envelope Model, DBEM*)



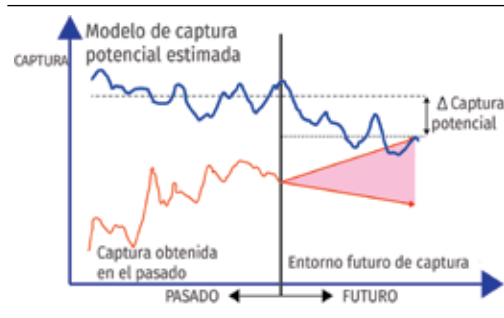
**Pacífico sur, como también se observa en otros trabajos (Barange et al., 2014; Blanchard et al., 2014; Cheung et al., 2010). Asimismo, se proyecta que la captura potencial en las aguas templadas del Atlántico nororiental disminuya entre ahora y la década de 2050. En el caso de regiones de latitudes altas, se proyecta que la captura potencial aumente, o muestre un grado menor de disminución que en los trópicos, aunque se registró una variabilidad mucho más alta entre los dos modelos, los periodos de tiempo y las ZEE en cuanto a la captura máxima potencial proyectada en estas regiones de latitudes altas que en las de latitudes bajas.**

Un aspecto importante a tener en cuenta es que las proyecciones anteriormente mencionadas no reflejan los cambios potenciales a partir de los niveles de captura actuales, sino más bien los cambios en la capacidad de los océanos de producir pescado en el futuro en comparación con su capacidad actual. Las capturas de pescado reflejan la capacidad productiva del océano, así como las decisiones de ordenación adoptadas en respuesta a esta capacidad productiva. Por ejemplo, las capturas futuras en una zona donde se prevé que la capacidad productiva disminuya pueden en realidad aumentar si las medidas de ordenación restauran las poblaciones que están explotadas de manera

excesiva actualmente (véase también Brander et al., 2018). De otro modo, puede ser que no se alcance un nivel más alto de capturas futuras en una zona donde se prevé que la producción potencial aumente si las medidas de ordenación no se aplican apropiadamente (**Figura 6**).

**Las interacciones entre los cambios de los ecosistemas y las respuestas en materia de ordenación son fundamentales para determinar las direcciones futuras de cambio, a fin de minimizar las amenazas y maximizar las oportunidades que emergen del cambio climático.**

**FIGURA 6.** Diagrama conceptual que ilustra la relación entre la captura potencial estimada, y su cambio en el tiempo derivado de aspectos climáticos, y la captura obtenida



# Análisis regional de los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la pesca de captura marina

## Impactos observados y previstos en las regiones marinas

Con el objetivo de complementar los resultados de los modelos, en los **Capítulos 5 a 17** se presentan estudios de casos sobre las consecuencias del cambio climático para la pesca de captura marina en muchas regiones del mundo. De manera colectiva, estos estudios proporcionan evidencia indiscutible de los importantes impactos que el cambio climático ya ha causado en la pesca marina en algunas regiones y la necesidad de adoptar medidas de adaptación al cambio climático actual (en muchas regiones) y futuro (en todas las regiones). Asimismo, se facilitan ejemplos valiosos respecto de cómo los distintos países están ya respondiendo para reducir al mínimo los impactos negativos en un sector que proporciona beneficios vitales desde el punto de vista social y económico a muchos países.

Los impactos del cambio climático observados en estos estudios de casos coinciden en líneas generales con las expectativas resultantes de proyecciones globales tales como las que se facilitan en el **Capítulo 4**. Se ha registrado un calentamiento de las temperaturas del océano en la mayoría de las regiones del mundo y podría decirse que dicho calentamiento ha sido más evidente en las latitudes más altas (véase también el **Capítulo 1**). En todo el Atlántico norte (**Capítulo 5**), la temperatura de la superficie del mar se incrementó a un ritmo de 0,1 °C a 0,5 °C por década durante el siglo pasado, con un calentamiento especialmente rápido desde la década de 1980, mientras que las temperaturas en el Pacífico norte aumentaron de 0,1 °C/año a 0,3 °C/año desde 1950 a 2009.

Como cabría esperar, debido a su tamaño y complejidad oceanográfica, los cambios en estas dos regiones mostraron considerable diversidad espacial. En el Océano Austral, el punto opuesto de la tierra, el panorama no está tan claro y, aunque han habido algunos ejemplos de calentamiento y reducción del hielo marino en esta región, el Polo Sur se ha enfriado en las últimas décadas, debido probablemente a un sistema de bajas presiones que está asociado con el agujero de ozono, y la capa de hielo marino anual en el Antártico ha aumentado durante los dos o tres últimas décadas (**Capítulo 17**). En latitudes medias, se señala que en las costas sudeste y sudoeste de Australia se ha experimentado un aumento de las temperaturas de 2 °C en los últimos 80 años (**Capítulo 16**) y durante los últimos 30 años, la temperatura de la superficie del mar en el Atlántico sudoccidental ha aumentado en un promedio de entre 0,2 °C y 0,4 °C por década (**Capítulo 15**).

Los cambios en las regiones de grandes surgencias son más complejos. El sistema de la corriente de Humboldt se ha venido enfriando desde principios del siglo XIX hasta la actualidad, en combinación con surgencias más intensas, mientras que las zonas del ecosistema de la corriente de Benguela que están dominadas por surgencias han mostrado tendencias diferentes: la temperatura de la superficie del mar en las partes septentrionales de la ZEE de Namibia ha aumentado entre 0,2 °C y 0,5 °C por década durante las últimas tres décadas, las regiones centrales alrededor de Walvis Bay no han mostrado cambios significativos, mientras que la parte meridional de Benguela se ha enfriado en las últimas cuatro décadas, debido posiblemente a surgencias provocadas por vientos más fuertes (**Capítulo 11**).

**La compleja relación entre el cambio climático y las surgencias costeras, no sólo en cuanto a los cambios en la fuerza de las surgencias, sino también en los momentos en que ocurren los procesos de surgencia y su variabilidad geográfica (Bakun et al., 2015; Sydeman et al., 2014; Xiu et al., 2018), continúa siendo muy incierta, con consecuencias para algunas de las pesquerías marinas más productivas (Capítulo 1).**

En particular, las surgencias costeras están escasamente representadas en los modelos climáticos globales utilizados para guiar los modelos de ecosistemas descritos en el **Capítulo 4**, lo cual significa que sus proyecciones no tienen en cuenta los cambios en las surgencias costeras y procesos relacionados. Esto continúa siendo una de las grandes fuentes de incertidumbre en nuestro conocimiento de los impactos del cambio climático en la pesca mundial. Por lo que respecta a latitudes más bajas, se ha venido registrando un calentamiento en el océano Índico occidental a un ritmo comparativamente rápido durante los últimos 100 años más o menos y la temperatura de la superficie del mar ha aumentado aproximadamente en 0,6 °C entre 1950 y 2009, con alguna variabilidad espacial (**Capítulo 12**). En el **Capítulo 13** se informa acerca de un incremento en la temperatura de la superficie del mar de 0,2 °C a 0,3 °C en los últimos 45 años en la costa de la India. En el Pacífico centro-occidental, la temperatura de la superficie del mar aumentó en más de 0,7 °C entre 1900 y principios del siglo XXI, si bien se señalaron tendencias diferentes en el Pacífico nororiental tropical. Las tendencias han mostrado una diversidad similar en la región del Atlántico centro-occidental (**Capítulo 9**), variando desde un calentamiento en la plataforma norte de Brasil hasta un enfriamiento en la plataforma sudoriental de los Estados Unidos de América.

Los cambios proyectados en la temperatura del océano difieren una vez más entre regiones y muestran tendencias espaciales que son ampliamente compatibles con las previsiones globales que figuran en

el **Capítulo 4**. Por ejemplo, en el Atlántico noroccidental para el RCP8,5, un escenario de gran demanda de energía a largo plazo y altos niveles de emisiones de GEI en ausencia de políticas en materia de cambio climático, se prevé que la temperatura de la superficie del mar experimente un aumento adicional de 2,0 °C a 4,0 °C para 2100, en combinación con un incremento en la incidencia de tormentas y una elevación del nivel del mar, mientras que se prevé que las temperaturas en el Pacífico norte aumenten entre 3,0 °C y 3,2 °C entre el final del siglo pasado y 2050 a 2099 para el mismo escenario RCP, o entre 1,4 °C y 2,2 °C para un escenario de emisiones más moderado. Asimismo, se prevé que el Pacífico ártico experimente un calentamiento, aunque a un ritmo más lento que en regiones más al sur. Cabe citar otros ejemplos: un incremento de menos de 1 °C para 2100, respecto de 2000 a 2010, en el Pacífico centro-occidental para RCP2,6 o de entre 2,5 °C y 3,5 °C para RCP8,5; un calentamiento de entre 1 °C y 2,0 °C (dependiendo de la ubicación) en los océanos alrededor de Australia durante los próximos 100 años para RCP2,6, o de entre 2 °C y 5,0 °C para RCP8,5. En el Mediterráneo, las estimaciones de incrementos futuros de la temperatura de la superficie del mar varían desde 1,73 °C a 2,97 °C para el final de este siglo en comparación con los experimentados en la segunda mitad del siglo pasado; asimismo, se proyecta que el mar Negro experimente un calentamiento para 2100 de 2,81 °C y 0,51 °C para el verano y el invierno respectivamente. Los ritmos varían, pero las temperaturas están cambiando, en la mayoría de los casos aumentando, y continuarán haciéndolo durante el resto de este siglo.

Las ramificaciones más amplias del cambio climático también se describen adecuadamente en los capítulos relativos a las diferentes regiones marinas y muestran el cambio como tema común, aunque con una considerable diversidad regional. Se hace referencia a las interacciones entre el calentamiento de los océanos, el aumento de la estratificación y sus consecuencias en cuanto a la reducción de concentraciones

de oxígeno disuelto con respecto a varias regiones, incluidas las del Atlántico oriental (**Capítulo 8**) y centro-occidental (**Capítulo 9**), el Pacífico nororiental tropical (**Capítulo 10**), el océano Índico occidental (**Capítulo 12**) y el Atlántico sudoccidental (**Capítulo 15**). Al mismo tiempo, se señala que las surgencias se están reforzando en la corriente de Canarias (Atlántico centro-oriental) y, para el escenario RCP8,5, se proyecta que continúen haciéndolo hasta el final del siglo (**Capítulo 8**), lo cual es coherente con la información que figura en el **Capítulo 6** en lo referente a que existe evidencia de que la fuerza del viento podría estar aumentando en algunos de los grandes sistemas costeros de surgencias, si bien las consecuencias que esto pueda tener para la estratificación futura continúan siendo poco claras.

**Si bien se tiene certeza en cuanto a la dirección y la magnitud del declive del pH en el océano, y sobre sus impactos principalmente negativos en los organismos marinos (Kroecker, Kordas y Harley, 2017), la mayoría de los modelos de proyección no incorporan los impactos potenciales de la acidificación de los océanos en los peces y la pesca. Esto es debido a que no se dispone del conocimiento adecuado acerca de la capacidad de los organismos marinos para adaptarse a través de la aclimatación y la adaptación transgeneracional y evolutiva (Gaylord et al., 2015; Munday et al., 2013; Munday, 2014), a fin de poder predecir de manera fiable los impactos de la acidificación de los océanos en las poblaciones y ecosistemas marinos.**

La elevación del nivel del mar es otro fenómeno derivado del calentamiento global que se está experimentando en muchas regiones, aunque a ritmos diferentes. En el **Capítulo 13** se señala que dos tercios de Bangladesh se encuentran a menos de cinco metros sobre el nivel del mar y que, con la proyección de elevación del nivel del mar, el agua salada podría penetrar tierra adentro 50 km más que en la actualidad, con consecuencias graves para el país. Se señalan riesgos similares en las zonas costeras del Atlántico centro-oriental (**Capítulo 8**). El nivel medio del mar en el Atlántico centro-occidental podría aumentar entre 0,35 y 0,65 m para el final de este siglo dependiendo

del alcance de las emisiones futuras de GEI. En el Mediterráneo, las proyecciones indican que es probable que continúe el ritmo recientemente observado de entre 2 mm/año y 10 mm/año.

## Efectos en los ecosistemas y la pesca

En los **Capítulos 5 a 17** se presenta una visión general de los impactos del cambio climático en los ecosistemas y pesquerías marinas y un panorama complejo de posibles tendencias futuras. Se presentan aquí algunos ejemplos a fin de ilustrar lo que está ocurriendo y lo que podría ocurrir en el futuro.

**A nivel de ecosistema, los impactos comunes destacados en las diferentes regiones son cambios en la distribución de las especies de peces y otros grupos taxonómicos, creciente incidencia de decoloración de los corales con consecuencias graves para los ecosistemas afectados y aumento de la frecuencia de brotes de proliferación de algas nocivas.**

Se señalan casos graves de decoloración de arrecifes de coral en, por ejemplo, el Atlántico centro-occidental (**Capítulo 9**), el océano Índico occidental (**Capítulo 12**), el Pacífico occidental y central (**Capítulo 14**) y Australia (**Capítulo 16**). Se espera que la creciente frecuencia e intensidad de estos fenómenos ocasione reducciones considerables en la extensión de la cobertura de corales vivos, pudiendo conducir a la pérdida de especies de arrecifes de coral, cambios en los conjuntos de especies dominantes y, en algunos casos, a un cambio completo de fase a comunidades de arrecifes dominados por algas. Estos cambios ocasionarán servicios ecosistémicos considerablemente alterados (**Capítulos 9 y 14**). Los incrementos previstos en la acidificación podrían agravar este problema, como mínimo en algunas regiones. Existen varios ejemplos del aumento de la frecuencia de casos de proliferación de algas nocivas, tales como en el **Capítulo 13**, donde se informa acerca de casos de proliferaciones de algas nocivas de mayor frecuencia e intensidad y en unas zonas más amplias en el mar Arábigo y la bahía de Bengala, mientras que la incidencia también puede estar



aumentando en las aguas costeras de Sudáfrica (**Capítulo 11**) y en el Atlántico centro-occidental (**Capítulo 9**). Las proliferaciones de algas nocivas están a menudo relacionadas con la mortalidad de peces y suscitan preocupación con respecto a la inocuidad de los alimentos para los humanos.

Los cambios en la distribución de especies de peces importantes para la pesca son una de los impactos más ampliamente reconocidos del cambio climático en los océanos. Todos los capítulos sobre temas marinos hacen referencia a estos cambios, pero podría decirse que los que han ocurrido en el Atlántico norte son los casos mejor conocidos y más estudiados. En el **Capítulo 5** se describen los profundos cambios en la distribución y la producción de especies de peces que se han observado tanto en el Atlántico nororiental y como en el noroccidental, los cuales han ocasionado importantes impactos en la pesca y su ordenación en la región. Se espera que esta tendencia continúe y se prevé que los cambios en la distribución y la producción de especies ocasionen incrementos considerables del rendimiento en latitudes altas pero reducciones del rendimiento en zonas situadas al sur de la latitud 50 °N aproximadamente. Otros dos ejemplos regionales que quizás sería justo señalar en este resumen, debido al alcance de los cambios y la medida en que se han monitoreado, son los cambios en la distribución en los océanos de Australia occidental (**Capítulo 16**) y los que han ocurrido y están ocurriendo en el Mediterráneo (**Capítulo 7**).

Asimismo, cabe destacar la investigación sobre la distribución del atún y los posibles impactos del cambio climático en su futura distribución,

así como las consecuencias para la ordenación pesquera, tanto en el Pacífico occidental y central (**Capítulo 14**) como en el océano Índico occidental (**Capítulo 12**), especialmente para algunos pequeños Estados insulares en desarrollo.

**El cambio climático ya ha causado cambios evidentes en la distribución y la abundancia de especies de peces ampliamente distribuidas, tales como atunes, y se pueden prever considerables cambios futuros en un contexto de calentamiento del clima, con impactos importantes sobre los ingresos nacionales de los países dependientes y con respecto a las estrategias de captura que se utilizan actualmente en su ordenación.**

Las medidas de adaptación más importantes que se recomiendan para abordar estos cambios son en cierto modo diferentes en las dos regiones, aunque conllevan acciones dirigidas a asegurar que, en la medida de lo posible, se mantengan los actuales beneficios sociales y económicos obtenidos de estas pesquerías a lo largo de la cadena de valor. En los capítulos del Documento técnico no se examinaron los impactos del cambio climático sobre los atunes en el Atlántico aunque, como puede esperarse de los resultados de los océanos Pacífico e Índico, también se señala que los atunes en el Atlántico han mostrado cambios significativos en la distribución en las últimas décadas (Monllor-Hurtado, Pennino y Sanchez-Lizaso, 2017), y se prevé que el cambio climático ocasione cambios en la dinámica espacial y de poblaciones del grupo de especies en el futuro (Muhling *et al.*, 2015).



## 7 Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la pesca de captura continental

Las predicciones de los impactos del cambio climático en la pesca continental son especialmente difíciles, dado que, además de los efectos directos, la pesca continental se ve afectada indirectamente por los impactos del cambio climático en otros sectores, lo cual la coloca en competencia con otros usuarios del recurso base: el agua. La inclusión de respuestas biológicas, ecológicas y humanas en los modelos aumenta enormemente su complejidad, lo que a su vez reduce el poder predictivo. Por consiguiente, es extremadamente difícil predecir las respuestas de la pesca continental al cambio climático.

El agua dulce es un producto básico fundamental que se utiliza en muchos sectores de la vida humana, o que se ve afectado por ellos, abarcando desde el consumo humano hasta la agricultura, actividades recreativas y otros ámbitos. Como resultado, los recursos limitados de agua dulce del mundo son objeto de muchas presiones antropógenas incluidas, entre otras, la captación, la regulación fluvial, la construcción de presas, la contaminación, la degradación de hábitats y la pesca.

**Se prevé que la ya elevada demanda de agua aumente en el futuro como resultado del crecimiento y desarrollo de la población humana, lo cual, a menos que se adopten medidas correctivas urgentes, tendrá impactos negativos graves para la pesca continental y los beneficios que proporciona. Desafortunadamente, en la competencia por este recurso escaso, las valiosas contribuciones de la pesca continental no se reconocen a menudo o son infravaloradas, y se concede prioridad a otras demandas de agua más visibles, con graves consecuencias para la sostenibilidad de la pesca continental.**

El clima, como factor estresante adicional, ejerce una fuerte influencia determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos de los ecosistemas de agua dulce, lo cual origina cambios en la distribución, la abundancia y la producción de los recursos de la pesca continental. El cambio climático también está causando cambios en el ciclo hidrológico mundial a través de cambios en el nivel de precipitación y evaporación (Settele *et al.*, 2014). En general, el cambio climático está ocasionando cambios en la composición de conjuntos de especies, la abundancia, biomasa y distribución de especies, los rendimientos pesqueros y la eficacia de los métodos pesqueros y artes de pesca (**Figura 7**).

En el **Capítulo 18** se informa sobre el análisis realizado en una serie de cuencas fluviales en todos los continentes, por el que se descubrió que se prevé un aumento de la temperatura del agua de hasta 1,8 °C, con heterogeneidad geográfica, incluidas zonas donde se espera que el incremento sea pequeño, tales como en la cuenca del bajo Mekong.

En el **Capítulo 19** se exploran los posibles impactos futuros de estos cambios derivados del clima en 149 países dedicados a la pesca continental en combinación con otros factores estresantes, incluidos, entre otros, el crecimiento de la población, la demanda de agua dulce por otros sectores y la construcción de presas.

**Los resultados indicaron un amplio rango en la magnitud de los factores estresantes actuales y futuros, abarcando desde ocho países que se enfrentan actualmente a factores de alto estrés, los cuales se prevé que lleguen a tener un nivel de estrés aún mayor en el futuro (incluidos, por ejemplo, Pakistán, Iraq, Marruecos y España), y, en el extremo opuesto del rango, 17 países que se consideran que soportan un nivel bajo de estrés en la actualidad y se prevé**

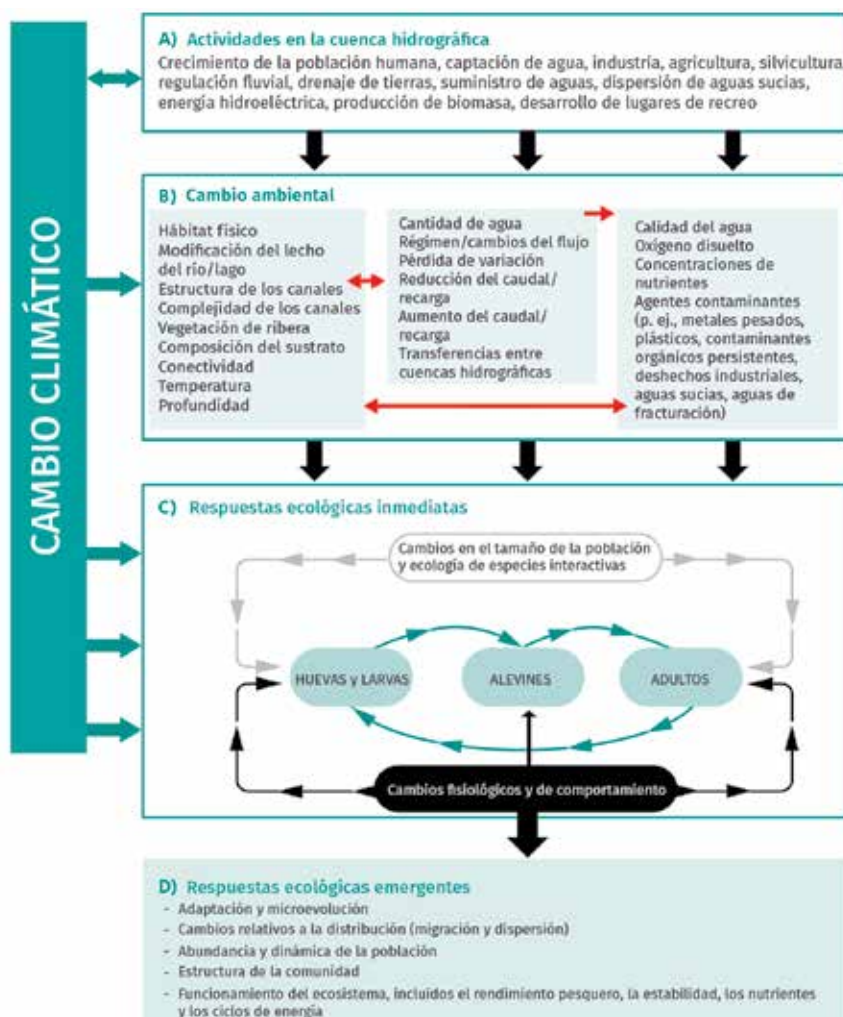
que permanezcan en esta misma situación en el futuro (incluidos, por ejemplo, Myanmar, Camboya, el Congo, la República Centroafricana y Colombia).

Los restantes 124 países se encuentran entre estos dos extremos, de los cuales el grupo mayor, 60 países que representan actualmente el 46,9 por ciento de las capturas mundiales procedentes de la pesca continental, se

consideró que se enfrentan actualmente a un nivel medio de estrés, lo cual se espera que continúe en un futuro.

Los resultados indicaron que se prevé que la categoría de estrés aumente en un grado (p. ej., de medio a alto) en 59 países que en la actualidad representan el 36,4 por ciento de las capturas mundiales. Se prevé que 39 países, representando el 26,3 por ciento de las capturas

FIGURA 7. Diagrama de los posibles efectos del cambio climático en la pesca de agua dulce a través de su influencia en toda una gama de factores, que abarcan desde actividades a nivel de cuenca hidrográfica, características del hábitat y respuestas individuales de los peces, los cuales en su conjunto afectan al rendimiento pesquero y otras medidas de funcionalidad de los ecosistemas.



Fuente: Adaptado con la autorización de Harley et al. (2006) © 2006 Blackwell Publishing Ltd/CNRS, and Milner (2016) © 2016 por John Wiley & Sons, Ltd

actuales, experimenten un nivel alto o muy alto de estrés en el futuro, comparado con 14 países en la actualidad que representan sólo el 1,8 por ciento de las capturas mundiales.

En los **Capítulos 18, 19 y 26** se exploran los impactos del cambio climático en la pesca continental. La pesca de captura continental contribuye de manera importante a los medios de vida y las economías de todo el mundo, generando un total de capturas registradas de más de 11 millones de toneladas en 2015, equivalente a un poco más del 12 por ciento del total de la producción de la pesca de captura marina y de agua dulce. Este tipo de pesca proporciona un alimento asequible y de alta calidad a algunas de las personas más pobres y vulnerables en el mundo y es una fuente de empleo y un medio de subsistencia para decenas de millones de personas, además de ser una parte fundamental de los sistemas culturales en muchos lugares (**Capítulos 3 y 18**).

En los estudios de casos descritos en el **Capítulo 19** se presenta una serie variada de impactos actuales y futuros.

**En todos estos casos, se considera que los factores estresantes no climáticos constituyen una amenaza más grave para la pesca continental en estas regiones que los factores estresantes climáticos.**

Por ejemplo, en la cuenca del río Yangtze, se considera que la explotación excesiva, la degradación del hábitat y la contaminación son las principales amenazas para el futuro de la pesca continental, si bien la gran variabilidad de precipitaciones, la ya densa población y el rápido desarrollo económico significan que dicha cuenca es altamente vulnerable al cambio climático. En la cuenca del río Ganges, se prevé que la creciente población humana y la dificultad para mantener los caudales ecológicos en el río debido a un aumento en la demanda de agua sean los factores principales que afecten a la pesca continental. El panorama que emerge de los otros casos examinados en el **Capítulo 19** es similar, destacando amenazas tales como cambios en el tamaño, duración y momento de las inundaciones, desarrollo económico, desarrollo agrícola, deforestación y creciente modificación

de los hábitats de las llanuras inundables de los ríos, y todas estas amenazas tendrán graves impactos en estos grupos y sistemas de aguas continentales y sus pesquerías.

En la mayoría de las pesquerías continentales, el cambio climático será un factor añadido a unos sistemas que ya soportan un nivel excesivo de estrés, si bien sus efectos serán muy variables. Por ejemplo, en Finlandia, es probable que los incrementos de la temperatura derivados del clima resulten en una mayor productividad de la pesca, aunque con grandes cambios en las especies dominantes y otros atributos pesqueros. No obstante, en la cuenca del bajo Mekong, se prevé que el cambio climático afecte a las temperaturas del aire y el agua, el nivel de precipitaciones, el volumen y caudal del río y las prácticas agrícolas, lo cual afectará de manera colectiva a los recursos que soportan a esta gran colección de pesquerías a nivel mundial.

Los impactos del clima observados y proyectados en otros estudios de casos incluyeron crecientes temperaturas del agua que provocaron cambios en las especies de peces, potencialmente de especies de alto valor a otras de valor más bajo, cambios en las precipitaciones (lluvia o nieve) y consiguientes caudales de agua, así como fenómenos extremos más frecuentes e intensos, tales como inundaciones. En algunos casos (p. ej., la cuenca del río de la Plata), las crecientes precipitaciones y escorrentías podrían ampliar y mejorar la conectividad entre los hábitats de los peces, si bien una disminución en las precipitaciones y unos fenómenos más extremos afectarán de forma negativa a los caudales y hábitats en otros casos (p. ej., la cuenca del río Amazonas).

**Las consecuencias de los cambios con respecto a las personas, las comunidades y los países dependerán de su nivel de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, aunque por lo general puede preverse que serán significativas. Su capacidad de adaptación a dichas consecuencias estará determinada por una gama de factores, incluidos, por ejemplo, el grado de dependencia de la actividad, la riqueza y recursos que posean, el nivel de educación, la ubicación y otros factores (Capítulo 18; Aswani et al., 2018; Williams y Rota, 2011).**





© FAO / Vyacheslav Oseledko

Un aspecto a su favor es que la incertidumbre y la variabilidad que siempre han caracterizado a la pesca continental significan que los pescadores y otras partes interesadas están acostumbrados a la necesidad de adaptación. Ellos han desarrollado estrategias que sirven de apoyo a la adaptación, tales como cambios en las tasas de explotación, alteraciones en sus operaciones pesqueras, migración y diversidad de medios de subsistencia. No obstante, la pobreza y la inseguridad alimentaria de muchos de ellos restringen seriamente esta capacidad y, para muchos, es probable que los futuros impactos del cambio climático, junto con una presión creciente procedente de otros muchos factores antropógenos, superen su existente capacidad de adaptación, a menos que se adopten medidas de gran alcance para incrementarla. Las opciones de adaptación del pasado son cada vez más limitadas.

Como se ha señalado anteriormente, un tema fundamental en la pesca continental a nivel mundial es que ésta es susceptible a las actividades e impactos de otros sectores y que dichos impactos suscitan por lo general una mayor preocupación que los efectos directos del cambio climático por sí mismo. Estos otros sectores también están siendo afectados por el cambio climático y sus esfuerzos para adaptar o mitigar sus contribuciones al cambio climático pueden resultar en futuros impactos,

principalmente negativos, para la pesca continental.

Por consiguiente, a fin de asegurar la resiliencia y sostenibilidad de la pesca continental, es esencial que se reduzcan al mínimo los impactos adversos de otros sectores, especialmente en cuanto al agua. En particular, esto requiere que se adopten medidas que garanticen unos caudales ambientales adecuados y el mantenimiento de los hábitats que sostienen a los ecosistemas y las pesquerías que dependen de ellos. Un requisito importante es que la función y los objetivos de la pesca continental deben abordarse de manera apropiada en los planes de ordenación regionales, de cuencas hidrográficas y de captación de agua que estén relacionados con el suministro y sistemas de aguas, o que tengan consecuencias para ellos. Esto implica la necesidad de elaborar e implantar enfoques integrados y holísticos a escalas apropiadas que aborden la gama de servicios ecosistémicos, incluido el apoyo a la pesca continental. Dichos enfoques también necesitan comprender cuestiones relacionadas con el agua e integridad ambiental, rehabilitación ambiental, ordenación de humedales, almacenamiento y calidad del agua y secuestro de carbono. En el caso de cuencas y sistemas transfronterizos, estos planes holísticos deberían incorporarse a los pertinentes acuerdos regionales e internacionales.

**Se prevé que los impactos del cambio climático sean de mayor intensidad para los pescadores en pequeña escala en varias regiones, si bien también existen posibilidades de que los cambios en la distribución pudieran crear nuevas oportunidades para ellos (p. ej., Capítulos 7, 10 y 15).**

En el Pacífico nororiental tropical (**Capítulo 10**), los pescadores en pequeña escala cuentan con algunas ventajas debido a que son capaces de adaptarse rápidamente para aprovecharse de los recursos disponibles, aunque, como muchas de las especies que capturan normalmente se consideran vulnerables a la degradación del hábitat, las nuevas oportunidades a su disposición pueden ser limitadas. Es probable que se puedan aplicar consideraciones similares al sector en pequeña escala en la mayoría de las regiones. Asimismo, se considera que los pescadores en pequeña escala se encuentran entre los grupos más vulnerables en el Atlántico sudoriental, el océano Índico sudoccidental y el Pacífico occidental y central. En el Mediterráneo y el mar Negro, se considera que los países en desarrollo en el sur y el sureste de la región experimentan un mayor grado de exposición a los cambios y poseen una capacidad de adaptación menor para afrontarlos y, por consiguiente, son más vulnerables al cambio climático. Todos estos ejemplos ponen de relieve la importancia de la capacidad de adaptación, o las limitaciones en dicha capacidad, como factor impulsor clave de la vulnerabilidad.

**Otra conclusión importante derivada de varios capítulos, con inclusión de los ejemplos relativos a los atunes, es que es probable que los cambios previstos en la distribución causen nuevos conflictos entre usuarios, o agraven los ya existentes, tanto dentro de los países como entre países vecinos o entre países y alta mar, al registrarse cambios en la distribución de especies importantes a través de las fronteras.**

En los casos en que los recursos pesqueros se compartan o se extiendan a través de fronteras internacionales, los cambios en la distribución podrían conducir a desacuerdos respecto de las cuotas, como ocurrió cuando la distribución de la caballa del mar del Norte cambió de dirección hacia el norte y el oeste, causando una reducción de la abundancia en las aguas de Noruega y un aumento en las aguas de Islandia y las islas Feroe. Esto condujo a una disputa sobre cuotas entre las naciones afectadas (Jensen *et al.*, 2015) que resultó en que se sobrepasase el total admisible de captura de las recomendaciones de carácter científico durante varios años (**Capítulo 5**). Este caso sirve como un buen ejemplo de la necesidad de flexibilidad en la ordenación y los acuerdos sobre cuotas, tanto a nivel nacional como internacional, a fin de facilitar enfoques rápidos y responsables ante tales cambios.

A fin de abordar el cambio climático, es esencial reconocer que, casi invariablemente, el cambio climático no es la única amenaza o factor estresante para un sistema pesquero, sino un factor adicional, y posiblemente unidireccional, que se une a lo que es normalmente una gama de otros factores estresantes e incertidumbres derivados de causas antropógenas y naturales. Entre estos se pueden incluir, por ejemplo, la pesca excesiva, la contaminación, la pérdida del hábitat, la competencia por el espacio y la variabilidad ambiental.

**La adaptación al cambio climático debe emprenderse dentro de este contexto multifacético y cualquier otra medida o iniciativa adoptada en respuesta al cambio climático debería complementar y fortalecer la gobernanza y el uso sostenible en general.**

Este principio se reconoce ampliamente en las regiones y pesquerías marinas examinadas en los **Capítulos 5 a 17**, donde se hace referencia a menudo a los esfuerzos encaminados a

asegurar la ordenación eficaz de la pesca y reducir los impactos provocados por otros factores estresantes. Entre estos esfuerzos se incluye la puesta en práctica del Código de Conducta de la FAO para la Pesca Responsable y sus instrumentos conexos, los enfoques ecosistémicos de la pesca, la planificación espacial con inclusión de sistemas eficaces de áreas marinas protegidas, la garantía de sistemas participativos de gobernanza y el refuerzo de las medidas de control y ejecución en el sector pesquero. La incertidumbre adicional que surge del cambio climático refuerza la importancia de enfoques adaptativos de la ordenación que incluyan el control de las condiciones y el rendimiento de la pesca, y que faciliten información para la toma de decisiones y adopción de medidas en materia de ordenación. Esto permite que se realicen ajustes, o adaptaciones, a fin de incorporar cualquier cambio importante al sistema y asegurar que se mantiene el rendimiento en relación a los objetivos acordados (a los que también puede ser necesario realizar ajustes, dentro de los límites de sostenibilidad, si las nuevas condiciones así lo requieren).

En los **Capítulos 18, 19 y 26** se facilitan ejemplos de las medidas que serán necesarias para facilitar y apoyar la adaptación.

**Es esencial disponer de una ordenación adaptativa en el marco de un enfoque ecosistémico de la pesca a fin de mantener, y restaurar, la resiliencia de los ecosistemas y especies frente a los cambios futuros. Esto debe realizarse con el compromiso de las partes interesadas y de una manera participativa. Es probable que algunos de los impactos del cambio climático sean sin duda positivos.**

Por ejemplo, un aumento en las precipitaciones podría reducir el actual nivel de estrés por falta de agua en algunas regiones y conducir también a la expansión de hábitats disponibles para los peces, provocando una mayor abundancia y mejores rendimientos potenciales. Con el objetivo de aprovecharse de nuevas oportunidades, sería necesario invertir en infraestructura y equipos, para lo que puede ser necesario disponer de apoyo externo. En los casos en que haya nuevas oportunidades

e impactos negativos, un requisito clave para casi todos los países y regiones será asegurar la flexibilidad (dentro de los límites del uso sostenible) en las políticas, leyes y regulaciones que permita a los pescadores cambiar entre especies objetivo y ajustar sus prácticas pesqueras en respuesta a los cambios en los ecosistemas que utilizan para la pesca.

**La adaptación en los procesos posteriores a la captura también será importante a través de, por ejemplo, el desarrollo o mejora de equipos y capacidad de almacenamiento y procesamiento e implantación de sólidos sistemas de bioseguridad, a fin de asegurar la calidad del pescado y los productos pesqueros hasta su llegada al consumidor, así como facilitar el posible acceso a mercados de mayor valor.**

Como se ha indicado anteriormente, las pesquerías y pescadores en pequeña escala y artesanales se identifican como particularmente vulnerables frente a los impactos del cambio climático y varias de las opciones de adaptación mencionadas en estos capítulos están dirigidas principalmente a ellos. Entre ellas se incluyen la aplicación de las *Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala* (FAO, 2015) y las *Directrices voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques* (FAO, 2012), a fin de promover los derechos de tenencia segura y el acceso equitativo a las pesquerías como medios de erradicación del hambre y la pobreza y en apoyo al desarrollo sostenible. Otras opciones específicas incluyen el uso más amplio de enfoques de gobernanza pesquera basados en las comunidades, flexibilidad para permitir el cambio de artes de pesca y especies objetivo como respuesta a los cambios, creación de medios de subsistencia alternativos, concesión de beneficios a los productos, creación de capacidad para mejorar la resiliencia de distintos modos y mejoras en la estabilidad económica de los pescadores en pequeña escala y las personas que participan en actividades relacionadas a través de, por ejemplo, mejor acceso a créditos, microfinanciación, seguros e inversiones. Algunas de estas medidas necesitan adaptación a nivel institucional, ya sea para

establecer nuevos procesos transfronterizos, facilitar los cambios en especies primarias objetivo o incorporar cambios en el calendario de procesos tales como el reclutamiento en el sector pesquero.

**Habida cuenta de la probabilidad de que aumente la incidencia de fenómenos extremos, también se están examinando o aplicando medidas para mejorar los sistemas de notificación temprana y la seguridad en el mar, así como medidas de protección de la infraestructura relacionada con la pesca, tales como puertos, puntos de desembarque y mercados más seguros.**

Finalmente, en varios capítulos relativos a la pesca marina, se hace referencia a la necesidad de reducir la incertidumbre asociada con el

cambio climático y sus impactos mediante una mejora en las medidas de monitoreo e investigación. Además de proporcionar información valiosa para la investigación sobre el cambio climático, unas mejores medidas de monitoreo podrían estar ligadas en algunos casos al establecimiento de sistemas de notificación temprana que alerten a los pescadores y partes interesadas con respecto a inminentes fenómenos extremos, incluida la incidencia de proliferaciones de algas nocivas, y que también informen a los pescadores sobre los cambios que están ocurriendo, reforzando potencialmente de esta manera su capacidad de adaptación. Asimismo, se necesita investigación en apoyo a los esfuerzos de adaptación que facilite una adaptación más eficaz y reduzca el riesgo de una adaptación incorrecta.



## 9 Acuicultura y cambio climático

La acuicultura está incrementando su contribución a la producción mundial de pescado, crustáceos y moluscos y, por consiguiente, a los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria y la nutrición de millones de personas. Al ayudar a satisfacer la creciente demanda de estos productos, la acuicultura también mitiga los incrementos de precios que de otro modo ocurrirían como consecuencia de cualquier brecha creciente entre la oferta y la demanda. La acuicultura ya no disfruta de los altos índices de crecimiento anual de las décadas de 1980 y 1990, si bien continúa siendo el sistema mundial de producción alimentaria de crecimiento más rápido. El índice medio de crecimiento anual fue de 5,8 por ciento durante el periodo comprendido entre 2000 y 2016, aunque aún se registró un crecimiento de dos dígitos en una pequeña cantidad de distintos países, especialmente en África desde 2006 a 2010. En general, entre 1950 y 2015, la producción mundial de acuicultura creció

en un índice medio anual de 7,7 por ciento y para 2016 había alcanzado 80 millones de toneladas de peces comestibles y 30,1 millones de toneladas de plantas acuáticas, así como 37 900 toneladas de productos no alimentarios (FAO, 2018), lo que equivale al 53 por ciento de la producción mundial de pescado utilizado para uso alimentario procedente de la pesca de captura y la acuicultura combinadas (**Capítulo 3**).

El cambio climático puede tener impactos directos e indirectos en la acuicultura, así como a corto y largo plazo. En el **Capítulo 20** se describen algunos ejemplos de impactos a corto plazo, entre los que se incluyen pérdidas de producción e infraestructura provocadas por fenómenos extremos tales como inundaciones, aumento del riesgo de enfermedades, parásitos y proliferación de algas nocivas, y reducción de la producción debido a impactos negativos sobre las condiciones de explotación. Entre

los impactos a largo plazo se incluyen la reducción de la disponibilidad de material de reproducción silvestre y la disminución del nivel de precipitaciones que conduce a una creciente competencia por agua dulce. Los cambios provocados por el clima en la temperatura, las precipitaciones, la acidificación de los océanos, la incidencia y extensión de hipoxia y la elevación del nivel del mar, entre otros, tendrán impactos a largo plazo en el sector acuícola a escalas que abarcan desde el organismo hasta el sistema de acuicultura y desde el nivel nacional al mundial.

**Es evidente que estos cambios tendrán potencialmente impactos favorables y desfavorables en la acuicultura, si bien la información disponible indica que es probable que los cambios desfavorables superen a los favorables, especialmente en países en desarrollo donde la capacidad de adaptación es normalmente más débil.**

Algunos países han reconocido las amenazas del cambio climático para la acuicultura y, en junio de 2017, de 142 países que habían presentado sus contribuciones determinadas a nivel nacional, 19 hicieron referencia a la acuicultura o piscicultura. Nueve de estos países incluyeron un enfoque orientado a la adaptación de la acuicultura al cambio climático, mientras que diez de ellos incluyeron propuestas para utilizar el desarrollo de la acuicultura como medida de adaptación o mitigación en sus esfuerzos para abordar el cambio climático.

En el **Capítulo 20** se presentan asimismo varios estudios de casos en materia de evaluación de la vulnerabilidad, con ejemplos a nivel nacional (Chile), local (acuicultura de salmón en Chile y Sulawesi del Sur, Indonesia) y a escala de cuenca (cuenca del Mekong). Las evaluaciones a escala nacional proporcionan orientaciones útiles para los gobiernos y los responsables de la toma de decisiones a nivel mundial y nacional, si bien también existe normalmente una gran diversidad entre países. Asimismo, las evaluaciones de la vulnerabilidad y los planes de adaptación necesitan llevarse a cabo a escalas localizadas y más reducidas, de modo que las prácticas, partes interesadas y comunidades específicas y las condiciones ambientales locales puedan tenerse en cuenta.

En el **Capítulo 21** se informa sobre evaluaciones de la vulnerabilidad de la acuicultura frente al cambio climático a nivel mundial, refiriéndose especialmente a un estudio de Handisyde, Telfer y Ross (2017). En las evaluaciones se consideraron la sensibilidad, la exposición y la capacidad de adaptación como componentes de la vulnerabilidad.

**Con respecto a la acuicultura de agua dulce, este estudio reveló que Asia es el zona más vulnerable, influenciada fuertemente por la alta producción procedente del continente, siendo Viet Nam el país más vulnerable en Asia, seguido de Bangladesh, la República Democrática Popular Lao y China. Se evaluó a Belice, Honduras, Costa Rica y Ecuador como los países más vulnerables en las Américas, mientras que se observó que Uganda, Nigeria y Egipto eran especialmente vulnerables en África (Figura 8).**

En el caso de la producción de agua salobre, Viet Nam, Egipto y Tailandia emergieron como los países con más vulnerabilidades, aunque el capítulo destaca los países con una capacidad de adaptación más baja para enfrentarse a los impactos del cambio climático, incluidos Senegal, Côte d'Ivoire, la República Unida de Tanzania, Madagascar, India, Bangladesh, Camboya y Papua Nueva Guinea.

**Con respecto a la acuicultura marina, se identificó a Noruega y Chile como los países más vulnerables, reflejando el alto nivel de producción y la concentración de la producción en muy pocas especies en estos países en comparación con otros. Se observó que China, Viet Nam y Filipinas son los países más vulnerables en Asia, mientras que Madagascar es el país más vulnerable en África. Se identificó a Mozambique, Madagascar, Senegal y Papua Nueva Guinea como países que cuentan con una capacidad de adaptación especialmente baja.**

En el **Capítulo 21** se presentan varias opciones de adaptación y fomento de la resiliencia en la acuicultura y se destaca que deberían aplicarse de conformidad con el enfoque ecosistémico de la acuicultura. Entre ellas se incluyen:

- mejora de la gestión de explotaciones y la elección de especies cultivadas;

- mejora de la planificación espacial de las explotaciones que tenga en cuenta los riesgos relacionados con el cambio climático;
- mejora de las medidas de monitoreo ambiental en las que participen los usuarios; y
- mejora de la coordinación local, nacional e internacional encaminada a la prevención y mitigación.

Según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (Jiménez Cisneros *et al.*, 2014), se proyecta que el cambio climático resulte en una reducción significativa de los recursos renovables de aguas superficiales y aguas subterráneas en la mayoría de las regiones secas subtropicales, lo cual se prevé que ocasione una mayor competencia entre los distintos tipos de agricultura y entre la agricultura y otros sectores. Como ocurre con la pesca continental, esta tendencia prevista, y otras interacciones entre sectores, significa que es probable que no sea suficiente centrarse solamente en la adaptación dentro del ámbito de la acuicultura y la reducción eficaz de la vulnerabilidad en el sector necesita la integración de la acuicultura en una ordenación de cuencas hidrográficas y zonas costeras de carácter holístico y multisectorial y una planificación adaptativa.

La acuicultura también puede contribuir a la adaptación al cambio climático en otros sectores. Por ejemplo, las pesquerías basadas en el cultivo podrían utilizarse para mitigar los efectos de una reducción del reclutamiento en la pesca de captura como resultado de los cambios. Asimismo, la acuicultura se considera a menudo como un prometedor medio de vida alternativo para los pescadores y otras partes interesadas cuando ya no pueden mantenerse con la pesca de captura debido al cambio climático, la explotación excesiva y otros factores.

El mensaje común que transmiten los tres capítulos relativos a la acuicultura es que existen lagunas importantes en el conocimiento y la comprensión actuales con respecto a los aspectos científicos, institucionales y socioeconómicos del sector y los posibles impactos derivados del cambio. Estas lagunas, de las cuales se presentan ejemplos en dichos capítulos, entorpecen la eficacia de la adaptación en el sector, especialmente en países en desarrollo. En general, si se garantiza que las medidas de adaptación son coherentes con el enfoque ecosistémico de la acuicultura (FAO, 2010) se proporcionarán unas buenas bases para el éxito y la eficacia en este ámbito.

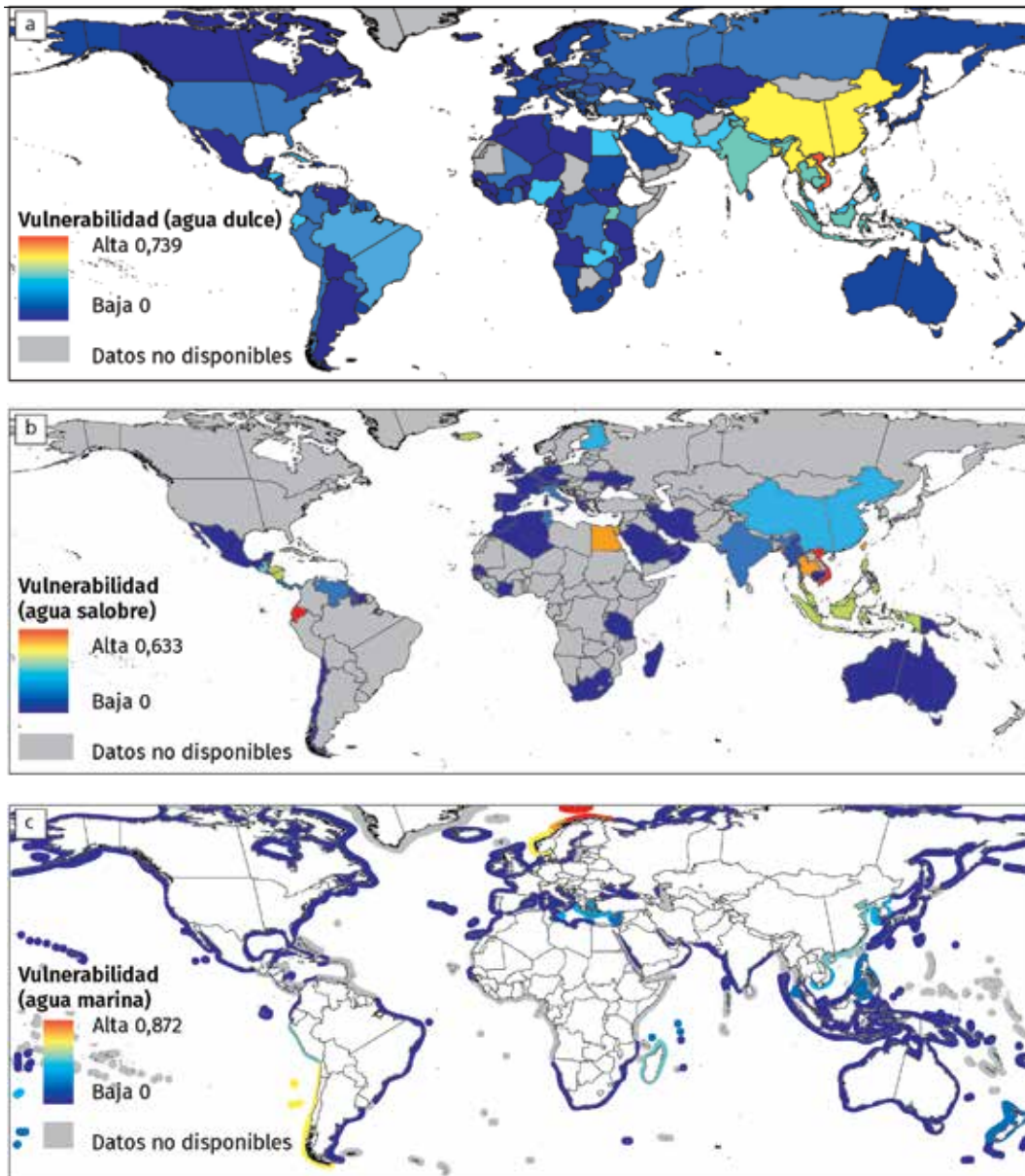
### Recuadro 3. Interacciones de la acuicultura con la pesca y la agricultura

Las interacciones entre la acuicultura, la pesca y la agricultura pueden agravar los impactos y problemas derivados del cambio climático o bien ayudar a crear soluciones orientadas a la adaptación. Entre las interacciones y medidas potenciales para abordarlos se incluyen: incremento en el número de escapes de las explotaciones acuícolas como resultado de un aumento de la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos; consumo de agua por la acuicultura que acrecienta la competencia por este recurso en lugares donde existen menores niveles de disponibilidad y calidad del agua dulce

debido al cambio climático; efectos negativos para la acuicultura si los impactos del cambio climático en la disponibilidad de harina y aceite de pescado son negativos.

Entre las medidas que pueden reducir al mínimo estos impactos y promover la adaptación se incluyen reglamentos adecuados relativos al movimiento de germoplasma acuático, certificación o modificación del equipo y las prácticas de la explotación, así como mejoras de la tecnología y la ordenación. Asimismo, es esencial contar con políticas de carácter integrado y multisectorial y con medidas y marcos jurídicos y reglamentarios para abordar prácticas rivales entre subsectores (**Capítulo 22**).

FIGURA 8. Vulnerabilidad relativa de la acuicultura al cambio climático a nivel mundial††; a) en agua dulce, b) en agua salobre, c) en el medio marino (mostrado como una franja de protección de 50 km desde las costas).



Fuente: Handisyde, Telfer y Ross 2017



# Impactos de fenómenos extremos y desastres derivados del clima

En 2017, se registró un gran número de fenómenos meteorológicos y climáticos extraordinarios (**Capítulo 23**). El huracán María, un huracán de categoría 5 que golpeó Dominica en septiembre de 2017, ocasionó daños y pérdidas que alcanzaron el 226 por ciento del producto interior bruto de este país en 2016 (gobierno de Dominica, 2018). Un fenómeno meteorológico y climático extremo se define generalmente como “la ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima o por debajo de un valor de umbral cercano al extremo superior o inferior de la horquilla de valores observados de la variable” (Seneviratne *et al.*, 2012, en **Capítulo 23**). Incluso cuando no sea extremo en términos estadísticos, un fenómeno meteorológico o climático, o dos o más fenómenos de esta clase que ocurran simultáneamente, pueden considerarse extremos si tienen altas repercusiones y consecuencias para las personas, el medio ambiente o sus infraestructuras. Si bien la atribución de un fenómeno extremo es a menudo difícil, existe un nivel creciente de confianza en cuanto a que la cantidad de fenómenos extremos que se observan en varias regiones está aumentando, y que este incremento está relacionado con el cambio climático antropógeno. Los desastres relacionados con el clima representan en la actualidad más del 80 por ciento de todas las situaciones de desastre, con grandes impactos a nivel social y económico, incluido el desplazamiento de personas y poblaciones (UNISDR, 2015). La pesca y la acuicultura se enfrentan a graves amenazas derivadas de fenómenos extremos tales como ciclones, marejadas, inundaciones y elevaciones extremas del nivel del mar, como puede observarse en muchos ejemplos en los capítulos anteriores. Las temperaturas extremas en los océanos se consideran cada vez más como otro factor que ejerce una importante influencia sobre la pesca con profundos impactos

ecológicos que llegan mucho más allá de la decoloración de los corales. Por ejemplo, el nivel récord de desembarcos de langosta como resultado de la ola de calor de 2012 en el golfo de Maine superó la demanda de mercado del producto, lo que contribuyó a una caída de los precios que amenazó al medio de subsistencia de los pescadores de langosta en los Estados Unidos de América y Canadá. En un reciente examen de la FAO relativo a 74 evaluaciones de necesidades después de situaciones de desastre llevadas a cabo en 53 países en desarrollo se indicó que, si bien entre 2006 y 2016 la pesca sólo soportó el tres por ciento del impacto total de desastres naturales de mediana y gran escala, incluidos fenómenos climáticos extremos, en el sector agrícola existen lagunas de información significativas sobre los impactos en el sector, y más específicamente en la acuicultura.

**Cabe prever que un clima más cálido alterará el ciclo hidrológico, provocando cambios en la frecuencia y la intensidad de fenómenos extremos, así como el momento en que ocurren, su duración y distribución geográfica. No todos los fenómenos extremos provocan necesariamente una situación de desastre y el alcance de sus impactos en la pesca y la acuicultura dependerá del grado de exposición y vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos, así como de su capacidad de respuesta.**

Sean cuales sean las medidas adoptadas, cabe esperar que se registrarán fenómenos extremos en el futuro y un mensaje importante que se extrae del **Capítulo 23** es que es necesario mejorar los enfoques existentes de evaluación de daños y pérdidas derivados de desastres relacionados con el clima en la pesca y la acuicultura, los cuales deberían estar ligados a las evaluaciones en virtud del Mecanismo internacional de Varsovia para las pérdidas y los daños. Debido al número creciente de



fenómenos extremos y la probabilidad de que deriven en desastres, existe una necesidad urgente de invertir en medidas de reducción del riesgo de desastres y de adaptación que sean coherentes y convergentes, y en capacidad de preparación para la resiliencia al cambio climático, a fin de anticipar y prevenir los fenómenos extremos o desastres que afectan

al sector de la pesca y la acuicultura y reducir sus impactos, así como prepararse y responder frente a ellos. Esto debería conducir a un cambio de una ordenación reactiva después de que ocurren los desastres, a una ordenación y unas medidas de reducción de riesgos y peligros derivados del clima proactivas.



## 11 Peligros relativos a la inocuidad de los alimentos y la salud de los animales acuáticos

El cambio climático está causando cambios en, entre otros parámetros, la temperatura, la disponibilidad de oxígeno, el pH y salinidad del agua y la incidencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, y todos ellos pueden tener repercusiones en la inocuidad de los alimentos y la bioseguridad (**Capítulo 24**). Por ejemplo, se ha observado que los índices de crecimiento de bacterias patógenas que ocurren en el medio marino aumentan en temperaturas del agua más altas, mientras que los cambios en la estacionalidad y otras condiciones ambientales pueden tener influencia en la incidencia de parásitos y algunos virus transmitidos por los alimentos. Los cambios en el medio ambiente pueden modificar asimismo la dinámica de las especies acuáticas como huéspedes intermediarios y definitivos de parásitos transmitidos por los alimentos.

Este entorno cambiante conducirá a la necesidad de que en las nuevas evaluaciones de riesgos para la inocuidad de los alimentos se examinen peligros específicos y emergentes relativos a la inocuidad de los alimentos, los cuales documentarán la gestión de riesgos, incluidas

la formulación de políticas y la adopción de decisiones. A fin de enfrentarse a los cambios derivados del clima, será necesario prestar más atención a la vigilancia de parámetros ambientales clave, incluidos la temperatura del agua y del aire, el pH y la salinidad, con el objetivo de facilitar predicciones anticipadas de problemas inminentes relacionados con la inocuidad de los alimentos tales como la incidencia de toxinas, patógenos y contaminantes en moluscos bivalvos y especies de peces que son más susceptibles a estas amenazas.

**La aplicación de sistemas de alerta temprana eficaces necesitará la colaboración entre los sectores y partes interesadas relevantes, incluidos los responsables de la salud de los animales acuáticos, el medio marino, la inocuidad de los alimentos y la salud pública, a nivel nacional e internacional.**

El desarrollo de la acuicultura está conduciendo a una producción más intensa a fin de conseguir rentabilidad económica, si bien esto provoca el efecto de incrementar las probabilidades de

brotos de enfermedades, así como los retos relacionados con su control (**Capítulo 24**). El cambio climático agrava a menudo estos peligros y puede tener impactos en el entorno de producción, como por ejemplo en la incidencia y virulencia de patógenos, la susceptibilidad de los organismos que se cultivan a patógenos e infecciones y el riesgo de escapes de los sistemas de producción afectados por fenómenos extremos. La probabilidad de que ocurran fenómenos relacionados con el cambio climático y sus consecuencias en la acuicultura hacen necesario que diferentes grupos de partes interesadas adopten medidas urgentes que aseguren: i) el empleo de niveles mínimos de evaluación de riesgos y de ordenación para abordar las amenazas del cambio climático; ii) la mejora de las condiciones de ordenación para reducir la exposición al cambio climático, como por ejemplo, mejoras en la planificación espacial de las explotaciones; y iii) la aplicación de un plan de bioseguridad eficaz que incluya la capacidad de preparación ante emergencias y la comunicación y enfatice la prevención, la

bioseguridad y las prácticas de gestión sanitaria. Así como ocurre con la gestión de riesgos relativa a la inocuidad de los alimentos, la gestión de riesgos en cuanto a la salud animal necesitará colaboración, intercambio de responsabilidades y compromiso activo y a largo plazo por parte de todas las autoridades pertinentes y otras partes interesadas. La gestión de riesgos a través de la prevención, la mitigación y la resistencia incluye medidas genéricas de bioseguridad tales como mejores prácticas (incluida una mejor planificación espacial, como se analiza en el **Capítulo 21**), controles fronterizos, preparación para las emergencias y comunicación de riesgos.

**A fin de afrontar los retos relacionados con la bioseguridad y la salud de los animales acuáticos, se necesita la aplicación eficaz de planes de bioseguridad que incluyan medidas de preparación para las emergencias y comunicación, y que concedan prioridad a la prevención, la bioseguridad y las prácticas de gestión sanitaria.**

#### **Recuadro 4. Elementos clave respecto de la inocuidad de los alimentos y la bioseguridad en relación al cambio climático**

Los impactos del cambio climático en la inocuidad de los alimentos y las enfermedades darán lugar a la necesidad de que se realicen nuevas evaluaciones de los riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos y la bioseguridad para garantizar que se abordan los peligros emergentes. A fin de hacer frente a los cambios derivados del clima, será necesario prestar una mayor atención al monitoreo de los parámetros ambientales clave, incluidos la temperatura

del agua y del aire, el oxígeno, el pH y la salinidad, para permitir que se realicen predicciones avanzadas de problemas inminentes relacionados con la inocuidad de los alimentos, tales como la incidencia de toxinas, patógenos y contaminantes en moluscos bivalvos y pescado, así como las enfermedades que puedan afectarlos. Con respecto a la aplicación de sistemas de alerta temprana eficaces, será necesaria la colaboración entre los sectores y partes interesadas relevantes, incluidos los responsables de la salud de animales acuáticos, el medio marino, la inocuidad de los alimentos y la salud pública a nivel nacional e internacional.



## 12 Adaptación en la pesca y la acuicultura

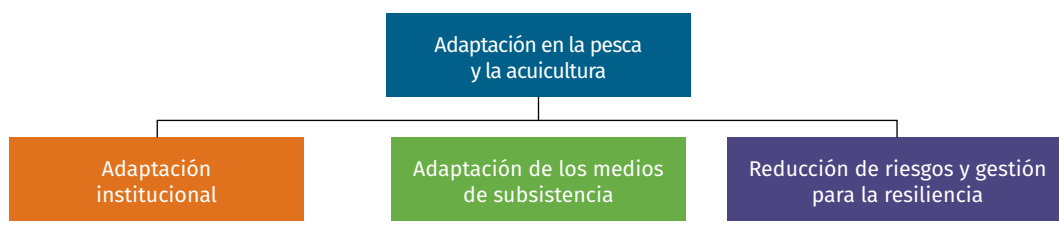
El cambio climático supone un reto para la eficacia de las medidas contemporáneas de ordenación de la pesca y la acuicultura y plantea incertidumbres y riesgos adicionales significativos para los medios de subsistencia de los pescadores y acuicultores y para el sector de la pesca y la acuicultura. Si bien existe una amplia gama de herramientas y enfoques que se están utilizando, o pueden utilizarse, a fin de responder a los cambios en este sector, muchos de ellos tendrán que modificarse para incrementar la flexibilidad y reducir los resultados inesperados/ imprevistos. Asimismo, aunque se han desarrollado diferentes tipos de herramientas de adaptación durante las últimas dos décadas, existe un nivel mínimo de orientaciones específicamente encaminadas a elaborar estrategias de adaptación para el sector. El **Capítulo 25**, “*Methods and tools for climate change adaptation in fisheries and aquaculture*” (Métodos y herramientas para la adaptación al cambio climático en la pesca y la acuicultura), tiene como objetivo contribuir a rellenar esta laguna facilitando una cartera de herramientas y enfoques recomendados y disponibles

actualmente en el ámbito de la pesca de captura marina, la pesca continental y la acuicultura, así como orientaciones para seleccionar, aplicar y controlar la eficacia de las medidas de adaptación, limitando a la vez la adaptación incorrecta.

**El Documento técnico proporciona ejemplos de herramientas de adaptación en tres categorías de entrada principales: institucionales y de ordenación, relacionadas con los medios de subsistencia y, en tercer lugar, medidas orientadas a gestionar y mitigar los riesgos y, por tanto, a fortalecer la resiliencia (Figura 9).**

Una parte fundamental del proceso de elaboración de medidas de adaptación es evaluar la variabilidad climática actual y examinar el cambio futuro como un requisito previo para determinar una adaptación sin riesgo o de bajo riesgo y una adaptación a largo plazo respectivamente. La evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas de pesca y acuicultura debería comenzar con la determinación de objetivos claros en consulta con partes interesadas clave y fundamentarse en los mejores conocimientos científicos

**FIGURA 9. Categorías de herramientas y enfoques de adaptación, según se describe en el Capítulo 25**



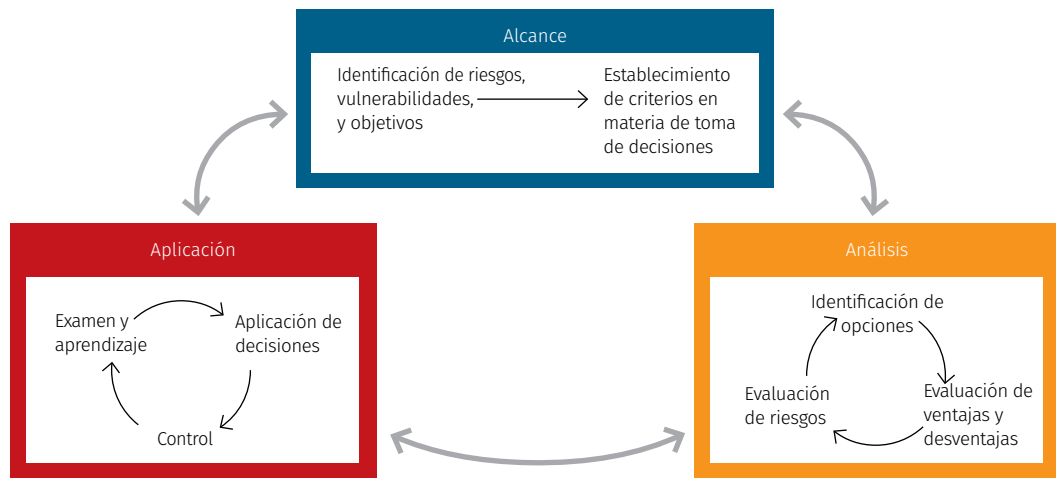
disponibles, así como cimentarse en el saber ecológico tradicional y el conocimiento de otras partes interesadas. Si bien el centro de atención es el cambio climático, se deberían considerar otros elementos que podrían tener impactos en la vulnerabilidad de los sistemas, tales como pobreza, género, contextos socioeconómicos e institucionales, etc. El análisis de los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad puede utilizarse seguidamente para elaborar una estrategia o plan de adaptación al clima en relación a un contexto determinado.

**La adaptación debería considerarse y aplicarse como un proceso continuado e iterativo, equivalente en muchos aspectos a la ordenación adaptativa en la pesca (Figura 10).**

Los impactos del cambio climático no respetan las fronteras establecidas por el hombre y las consecuencias en cuanto a cuestiones

transfronterizas, tales como cambios en la distribución de las poblaciones (véase, por ejemplo, el **Capítulo 5**), deberían preverse, en la medida de lo posible, y adoptarse medidas adecuadas para abordarlas con un nivel mínimo de conflicto. Otro aspecto que debería tenerse en cuenta cuando se elabora un plan de adaptación es evitar el coste de la inacción (es decir, evitar los casos en que los costes futuros son superiores a los costes actuales), así como medidas de adaptación de pérdida-pérdida (es decir, inversiones sin beneficios a corto plazo y pérdidas a largo plazo) y de ganancia-pérdida (es decir, inversiones con algunos beneficios a corto plazo pero pérdidas a largo plazo). En el **Capítulo 25** se facilitan algunos principios orientativos para limitar estos aspectos dentro de los sectores, así como entre sectores (p. ej., agricultura y pesca continental).

**FIGURA 10. Marco iterativo de gestión de riesgos que incorpora retroinformación sobre los sistemas**



Fuente: Jones et al., 2014



13

## Medidas y herramientas para reducir el uso de energía y la emisión de GEI en la pesca y la acuicultura

En el **Capítulo 27** se informa que las emisiones mundiales estimadas de dióxido de carbono por parte de los buques pesqueros, tanto marítimos como continentales, en 2012 ascendieron a 172,3 megatoneladas, alrededor del 0,5 por ciento del total mundial de emisiones en ese año. Se estimó que el sector de la acuicultura, incluidas las emisiones relacionadas con la captura de peces para elaboración de piensos, había provocado emisiones por un total de 385 megatoneladas de dióxido de carbono en 2010. En general, el uso de energía procedente de la producción de proteínas por unidad de masa de pescado es comparable al del pollo, aunque es mucho menor que el de otros sistemas basados en tierra, tales como los de la carne de cerdo y de vacuno. Por tanto, la pesca y la acuicultura son solamente contribuyentes menores a las emisiones, aunque, no obstante, existen opciones para reducir el uso de combustible y las emisiones de GEI que deberían considerarse como objetivos importantes en el ámbito del funcionamiento y la ordenación en el sector.

**En el caso de la pesca de captura, podrían conseguirse reducciones de entre el 10 y el 30 por ciento mediante el uso de motores eficientes y hélices más grandes en los buques pesqueros, así como a través de la mejora de las formas de los buques y otras modificaciones del casco o, simplemente, reduciendo la velocidad media de los buques.**

Otras opciones incluyen el uso de artes de pesca que necesitan menos combustible (p. ej., cambio de arrastre pelágico por redes de cerco con jareta o de redes de arrastre de puertas por redes de arrastre en pareja), lo que reduciría las emisiones de GEI, aunque podría tener impactos en la capturabilidad y la eficacia pesquera, lo cual sería necesario tener en cuenta. En el caso de artes de arrastre, el uso de artes de pesca con aparejos múltiples, puertas de arrastre eficaces, pesca separada del fondo, materiales más ligeros y de alta resistencia y mallas de tamaños mayores puede incrementar la eficiencia del combustible y reducir la intensidad de carbono (cantidad de dióxido de carbono emitido por

### Emisiones mundiales estimadas de CO<sub>2</sub>

385 megatoneladas



Acuicultura 2010

172,3 megatoneladas



Buques pesqueros (pesca marina y continental) 2012

0,5%

del total mundial de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2012

unidad de peso de pescado desembarcado), así como utilizar diodos electroluminescentes (LED) en las pesquerías que atraen al pescado con luces. Asimismo, existen opciones para las instalaciones en tierra, con beneficios evidentes al utilizar energía de sistemas de energía renovables, tales como electricidad procedente de la energía eólica y solar.

La elección y aplicación de medidas de ordenación en la pesca de captura puede desempeñar una función en cuanto al consumo de combustible y las emisiones de GEI y, como regla general, las medidas orientadas a la reducción de los esfuerzos pesqueros y mejoras en las poblaciones de peces, que permitan de esta forma un nivel mayor de capturas por unidad de esfuerzo, darán como resultado una reducción en el uso de combustible y en las emisiones. A título de ejemplo de impactos potenciales, el cierre de zonas es una medida que se aplica ampliamente y que puede contribuir a asegurar un nivel alto y sostenible de biomasa reproductora y, por consiguiente,

una eficiencia del combustible, aunque también puede provocar que los buques tengan que pescar en zonas más distantes y menos óptimas, reduciendo así la eficiencia. En el **Capítulo 27** se facilitan otros ejemplos que demuestran la importancia de incluir los impactos en el ámbito de la eficiencia del combustible como un objetivo en la planificación de la ordenación pesquera.

**Asimismo, existen opciones para reducir las emisiones de GEI en la acuicultura, las cuales incluyen tecnologías mejoradas para aumentar la eficiencia en el uso de insumos, mayor dependencia de energía procedente de fuentes renovables, mejora de los índices de conversión de piensos y cambio de piensos basados en el pescado a piensos fabricados a partir de ingredientes derivados de cultivos agrícolas que tienen una huella de carbono menor. La integración de la acuicultura en estanque con la agricultura es también una opción posible para reducir el consumo de combustible y las emisiones.**





## 14 Observaciones finales

En la estructura y el índice del Documento técnico se ilustra la complejidad multifacética e interconectada del sector de la pesca y la acuicultura y las interacciones entre el sector y el medio ambiente general y humano. Los impactos del cambio climático se ramifican a través de estos sistemas y los efectos de los cambios físicos, por ejemplo en la temperatura o el pH, pueden tener impactos directos o indirectos en algunas o en todas las diferentes facetas, desde las especies objetivo o cultivadas hasta la salud y el bienestar de los humanos.

**Uno de los mensajes más importantes derivados del Documento técnico en conjunto es que los esfuerzos para adaptarse al cambio climático, y mitigarlo, deberían planificarse y aplicarse teniendo plenamente en cuenta esta complejidad y el modo en que cualquier nueva intervención afectará no sólo a los objetivos inmediatos de las medidas, sino al sistema en su conjunto. De otro modo, se incrementarán los riesgos de ineficiencia, fracaso de las medidas y adaptación incorrecta.**

Es probable que las consecuencias de una adaptación ineficiente y mal planeada agraven los impactos del cambio climático, si bien unas medidas de adaptación apropiadas contribuirán de forma significativa a contrarrestar estos impactos.

Un segundo mensaje importante que aparece en muchos capítulos es el recordatorio de la importancia crucial de la pesca y la acuicultura para millones de personas que luchan por mantener un medio de vida razonable dentro del sector. Éstas son las personas más vulnerables frente a los impactos del cambio climático, el cual se añade a las muchas amenazas y obstáculos a los que ya se enfrentan en su vida diaria.

**Será necesario disponer de una adaptación efectiva en todas las escalas y sectores de la pesca y la acuicultura a fin de fortalecer y mantener ecosistemas acuáticos productivos y resistentes, así como los beneficios derivados de ellos. No obstante, es necesario prestar atención especial a los más vulnerables si el sector va a continuar contribuyendo a satisfacer los objetivos mundiales de reducción de la pobreza y seguridad alimentaria.**

Asimismo, debido a que su pobreza y marginalización son las causas principales de su vulnerabilidad, la erradicación de la pobreza y la provisión de seguridad alimentaria para los pobres del mundo son aspectos fundamentales para dotarlos de una mayor resistencia al cambio climático.





# Referencias

- Aswani, S., Howard, J.A.E., Gasalla, M.A., Jennings, S., Malherbe, W., Martins, I.M., Salim, S.S. et al.** 2018. *An integrated framework for assessing coastal community vulnerability across cultures, oceans and scales. Climate and Development.* (También disponible en <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1442795>).
- Bakun, A., Black, B.A., Bograd, S.J., García-Reyes, M., Miller, A.J., Rykaczewski, R.R. & Sydeman, W.J.** 2015. Anticipated effects of climate change on coastal upwelling ecosystems. *Current Climate Change Reports*, 1(2): 85–93. (También disponible en <https://doi.org/10.1007/s40641-015-0008-4>).
- Barange, M., Merino, G., Blanchard, J.L., Scholtens, J., Harle, J., Allison, E.H., Allen, J.I, Holt, J. & Jennings, S.** 2014. Impacts of climate change on marine ecosystem production in societies dependent on fisheries. *Nature Climate Change*, 4: 211–216. (También disponible en <https://doi.org/10.1038/nclimate2119>).
- Blanchard, J., Jennings, S., Holmes, R., Harle, J., Merino, G., Allen, J., Holt, J., Dulvy, N.K. & Barange, M.** 2012. Potential consequences of climate change for primary production and fish production in large marine ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1605): 2979–2989. (También disponible en <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0231>).
- Brander, K., Cochrane, K., Barange, M. & Soto, D.** 2018. Climate change implications for fisheries and aquaculture. En B. Phillips & M. Pérez-Ramírez, eds. *Climate change impacts on fisheries and aquaculture: A global analysis*, págs. 45–60. John Wiley & Sons. (También disponible en <https://doi.org/10.1002/9781119154051.ch3>).
- Caesar, L., Rahmstorf, S., Robinson, A., Feulner, G. & Saba V.** 2018. Observed fingerprint of a weakening Atlantic Ocean overturning circulation. *Nature*, 556: 191–196. (También disponible en <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0006-5>).
- Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G. & Timmermann, A.** 2014. Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 4: 111–116. (También disponible en <https://doi.org/10.1038/nclimate2743>).
- Cai, W., Santoso, A., Wang, G., Yeh, S.-W., An, S.-I., Cobb, K.M., Collins, M. et al.** 2015. ENSO and greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 5: 849–859. (También disponible en <https://doi.org/10.1038/nclimate2743>).
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A. et al.** 2013. Carbon and other biogeochemical cycles. En T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.M. Midgley, eds. *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, págs. 465–570. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (Estados Unidos), Cambridge University Press. (También disponible en [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter06\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter06_FINAL.pdf)).

- Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kearny, K., Watson, R., Zeller, D. & Pauly, D.** 2010. Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16(1): 24–35. (También disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01995.x>).
- Cunningham, S.A., Kanzow, T., Rayner, D., Baringer, M.O., Johns, W.E., Marotzke, J., Longworth, H.R. et al.** 2007. Temporal variability of the Atlantic meridional overturning circulation at 26.5 °N. *Science*, 317(5840): 935–938. (También disponible en <https://doi.org/10.1126/science.1141304>).
- Dangendorf, S., Marcos, M., Woppelmann, G., Conrad, C.P., Frederikse, T. & Riva, R.** 2017. Reassessment of 20th century global mean sea level rise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(23): 5946–5951. (También disponible en <https://doi.org/10.1073/pnas.1616007114>).
- FAO.** 2010. *Aquaculture development. 4. Ecosystem approach to aquaculture*. Orientaciones técnicas de la FAO para la pesca responsable n.º 5, Suppl. 4. Roma. 53 págs. (También disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/i1750e/i1750e00.htm>).
- FAO.** 2012. *Voluntary guidelines on the responsible governance of tenure of land, fisheries and forestry in the context of national food security*. Roma. 40 págs. (También disponible en <http://www.fao.org/docrep/016/i2801e/i2801e.pdf>).
- FAO.** 2015. *Voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication*. Roma. xi, 18 págs. (También disponible en <http://www.fao.org/4356en/4356EN.pdf>).
- FAO.** 2018. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 – Meeting the sustainable development goals*. Roma.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO.** 2017. *The state of food security and nutrition in the world 2017. Building resilience for peace and food security*. Roma, FAO. (También disponible en <http://www.fao.org/3/a-l7695e.pdf>).
- Gattuso, J.-P., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W.W.L., Howes, E.L., Joos, F., Allemand, D. et al.** 2015. Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions scenarios. *Science*, 349(6243): aac4722. (También disponible en <https://doi.org/10.1126/science.aac4722>).
- Gaylord, B., Kroeker, K.J., Sunday, J.M., Anderson, K.M., Barry, J.P., Brown, N.E., Connell, S.D. et al.** 2015. Ocean acidification through the lens of ecological theory. *Ecology*, 96(1): 3–15. (También disponible en <https://doi.org/10.1890/14-08021>).
- Government of Dominica.** 2018. *Post-disaster needs assessment Hurricane Maria September 18, 2017*. Un informe del gobierno del Commonwealth de Dominica, 143 págs. (También disponible en [https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/Dominica\\_mp\\_012418\\_web.pdf](https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/Dominica_mp_012418_web.pdf)).
- Handisyde, N., Telfer, T.C. & Ross, L.G.** 2017. Vulnerability of aquaculture-related livelihoods to changing climate at the global scale. *Fish and Fisheries*, 18(3): 466–488. (También disponible en <https://doi.org/10.1111/faf.12186>).

- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M. & Lo, K.** 2010. Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*, 48(4): RG4004. (También disponible en <https://doi.org/10.1029/2010RG000345>).
- Harley, C.D.G., Randall Hughes, A., Hultgren, K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J.B., Thornber, C.S., Rodriguez, L.F., Tomanek, L. & Williams, S.L.** 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology Letters*, 9(2): 228–241. (También disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00871.x>).
- Hartmann, D.L., Klein Tank, A.M.G., Rusticucci, M., Alexander, L.V., Brönnimann, S., Charabi, Y., Dentener, F.J. et al.** 2013. Observations: Atmosphere and surface. En T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.M. Midgley, eds. *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, págs. 159–254. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (Estados Unidos), Cambridge University Press. (También disponible en [http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter02\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter02_FINAL.pdf)).
- Henson, S.A., Cole, H.S., Hopkins, J., Martin, A.P. & Yool, A.** 2017. Detection of climate change-driven trends in phytoplankton phenology. *Global Change Biology*, 24(1): e101– e111. (También disponible en <https://doi.org/10.1111/gcb.13886>).
- Huang, B., Banzon, V.F., Freeman, E., Lawrimore, J., Liu, W., Peterson, T.C., Smith, T.M., Thorne, P.W., Woodruff, S.D. & Zhang H.-M.** 2015. Extended reconstructed sea surface temperature version 4 (ERSST.v4). Part I: Upgrades and intercomparisons. *Journal of Climate*, 28: 911–930. (También disponible en <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00006.1>).
- IPCC.** 2014. *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report on the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Equipo de redacción principal, R.K. Pachauri & L.A. Meyer, eds. Ginebra, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 151 págs. (También disponible en <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>).
- Jensen, T., Frost, H., Thøgersen, T. & Andersen, J.L.** 2015. Game theory and fish wars: The case of the Northeast Atlantic mackerel fishery. *Fisheries Research*, 172: 7–16. (También disponible en <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.06.022>).
- Jewett, L. & Romanou, A.** 2017. Ocean acidification and other ocean changes. En D.J. Wuebbles, D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart & T.K. Maycock, eds. *Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I*, págs. 364–392. Washington, DC (Estados Unidos), U.S. Global Change Research Program. (También disponible en <https://doi.org/10.7930/J0QV3JQB>).
- Jha, M., Arnold, J.G., Gassman, P.W., Giorgi, F. & Gu, R.R.** 2006. Climate change sensitivity assessment on Upper Mississippi River Basin stream flows using SWAT. *Journal of the American Water Resources Association*, 42(4): 997–1016. (También disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2006.tb04510.x>).

- Jiménez Cisneros, B.E., Oki, T., Arnell, N.W., Benito, G., Cogley, J.G., Döll, P., Jiang, T. & Mwakalila, S.S.** 2014. Freshwater resources. En V.R. Barros, C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee *et al.*, eds. *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (Estados Unidos), Cambridge University Press. págs. 229–2690. (También disponible en [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap3\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap3_FINAL.pdf)).
- Jones, R.N., Patwardhan, A., Cohen, S.J., Dessai, S., Lammel, A., Lempert, R.J., Mirza, M.M.Q & von Storch, H.** 2014. Foundations for decision making. En C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee *et al.*, 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*. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (Estados Unidos), Cambridge University Press. págs. 195–228.
- Kopp, R.E., Horton, R.M., Little, C.M., Mitrovica, J.X., Oppenheimer, M., Rasmussen, D.J., Strauss, B.H. & Tebaldi, C.** 2014. Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites. *Earth's Future*, 2(8): 383–406. (También disponible en <https://doi.org/10.1002/2014EF000239>).
- Kroeker, K.J., Kordas R.L. & Harley, C.D.G.** 2017. Embracing interactions in ocean acidification research: Confronting multiple stressor scenarios and context dependence. *Biology Letters*, 13(3): art: 20160802 [en línea]. [Citado, 5 de mayo de 2018]. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0802>.
- Monllor-Hurtado, A., Pennino, M.G. & Sanchez-Lizaso, J.L.** 2017. Shift in tuna catches due to ocean warming. *PLoS ONE*, 12(6): e0178196 [en línea]. [Citado, 1 de mayo de 2018]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178196>.
- Muhling, B.A., Liu, Y., Lee, S.-K., Lamkin, J.T., Malca, E., Llopiz, J., Ingram, G.W., Jr. *et al.*** 2015. Past, ongoing and future research on climate change impacts on tuna and billfishes in the Western Atlantic. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 71(4): 1716–1727. (También disponible en [https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV071\\_2015/n\\_4/CV071041716.pdf](https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV071_2015/n_4/CV071041716.pdf)).
- Munday, P.L., Warner, R.R., Monro, K., Pandolfi, J.M. & Marshall, D.J.** 2013. Predicting evolutionary responses to climate change in the sea. *Ecology Letters*, 16(12): 1488–1500. (También disponible en <https://doi.org/10.1111/ele.12185>).
- Munday, P.L.** 2014. Transgenerational acclimation of fishes to climate change and ocean acidification. *F1000Prime Reports*, 6: art: 99 [en línea]. [Citado, 5 de mayo de 2018]. <https://doi.org/10.12703/P6-99>.
- Pervez, M.S. & Henebry, G.M.** 2015. Assessing the impacts of climate and land use and land cover change on the freshwater availability in the Brahmaputra River basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3: 285–311. (También disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2014.09.003>).

- Pörtner, H.-O., Karl, D.M., Boyd, P.W., Cheung, W.W.L., Lluich-Cota, S.E., Nojiri, Y., Schmidt, D.N. & Zavialov, P.O.** 2014. Ocean systems. En C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee *et al.*, 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*. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (Estados Unidos), Cambridge University Press. págs. 411–484. (También disponible en [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap6\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap6_FINAL.pdf)).
- Ren, L., Arkin, P., Smith, T.M. & Shen, S.S.P.** 2013. Global precipitation trends in 1900–2005 from a reconstruction and coupled model simulations. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 118(4): 1679–1689. (También disponible en <https://doi.org/10.1002/jgrd.50212>).
- Ryckaczewski, R.R., Dunne, J.P., Sydeman, W.J., García-Reyes, M., Black, B.A. & Bograd, S.J.** 2015. Poleward displacement of coastal upwelling-favorable winds in the ocean’s eastern boundary currents through the 21st century. *Geophysical Research Letters*, 42(15): 6424–6431. (También disponible en <https://doi.org/10.1002/2015GL064694>).
- Santoso, A., Mcphaden, M.J. & Cai, W.** 2017. The defining characteristics of ENSO extremes and the strong 2015/2016 El Niño. *Reviews of Geophysics*, 55(4): 1079–1129. (También disponible en <https://doi.org/10.1002/2017RG000560>).
- Seneviratne, S.I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C.M., Kanae, S., Kossin, J., Luo, Y., Marengo, J., *et al.*** 2012. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. En C.B. Field, V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea *et al.*, eds. *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (Estados Unidos), Cambridge University Press.
- Settele, J., Scholes, R., Betts, R., Bunn, S., Leadley, P., Nepstad, D., Overpeck, J.T. & Taboada, M.A.** 2014. Terrestrial and inland water systems. En C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee *et al.*, 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*. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (Estados Unidos), Cambridge University Press. págs. 271–359. (También disponible en [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap4\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap4_FINAL.pdf)).
- Siderius, C., Biemans, H., Wiltshire, A., Rao, S., Franssen, W.H.P., Kumard, P., Gosain, A.K., van Vliet, M.T.H. & Collins, D.N.** 2013. Snowmelt contributions to discharge of the Ganges. *Science of the Total Environment*, 468–469 (Suplemento) S93–S101. (También disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.05.084>).
- Sydeman, W.J., Garcia-Reyes, M., Schoeman, D.S., Ryckaczewski, R.R., Thompson, S.A., Black, B.A. & Bograd, S.J.** 2014. Climate change and wind intensification in coastal upwelling ecosystems. *Science*, 345(6192): 77–80. (También disponible en <https://doi.org/10.1126/science.1251635>).

- Thornalley, D.J.R., Oppo, D.W., Ortega, P., Robson, J.I., Brierley, C., Davis, R., Hall, I.R. et al.** 2018. Anomalously weak Labrador Sea convection and Atlantic overturning during the past 150 years. *Nature*, 556: 227–230. (También disponible en <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0007-4>).
- UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction).** 2015. *Ten year review finds 87 por ciento of disasters climate related*. Comunicado de prensa de 6 de marzo de 2015, UNISDR 2015/05. [https://www.unisdr.org/files/42862\\_2015no05.pdf](https://www.unisdr.org/files/42862_2015no05.pdf).
- Williams, L. & Rota, A.** 2011. *Impact of climate change on fisheries and aquaculture in the developing world and opportunities for adaptation*. Roma, Italia, División de Asesoramiento Técnico, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. 20 págs. (También disponible en <https://www.ifad.org/documents/10180/3303a856-d233-4549-9b98-584ba1c2d761>).
- Xiu, P, Chai, F, Curchitser, E.N. & Castruccio, F.S.** 2018. Future changes in coastal upwelling ecosystems with global warming: The case of the California Current System. *Scientific Reports*, 8: art:2866 [en línea]. [Citado, 5 mayo de 2018]. <http://doi.org/10.1038/s41598-018-21247-7>.
- Ye, Y. & Gutierrez, N.L.** 2017. Ending fishery overexploitation by expanding from local successes to globalized solutions. *Nature Ecology & Evolution*, 1: art: 0179 [en línea]. [Citado, 5 de mayo de 2018]. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0179>.

# Índice

del Documento Técnico de Pesca y Acuicultura de la FAO no. 627

---

**Capítulo 1** Introducción: El cambio climático en los sistemas acuáticos

**Capítulo 2** Comprensión de los impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura: Perspectiva desde la óptica de la pobreza

**Capítulo 3** Comprensión de los impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura: Tendencias y perspectivas de la oferta y la demanda a nivel global y regional

**Capítulo 4** Proyección de cambios en la captura potencial de pesca marina mundial y nacional en diversos escenarios de cambio climático en el siglo XXI

**Capítulo 5** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en las zonas norte y ártica del océano Atlántico

**Capítulo 6** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en las zonas norte y ártica del océano Pacífico

**Capítulo 7** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el mar Mediterráneo y el mar Negro

**Capítulo 8** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el Atlántico centro-oriental

**Capítulo 9** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el Atlántico centro-occidental

**Capítulo 10** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el Pacífico nororiental tropical

**Capítulo 11** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el Atlántico sudoriental y el océano Índico sudoccidental

**Capítulo 12** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el océano Índico occidental

**Capítulo 13** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el mar Árabe, la bahía de Bengala y el océano Índico oriental

**Capítulo 14** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el océano Pacífico occidental y central

**Capítulo 15** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el Atlántico sudoccidental y el Pacífico sudoriental

**Capítulo 16** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas australianas

**Capítulo 17** Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Pesquerías marinas en el océano Austral

**Capítulo 18** Cómo afecta el cambio climático a la pesca continental

**Capítulo 19** Nivel actual de estrés antropógeno y efectos proyectados del cambio climático en la pesca continental mundial

**Capítulo 20** Efectos del cambio climático en la acuicultura: Factores impulsores, impactos y políticas

**Capítulo 21** Cambio climático y acuicultura: Vulnerabilidad y opciones de adaptación

**Capítulo 22** Cambio climático y acuicultura: Interacciones con la pesca y la agricultura

**Capítulo 23** Impactos de fenómenos extremos y desastres derivados del clima

**Capítulo 24** Peligros derivados del cambio climático relativos a la inocuidad de los alimentos y la salud de los animales acuáticos

**Capítulo 25** Métodos y herramientas para la adaptación al cambio climático en la pesca y la acuicultura

**Capítulo 26** Opciones y oportunidades en apoyo a la pesca continental para hacer frente a la adaptación al cambio climático en otros sectores

**Capítulo 27** Lucha contra el cambio climático: Medidas y conjuntos de herramientas para reducir el uso de energía y las emisiones de GEI en la pesca y la acuicultura

**Capítulo 28** Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura: Conclusiones



**Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. & Poulain, F.,** eds. 2018. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp.

**Contacto:**  
[FI-Inquiries@fao.org](mailto:FI-Inquiries@fao.org)

Doris Soto preparó este resumen en base a los capítulos del Documento técnico que cuenta con la contribución de más de un centenar de autores. Manuel Barange, Tarúb Bahri, Simon Funge-Smith, Esther Garrido-Gamarro, Melba Reantaso y Florence Poulain examinaron el documento. Claire Attwood (Fishmedia) se encargó de la labor de edición, Studio Bartoleschi se ocupó del diseño del documento y Marianne Guyonnet supervisó el proceso de publicación. Se reconocen con agradecimiento las contribuciones de todos ellos.