



# 8

## Recursos pesqueros

Jaime Mendo (Perú), Guillermo Caille (Argentina), Enric Massutí (España), Antonio Punzón (España), Jorge Tam (Perú), Sebastián Villasante (España) y Dimitri Gutiérrez (Perú).

### Se recomienda citar este texto como:

Mendo, J., G. Caille, E. Massutí, A. Punzón, J. Tam, S. Villasante y D. Gutiérrez, 2020: Recursos pesqueros. En: *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos - Informe RIOCCADAPT* [Moreno, J.M., C. Laguna-Defior, V. Barros, E. Calvo Buendía, J.A. Marengo y U. Oswald Spring (eds.)]. McGraw-Hill, Madrid, España (pp. 291-346, ISBN: 9788448621643).

# ... CONTENIDO .....

<b>Resumen ejecutivo .....</b>	<b>294</b>
<b>8.1. Introducción.....</b>	<b>294</b>
8.1.1. Marco conceptual del capítulo .....	294
8.1.2. Principales cifras del sector .....	295
8.1.2.1. Producción pesquera y acuícola .....	295
8.1.2.2. Importancia para la seguridad alimentaria, el empleo y la economía .....	295
8.1.2.3. Situación actual y tendencias de los recursos pesqueros .....	296
8.1.3. Relación del sector con el clima y el cambio climático.....	297
8.1.4. Revisión de informes previos.....	298
<b>8.2. Componentes del riesgo con relación al sector.....</b>	<b>299</b>
8.2.1. Amenazas .....	299
8.2.1.1. Provincia Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical .....	299
8.2.1.2. Provincia Pacífico SE templado cálida.....	299
8.2.1.3. Provincia Magallánica.....	300
8.2.1.4. Provincia Atlántico SW templado cálida.....	301
8.2.1.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida.....	301
8.2.1.6. Provincia Lusitana y mar Mediterráneo .....	301
8.2.2. Exposición.....	302
8.2.2.1. Provincia Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical .....	302
8.2.2.2. Provincia Pacífico SE templado cálida.....	302
8.2.2.3. Provincia Magallánica.....	302
8.2.2.4. Provincia Atlántico SW templado cálida.....	302
8.2.2.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida.....	303
8.2.2.6. Provincias Lusitana y mar Mediterráneo.....	303
8.2.3. Vulnerabilidad .....	303
8.2.3.1. Provincia Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical .....	303
8.2.3.2. Provincia Pacífico SE templado cálida.....	304
8.2.3.3. Provincia Magallánica.....	305
8.2.3.4. Provincia Atlántico SW templado cálida.....	305
8.2.3.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida.....	305
8.2.3.6. Provincias Lusitana y mar Mediterráneo.....	305
<b>8.3. Caracterización de los riesgos y sus impactos .....</b>	<b>306</b>
8.3.1. Provincias Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical.....	306
8.3.2. Provincia Pacífico SE templado cálida.....	307
8.3.3. Provincia Magallánica .....	308
8.3.4. Provincias Atlántico SW templado cálida.....	308
8.3.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida.....	309
8.3.6. Provincias Lusitana y mar Mediterráneo .....	309
<b>8.4. Medidas de adaptación .....</b>	<b>310</b>
8.4.1. Opciones de adaptación .....	310
8.4.1.1. Provincias Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical.....	310
8.4.1.2. Provincia Pacífico SE templado cálida.....	310
8.4.1.3. Provincia Magallánica.....	313

8.4.1.4. Provincia Atlántico SW templado cálida.....	314
8.4.1.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida.....	314
8.4.1.6. Provincias Lusitana y mar Mediterráneo.....	314
8.4.2. Actividades de adaptación planificada.....	315
8.4.2.1. Escala supranacional.....	315
8.4.2.2. Escala nacional y subnacional.....	315
8.4.2.3. Escala local o municipal.....	320
8.4.3. Actividades de adaptación autónoma.....	320
<b>8.5. Barreras, oportunidades e interacciones.....</b>	<b>320</b>
<b>8.6. Medidas o indicadores de la efectividad de la adaptación.....</b>	<b>321</b>
<b>8.7. Casos de estudio.....</b>	<b>325</b>
8.7.1. Adaptación autónoma a la variabilidad climática de la pesquería de concha de abanico ( <i>Argopecten purpuratus</i> ) en el Perú.....	326
8.7.1.1. Resumen del caso.....	326
8.7.1.2. Introducción a la problemática del caso.....	326
8.7.1.3. Descripción del caso.....	326
8.7.1.4. Limitaciones e interacciones.....	327
8.7.1.5. Lecciones identificadas.....	327
8.7.2. Adaptación social frente al cambio climático de las mujeres en el marisqueo en Galicia (noroeste de España).....	327
8.7.2.1. Resumen del caso.....	327
8.7.2.2. Introducción a la problemática del caso.....	328
8.7.2.3. Descripción del caso.....	329
8.7.2.4. Limitaciones e interacciones.....	329
8.7.2.5. Lecciones identificadas.....	330
8.7.3. Proyecto Adaptación al Cambio Climático del Sector Pesquero y del Ecosistema Marino-Costero de Perú – PE-G1001/PE-T1297.....	330
8.7.3.1. Resumen del caso.....	330
8.7.3.2. Introducción a la problemática del caso.....	330
8.7.3.3. Descripción del caso.....	330
8.7.3.4. Limitaciones e interacciones.....	331
8.7.3.5. Lecciones identificadas.....	331
8.7.4. La pesca en la bahía de Samborombón, Argentina: vulnerabilidad y lineamientos para adaptación al cambio climático.....	332
8.7.4.1. Resumen del caso.....	332
8.7.4.2. Introducción a la problemática del caso.....	332
8.7.4.3. Descripción del caso.....	332
8.7.4.4. Limitaciones e interacciones.....	333
8.7.4.5. Lecciones identificadas.....	333
8.7.5. De la pesca al turismo con tortugas marinas: el caso de El Ñuro, Piura, Perú.....	333
8.7.5.1. Resumen del caso.....	333
8.7.5.2. Introducción a la problemática del caso.....	333
8.7.5.3. Descripción del caso.....	334
8.7.5.4. Limitaciones e interacciones.....	334
8.7.5.5. Lecciones identificadas.....	334
<b>8.8. Principales lagunas de conocimiento y líneas de actuación prioritarias.....</b>	<b>334</b>
<b>8.9. Conclusiones.....</b>	<b>335</b>
<b>Preguntas frecuentes.....</b>	<b>336</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>337</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>337</b>

## Resumen ejecutivo

**La pesca y acuicultura son sectores de enorme interés en algunos de los países iberoamericanos.** La región de Iberoamérica alberga ecosistemas únicos, diversos y productivos que aportan más del 10 % a la producción pesquera mundial y solo en América Latina y el Caribe dan ocupación a casi 2,4 millones de personas.

**Tanto la pesca como la acuicultura se ven sometidas a diversas amenazas.** Las amenazas potenciales para la pesca y la acuicultura son: (i) cambios en temperatura del mar a nivel local; (ii) acidificación del océano; (iii) aumento en el nivel del mar; (iv) cambios en la concentración de oxígeno ambiental; (v) incremento en la severidad y frecuencia de las tormentas; (vi) cambios en los patrones de circulación de corrientes marinas; (vii) cambios en los patrones de lluvia; (viii) cambios en los caudales de ríos, y (ix) cambios en flujos biogeoquímicos (nitrógeno).

**La pesca y la acuicultura, en la mayoría de los países de la región, no han recibido la suficiente atención como otros sectores productivos.** Esto es así a pesar de que ya se están observando los efectos del cambio climático en la productividad del sector. Las proyecciones realizadas muestran un panorama crítico para algunos países y un alto riesgo para las comunidades que dependen del sector.

**El Caribe es una de las regiones de Iberoamérica con mayor vulnerabilidad a las amenazas del cambio climático, incluido el incremento del nivel del mar.** Actualmente ya se observan mortandades elevadas y blanqueo de los arrecifes de coral en la región, y las proyecciones para fin de siglo muestran un mayor aumento de la temperatura y la acidificación.

**En las aguas ibéricas atlánticas los cambios en la composición y distribución de las especies se están traduciendo en cambios importantes en las pesquerías y tendrán un efecto en las comunidades de pescadores y en los consumidores.** La producción de mejillones presenta un alto riesgo frente a la reducción de la productividad, un incremento de los blooms de algas tóxicas y la acidificación.

**Las actuaciones de adaptación planificada para el sector de la pesca y acuicultura, especialmente en América Latina y el Caribe, son escasas y mayormente se registran acciones de adaptación autónoma.** En los países de la RIOCC existe un amplio portafolio de políticas públicas sobre cambio climático tanto en adaptación como en mitigación. Sin embargo, pese a los esfuerzos de los gobiernos, todavía no se implementan de manera práctica en el sector pesca.

**La sobrepesca, la contaminación, la introducción de especies exóticas y el mal uso de los cuerpos acuáticos en la región, y en especial en América Latina, son factores de estrés no climáticos que agravan los impactos del cambio climático.**

**Los esfuerzos de transformación en el sector de la pesca y la acuicultura deben ser orientados a incrementar la capacidad de adaptación de las comunidades más vulnerables (ya**

**sea por falta de recursos, por género u otros factores) fortaleciendo la gobernanza, el desarrollo del conocimiento y reduciendo los niveles de pobreza e inseguridad alimentaria.**

**Tanto en la pesca como en la acuicultura existen opciones para la adaptación.** Las principales opciones de adaptación en el sector son: cultivo de especies con mayor tolerancia térmica, salina y a la hipoxia; formulación de nuevos alimentos; planes de manejo adaptativo y con enfoque ecosistémico, monitoreo espacial de los recursos y la biodiversidad marina; reducción del descarte y la pesca incidental; análisis de riesgos en los planes de gestión; adaptación de la infraestructura portuaria; sistema de seguros ante eventos climáticos extremos; fomento del consumo de especies de peces de bajo valor comercial; artes y aparejos de pesca amigables; protección de hábitats críticos o esenciales en manglares y estuarios; mejora de sistemas de gobernanza (comanejo), y diversificación de los medios de vida de la población implicada.

## 8.1. Introducción

### 8.1.1. Marco conceptual del capítulo

La pesca ha sido una de las actividades realizadas por el hombre desde tiempos ancestrales como medio de subsistencia alimentaria y practicada de manera artesanal en el mar y en aguas continentales de todo el planeta. La industrialización y la expansión de la pesca en el siglo xx originaron un rápido incremento de los desembarques, incentivado por el aumento de la demanda de productos pesqueros para consumo humano directo e indirecto por parte de las economías más desarrolladas. Estos mercados son cada vez más abastecidos por pescado importado de países en desarrollo o capturado en las aguas de países en desarrollo por varias flotas de aguas oceánicas.

Según el IPCC (2014), los ecosistemas marinos y de aguas continentales serán impactados por el cambio climático, afectando a la pesca y la acuicultura. Estresores climáticos marinos, como el incremento de la temperatura, el incremento del nivel del mar, la acidificación, la desoxigenación, entre otros, tendrán efectos en la biodiversidad, la productividad de los ecosistemas, así como en la distribución de las especies y sus ciclos de vida, trayendo consigo impactos en la actividad de pesca, como la variabilidad o reducción de las capturas, así como impactos socioeconómicos, tales como el desempleo, incremento de la pobreza, etc. (**Figura 8.1**). Frente a este escenario, los impactos del cambio climático en la pesca y acuicultura dependerán del nivel del riesgo, que a su vez depende del grado de vulnerabilidad, de exposición y de capacidad adaptativa.

Por su parte, la vulnerabilidad y las medidas de adaptación pueden ser evaluadas en relación con la sostenibilidad de la producción pesquera, la condición de las economías nacionales, la seguridad alimentaria o de los medios de vida, y a nivel de regiones, países, comunidades, sectores, operaciones pesqueras, hogares o individuos (Daw et ál., 2009).

**MARCO CONCEPTUAL:  
CAMBIO CLIMÁTICO Y RECURSOS PESQUEROS**



**Figura 8.1.** Marco conceptual de los impactos del cambio y la variabilidad climáticos en la pesca y la acuicultura en relación con los riesgos y la identificación de acciones de adaptación. Fuente: elaboración propia.

81,2 millones de toneladas registradas en 2015 debido, sobre todo, al descenso de las capturas provenientes de Chile y Perú a causa de los efectos de El Niño (FAO, 2018). Las zonas marinas con la mayor producción a nivel mundial se encuentran en el Pacífico Noroccidental, Pacífico Centro-oriental, Atlántico Nororiental y en el Pacífico Sudoriental, mientras que las aguas continentales con la mayor producción se encuentran en Asia y África. De los 25 principales países que lideran el *ranking* mundial de capturas, seis pertenecen a la región RIOCC, en este orden de importancia: Perú (5.º productor mundial), Chile (12.º), México (16.º), España (19.º), Argentina (22.º) y Ecuador (23.º) (FAO, 2018).

**8.1.2.2. Importancia para la seguridad alimentaria, el empleo y la economía**

La comunidad científica coincide en destacar la enorme importancia que tienen los océanos y las aguas continentales para la seguridad alimentaria y la nutrición adecuada de una población mundial

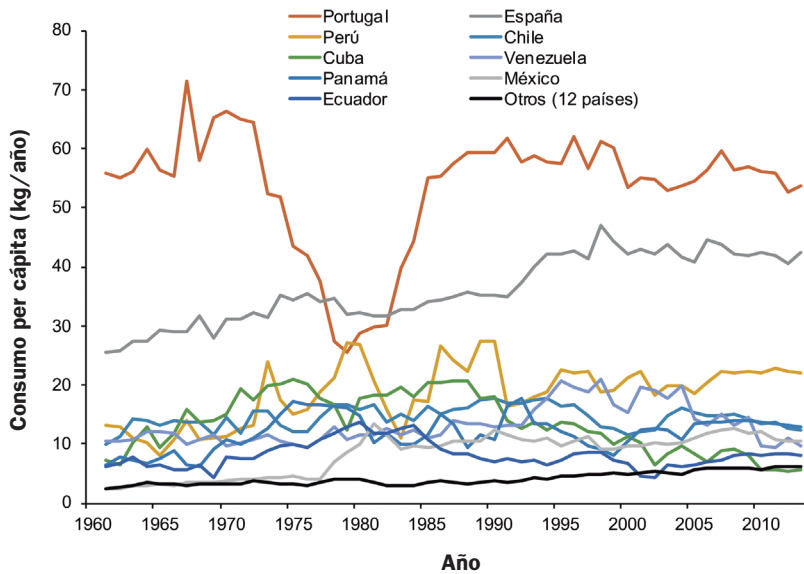
que se prevé alcance los 9.700 millones de habitantes en 2050 (ver, por ejemplo, Selig et al., 2017), así como soporte clave en la generación de servicios ecosistémicos indispensables para el bienestar e incluso la supervivencia de aproximadamente 750 millones de personas, los seres humanos que habitan en las zonas costeras e insulares (IPBES, 2019; IPCC, 2019). Las tendencias en el consumo per cápita de pescado de 1960 a 2013 en algunos países de la RIOCC como España, Perú y México son crecientes, y en otros, como Cuba, muestran tendencias negativas (Figura 8.2). En promedio, en América Latina y el Caribe el consumo de pescado anual per cápita pasó de 7,1 kg en 1961 a 9,6 en el 2013, y los países que más consumieron pescado en el 2013 fueron Portugal con alrededor de 53,8 kg, España con 42,4 kg y México con 10,5 kg.

El 85 % de la población mundial empleada en los sectores de la pesca y la acuicultura se encuentra en Asia, seguida de África (10 %) y América Latina y el Caribe (4 %) (FAO, 2018). La pesca artesanal constituye una fuente importante, a menudo infravalorada, de empleo, de seguridad alimentaria y de ingresos, especialmente en el mundo en desarrollo y en las zonas rurales, y representa un 90 % del empleo (a jornada completa o parcial) del sector (World Bank, 2012). Se considera que del 70 % al 80 % de las empresas acuícolas son

**8.1.2. Principales cifras del sector**

**8.1.2.1. Producción pesquera y acuícola**

Según la FAO (2018), la producción mundial de la pesca y la acuicultura (pescados y mariscos) alcanzó aproximadamente la cifra de 171 millones de toneladas en el 2016, de los que 151 millones de toneladas (88 %) fueron utilizados para el consumo humano directo. La producción procedente de las pesquerías marinas (79,3 millones) y continentales (11,6 millones) representó el 53,2 % de la producción global y la procedente de la acuicultura (80 millones), el 46,8 %. La producción acuícola, incluyendo las plantas acuáticas, en 2016 fue de 110 millones de toneladas (80 millones de peces y 30 de plantas acuáticas), estimada en un valor de primera venta de 243.500 millones de dólares. La acuicultura marina contribuyó con 28,7 millones de toneladas y la acuicultura de agua dulce, con 51,4 millones de toneladas, lo que representaría un 16,8 % y un 30 % de la producción global, respectivamente. El valor económico total de la primera venta de la producción pesquera y acuícola en 2016 se estimó en 362.000 millones de dólares, de los cuales 232.000 millones de dólares procedían de la acuicultura (FAO, 2018). Las capturas totales mundiales experimentaron un descenso de 2 millones de toneladas respecto a los



**Figura 8.2.** Consumo de pescado per cápita (kg/año) en países de la RIOCC.  
Fuente: elaboración propia con datos de FAOSTAT (2014).

de pequeña escala (Subasinghe *et ál.*, 2012). Christensen *et ál.* (2014) demuestran para el caso de Perú que la pesca para consumo humano genera la mayor parte de los ingresos del sector pesquero peruano y constituye el 87 % del empleo del sector pesquero, comparado con el 13 % generado por la industria harinera y otras empresas relacionadas. En el Mediterráneo hay que señalar también la importancia de la pesca recreativa. En las Islas Baleares, una de las pocas áreas donde se ha estudiado esta pesquería (Morales-Nin *et ál.*, 2005, 2007, 2015), se estima que el 5-10 % de la población del archipiélago (73.000 personas) se dedica a esta actividad, utilizando gran diversidad de métodos y artes de pesca (p. ej., líneas de mano, curricanes, trampas y *jigging* desde embarcación, cañas desde tierra y pesca submarina con arpón) y explotando un elevado número de especies (hasta 60 peces y cefalópodos). Las capturas de la pesca recreativa de Mallorca se han estimado entre 1.200 y 2.700 t/año, lo que representa el 30-65 % de los desembarques oficiales de la pesquería comercial (4.000 t/año).

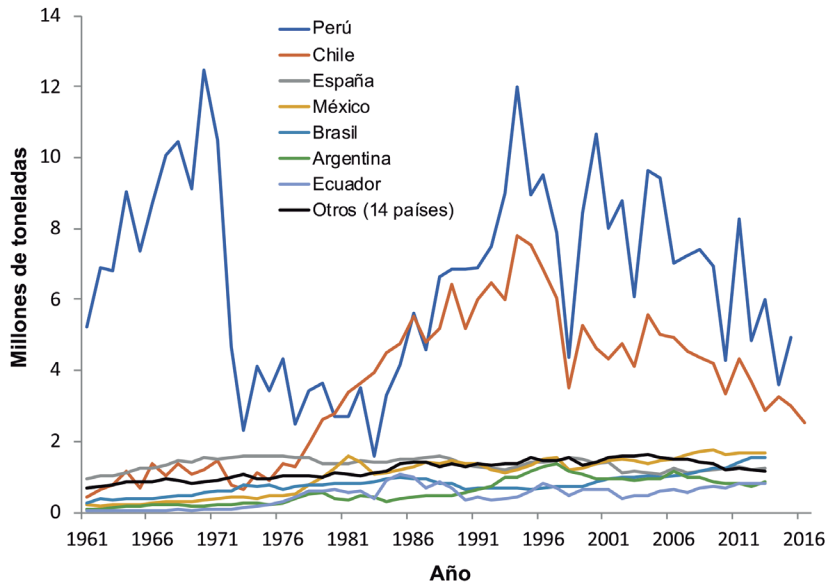
En términos económicos, la pesca y la acuicultura aportan al PIB de los países de la RIOCC de manera diversa. En Centroamérica (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá), la pesca y la acuicultura sumaron en promedio, entre los años 2000 y 2010, un volumen de producción de 422.210 t/año, valoradas en 2.039 millones de dólares anuales (FAO, 2014). Estos países aportaron el 24,5 % al PBI del sector primario y el 2,6 % a la economía nacional. Las exportaciones de América Latina y el Caribe representaron en 2016 alrededor del 25 % de las exportaciones mundiales y se focalizaron en el camarón, atún, salmón y harina de pescado procedentes de Ecuador, Chile y Perú, res-

pectivamente. En los años 2016 y 2017 las exportaciones aumentaron debido a una mayor producción y al incremento de los precios del atún (FAO, 2018). Con respecto a la Península Ibérica, en España, el sector pesquero contribuye con el 1 % del PBI, siendo de particular relevancia en regiones como Galicia, País Vasco, Andalucía y Canarias. La pesca en Galicia representa alrededor del 40 % de la flota española, el 50 % de sus capturas y el 60 % del empleo directo e indirecto del sector pesquero (Villasante *et ál.*, 2016), contribuyendo con más del 10 % del PIB de esta región (en comparación con el 0,1 % del PBI del sector pesquero en la Unión Europea), con el consiguiente valor estratégico para su desarrollo. En Portugal, los sectores de la pesca y acuicultura representan menos del 1 % del PBI. No obstante, estos sectores pueden ser de vital importancia en numerosas zonas costeras (Sines, Leixões, Setúbal y Aveiro, entre otros). En 2016, las flotas pesqueras de España y Portugal estaban compuestas por 9.459 y 8.100 embar-

caciones, con un volumen de descargas de 895.000 toneladas y 173.000 toneladas, por un valor económico de más de 2.086 y 390 millones de euros, respectivamente (STECF, 2018).

### 8.1.2.3. Situación actual y tendencias de los recursos pesqueros

Según la FAO (2018), el porcentaje de poblaciones explotadas a niveles biológicamente insostenibles se incrementó del 10 % en 1974 al 33,1 % en 2015, y los mayores aumentos se registraron a finales de los años 1970 y 1980. Ello se traduce en tendencias negativas de la producción pesquera mundial que se acentúan aún más cuando se observan las capturas mundiales reconstruidas, incluyendo descartes y pesca ilegal, no regulada y no reportada (IUU), reportadas por Pauly y Zeller (2014). Los estudios de reconstrucción de capturas demuestran un panorama más desalentador. Así, por ejemplo, para Galicia (España) Villasante *et ál.* (2016) reportaron que, en un escenario conservador, el volumen total de capturas reconstruidas es 1,5 superior a las capturas oficiales; por su parte, para Argentina los autores reportaron que las capturas reconstruidas llegan incluso a duplicar las capturas oficiales. Las estadísticas oficiales de la FAO muestran tendencias negativas en las capturas totales para América del Sur, el Caribe, España y Portugal, a diferencia de México, Brasil y Centroamérica (Figura 8.3). Las poblaciones de peces que se encuentran dentro de niveles biológicamente sostenibles han mostrado una tendencia decreciente del 90 % en 1974 al 66,9 % (con un 59,9 % plenamente explo-



**Figura 8.3.** Capturas anuales (millones de toneladas) de los países de la RIOCC.  
Fuente: elaboración propia con datos de FishStatJ (2019).

tadas y el 7 % subexplotadas) en 2015. Esta situación es preocupante, ya que mantener las poblaciones en niveles por debajo del máximo rendimiento sostenible (MRS) no solo tiene consecuencias ecológicas negativas, sino que también reduce la producción pesquera a largo plazo, lo que posteriormente acarrea consecuencias negativas de tipo social y económico. La sobrepesca causa, por lo general, la reducción de los ingresos y de la eficiencia económica, además del aumento de la variabilidad y la disminución de la capacidad de recuperación de las poblaciones de peces o de otros recursos pesqueros (Hsieh *et al.*, 2006). Esto es particularmente relevante en la medida en que las poblaciones sobreexplotadas son, a menudo, mucho más susceptibles frente a los impactos del cambio climático. Los ecosistemas acuáticos han sido profundamente alterados por la pesca y se ha difundido la tendencia a pescar en niveles cada vez más bajos de la red trófica a medida que los peces disminuyen en los niveles superiores. Esto ha determinado la merma de las cosechas en los niveles tróficos inferiores (Pauly *et al.*, 1998; Allan *et al.*, 2005). Algunas especies caracterizadas por su alta actividad reproductiva y alta tasa de renovación pueden llegar a extinguirse (Sadovy y Cheung, 2003), y especies de niveles tróficos bajos y con elevadas biomásas muestran niveles de biomasa muy por debajo de los niveles históricos, lo que se traduce en una reducción de las capturas anuales (Da Rocha *et al.*, 2014). Asimismo, la pesca incidental y la degradación de los hábitats también suponen pérdidas de biodiversidad marina (Worm *et al.*, 2006, 2009; Allan, 2005) y pueden repercutir en ciertos procesos ecológicos, como la depredación (Myers *et al.*, 2007), la bioerosión (Bellwood *et al.*, 2003), la provisión de alimento a las aves marinas (Jahncke *et al.*, 2004) y el transporte de los nutrientes (Allan *et al.*, 2005). La presión selectiva dominante ocasionada por

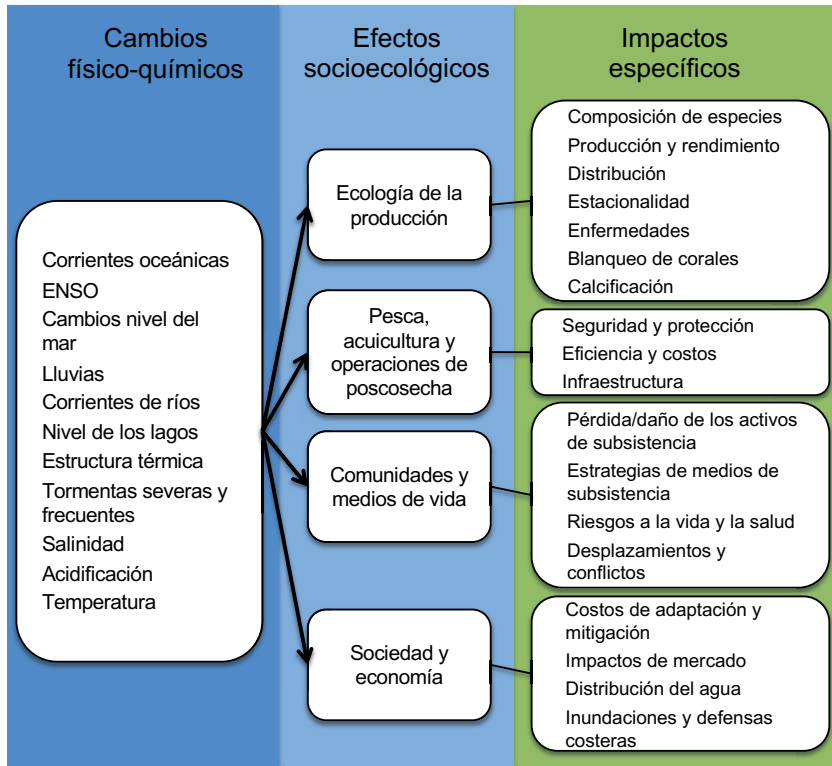
la pesca afecta probablemente también al carácter genético de las poblaciones (Hutchings, 2000).

### 8.1.3. Relación del sector con el clima y el cambio climático

Los procesos climáticos afectan al funcionamiento de los ecosistemas marinos a diferentes escalas temporales y espaciales (Rouyer *et al.*, 2008), lo cual a su vez puede tener consecuencias para los sistemas socioecológicos de manera directa o indirecta (Figura 8.4). Existe una variabilidad natural en las corrientes, la temperatura y el oxígeno, entre otros factores, que afectan a la alimentación, el crecimiento y los patrones migratorios de las poblaciones acuáticas (Miller *et al.*, 2010). Además, de presentar una variación estacional, presentan variaciones interanuales (por ejemplo, El Niño

Oscilación del Sur, ENOS) y multidecenales (la Oscilación Decenal del Pacífico y la Oscilación Multidecenal del Atlántico). Estos modos de variabilidad se manifiestan en cambios en la circulación atmosférica global, patrones de ciclones y huracanes, monzones y patrones de precipitación y calor, con episodios asociados de sequía e inundaciones (Reid, 2018) que afectan a los sistemas marinos y de agua dulce en toda la red alimentaria, empezando con la producción de fitoplancton y las especies que sustentan la pesca (Chávez *et al.*, 2008; Salvatelli *et al.*, 2018).

En adición a esta variabilidad climática natural, a la cual los recursos pesqueros de alguna manera se han adaptado, el cambio climático de origen antropogénico está causando, o se espera que cause, cambios biológicos y ecológicos en el océano (Brierley y Kingsford, 2009). Específicamente, los cambios en las condiciones físicas del océano (p. ej., temperatura, corrientes oceánicas) y biogeoquímicas (p. ej., acidez, contenido de oxígeno, productividad primaria, estructura de la comunidad planctónica) pueden provocar variaciones en el crecimiento, el tamaño corporal, la distribución, la productividad y la abundancia de especies marinas, incluidas las que son explotadas por la pesca (Perry *et al.*, 2005; Behrenfeld *et al.*, 2006; Brander, 2007; Portner, 2010; Simpson *et al.*, 2011; Cheung *et al.*, 2010; Breitburg *et al.*, 2013). Los efectos del cambio climático en la vida marina se extienden a todos los niveles de organización, desde individuos, poblaciones y comunidades hasta ecosistemas completos (Rijnsdorp *et al.*, 2009; Hoegh-Guldberg y Bruno, 2010; Walther, 2010; Poloczanska *et al.*, 2013). Cabe indicar que la magnitud de las respuestas fenológicas al cambio climático es variable entre los grupos funcionales y los niveles tróficos. Por lo tanto,



**Figura 8.4.** Impactos del cambio climático en la pesca y acuicultura. Fuente: adaptado de Badjeck et ál. (2010).

los sistemas naturales y humanos, y las opciones de adaptación y mitigación. El Capítulo 27 de dicho informe analiza los impactos, la adaptación y vulnerabilidad en América del Sur (SA) y América Central (CA) (Magrin et ál., 2014) para recursos hídricos, sistemas terrestres y aguas continentales, sistemas costeros, sistema de producción de alimentos y seguridad alimentaria, asentamientos humanos, industria e infraestructura, energía renovable y salud. El Capítulo 26 (Romero-Lankao et ál., 2014) evalúa la literatura sobre los impactos observados y proyectados, las vulnerabilidades y los riesgos, así como sobre las prácticas y opciones de adaptación en tres países de América del Norte: Canadá, México y los Estados Unidos. Asimismo, el Capítulo 23 de dicho informe (Kovats et ál., 2014) revisa la evidencia científica sobre los impactos observados y proyectados del cambio climático en los países europeos, incluyendo los de la Península Ibérica. Se analizan los impactos del aumento del nivel del mar y precipitaciones extremas, de eventos climáticos extremos (fríos o cálidos), producción de energía hidráulica, incremento de la temperatura del mar y sus implicaciones para la agricultura, recursos pesqueros, recursos forestales y producción de bioenergía. El informe

se espera que el desacoplamiento de los eventos fenológicos provoque cambios en las interacciones tróficas, las estructuras de la red alimentaria y la función del ecosistema (Edwards y Richardson, 2004).

La mayoría de las especies de animales acuáticos para el consumo humano son poiquilotermos y, por lo tanto, están expuestos al calentamiento oceánico. El aumento del nivel del mar, la acidificación y la desoxigenación de los océanos, los cambios en la productividad del océano, los patrones de circulación y la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (por ejemplo, monzones) también son amenazas importantes para la industria de la acuicultura a través de los impactos en las propiedades físico-químicas del agua o en daños a la infraestructura portuaria y acuícola (De Silva y Soto, 2009). Por lo tanto, los cambios en el clima global presentan desafíos y oportunidades importantes para las sociedades y las economías.

### 8.1.4. Revisión de informes previos

El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (AR5; IPCC, 2014) examina las pruebas científicas sobre las tendencias y las causas del cambio climático, los riesgos para

también contiene un capítulo sobre el océano (Capítulo 30; Hoegh-Guldberg et ál., 2014) que examina en qué medida los cambios regionales en el océano pueden detectarse con precisión y atribuirse al cambio climático antropogénico y a la acidificación de los océanos, basándose en las respuestas ecológicas y fisiológicas marinas al cambio climático y la acidificación del océano abordados en el Capítulo 6 del mismo informe (Pörtner et ál., 2014). En dicho capítulo, se evalúan los impactos, los riesgos y las vulnerabilidades asociadas con el cambio climático y la acidificación de los océanos en siete subregiones oceánicas, y se analizan las consecuencias esperadas y las opciones de adaptación para los sectores clave de los océanos, incluyendo la pesca y acuicultura.

Asimismo, el IPCC ha publicado un informe especial sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales en el contexto del fortalecimiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos para erradicar la pobreza (IPCC 2018). Este informe evalúa las vías de mitigación compatibles con la limitación del calentamiento a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales y la nueva evidencia científica de los cambios en el sistema climático y los impactos asociados en los sistemas naturales y humanos, con un enfoque específico en la magnitud y el patrón

de riesgos para el calentamiento global de 1,5 °C por encima de los niveles en el periodo preindustrial. Con relación a los recursos pesqueros, el Capítulo 3 de dicho informe (Hoegh-Guldberg *et ál.*, 2018) presenta los impactos observados y riesgos proyectados en sistemas naturales y humanos que incluyen los sistemas de producción de alimentos de la pesca y acuicultura en países insulares en desarrollo.

Recientemente el IPCC ha publicado un informe especial sobre el océano y la criósfera en un clima cambiante (IPCC, 2019) que evalúa nuevos conocimientos sobre cómo el océano y la criósfera están cambiando y se espera que se modifiquen con el calentamiento global, los riesgos y las oportunidades que estos cambios traen a los ecosistemas y las personas, y las opciones de mitigación, adaptación y gobernanza para reducir los riesgos futuros. Se resalta la importancia de los océanos y las zonas congeladas del planeta y la necesidad de actuar con carácter urgente a fin de priorizar iniciativas oportunas, ambiciosas y coordinadas para abordar cambios observados que no tienen precedentes. Este informe analiza las transformaciones e impactos observados, los cambios y riesgos proyectados y la implementación de respuestas al cambio del océano y la criósfera en relación con el ambiente físico, los ecosistemas, las personas y los servicios ecosistémicos. Finalmente, el informe llega a la conclusión de que una reducción marcada de las emisiones de gases de efecto invernadero, la protección y la restauración de los ecosistemas y una gestión cuidadosa del uso de los recursos naturales permitirían preservar los océanos y la criósfera como fuente de oportunidades que ayudasen a adaptarse a los cambios futuros, limitasen los riesgos para los medios de subsistencia y proporcionasen múltiples beneficios adicionales al conjunto de la sociedad.

## 8.2. Componentes del riesgo con relación al sector

Según el IPCC (2014), el riesgo resulta de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro o amenaza. En esta conceptualización, las amenazas o peligros representan los eventos biofísicos reales, como por ejemplo, el incremento de la temperatura, que son impulsados por el cambio climático y se describen por su magnitud y probabilidad (1 °C o 2 °C). La exposición describe lo que está siendo afectado por el peligro (p. ej., potencial pesquero) y la vulnerabilidad tiene que ver con cuán sensible es el sistema o la población afectada a un peligro en particular, dada su exposición (un recurso sobreexplotado o con rango de tolerancia estrecho será más sensible a esta amenaza). Las principales amenazas del cambio climático para la pesca y la acuicultura marina son el incremento de la temperatura del mar, cambios en la estacionalidad, aumento del nivel del mar, incremento de eventos extremos y catastróficos, aumento de la precipitación, acidificación e hipoxia y proliferación de microalgas tóxicas. La FAO (2018) considera que los factores estresantes no climáticos constituyen una amenaza más grave para la pesca

continental que los factores estresantes climáticos. Estas amenazas generan cambios en la distribución de las especies y en la productividad de los ecosistemas, erosión de las costas e inundaciones, incremento de la mortandad de recursos pesqueros y acuícolas, así como de ecosistemas asociados a la pesca, lo que a su vez genera riesgos para la seguridad alimentaria y la salud, pobreza, desocupación, pérdida de vidas humanas, y afecta a los ingresos económicos de los países, dependiendo de la magnitud del impacto, la exposición y su vulnerabilidad. Daw *et ál.* (2009) resumen las repercusiones ecológicas, directas y socioeconómicas del cambio climático en las pesquerías y dan algunos ejemplos al respecto (**Figura 8.5**). Estas resultan de procesos vinculados a los ecosistemas o a los sistemas políticos, económicos y sociales.

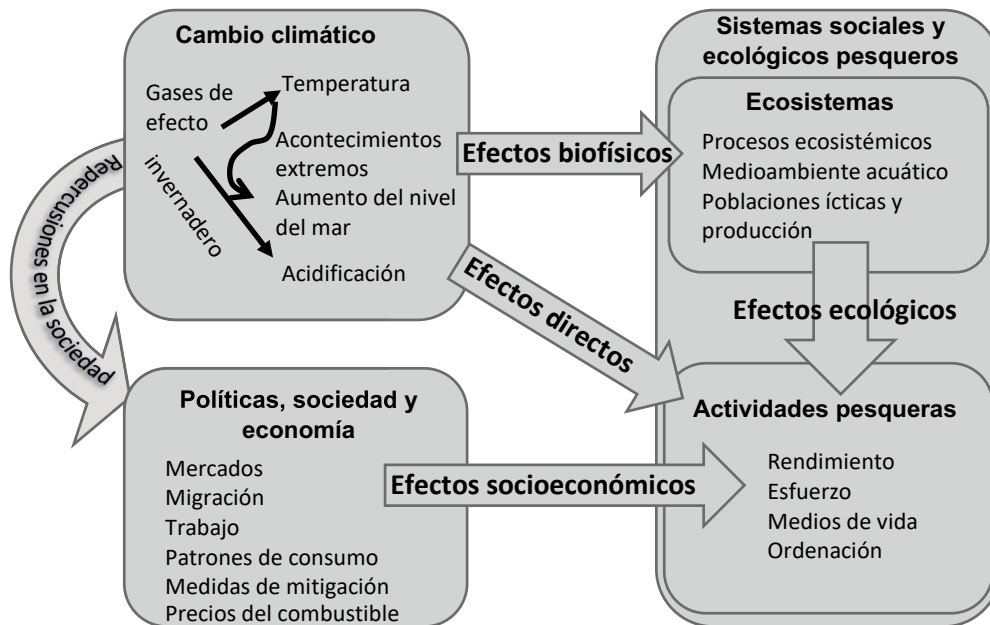
### 8.2.1. Amenazas

#### 8.2.1.1. Provincia Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical

El incremento de temperatura en la región del Pacífico NE tropical, frente a América Central, está afectando a los recursos (Lluch-Cota *et ál.*, 2013). La desoxigenación, manifestada como una expansión de las zonas hipóxicas o de su intensidad, representa una amenaza importante, ya que la capa mínima de oxígeno es notoria en esta región por su tamaño y grado de hipoxia (Fiedler y Lavin, 2017). Igualmente, la acidificación es una amenaza preocupante, ya que las proyecciones revelan que es una de las regiones que alcanza la limitación de aragonito para el desarrollo de corales (Lluch-Cota *et ál.*, 2018). Mortandades masivas de especies dentro del Golfo se han asociado a la proliferación de algas nocivas, y existe evidencia de que el número de especies tóxicas y la frecuencia y duración de los eventos están aumentando (Lluch-Cota *et ál.*, 2018).

#### 8.2.1.2. Provincia Pacífico SE templado cálida

Contrariamente a otras regiones, la costa del Pacífico Sur de Sudamérica ha experimentado un enfriamiento costero de aproximadamente 1 °C desde al menos la década de 1970 hasta la primera década del 2000, que se extendió desde el centro de Perú hasta el centro-sur de Chile (Gutiérrez *et ál.*, 2011; Magrin *et ál.*, 2014; Gutiérrez *et ál.*, 2016; Yáñez *et ál.*, 2018). Esta región de afloramiento está afectada por fluctuaciones estacionales, interanuales (p. ej., ENOS) y decenales (Chávez *et ál.*, 2008). Se espera en el futuro un aumento en la intensidad y duración de los vientos favorables a los afloramientos frente a Chile, y una disminución (moderada) o cambios no significativos frente al Perú (Belmadani *et ál.*, 2014; Wang *et ál.*, 2015; Gutiérrez *et ál.*, 2019), así como un aumento de la estratificación y un fuerte calentamiento de la superficie de las aguas peruanas y, en menor medida, de las aguas



Repercusiones ecológicas (descritas en el 1.º estudio)	Repercusiones directas	Repercusiones socioeconómicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en el rendimiento</li> <li>Cambios en la distribución de las especies</li> <li>Aumento de la variabilidad de las capturas</li> <li>Variaciones estacionales de la producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños a las infraestructuras</li> <li>Daños a los aparejos</li> <li>Aumento de los riesgos en el mar</li> <li>Pérdidas/ganancias de rutas de navegación</li> <li>Inundaciones sufridas por las comunidades pesqueras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afluencia de pescadores migrantes</li> <li>Aumento de los precios del combustible</li> <li>Menoscabo de la salud a causa de las enfermedades</li> <li>Rentabilidad relativa de los demás sectores</li> <li>Disponibilidad de recursos ordenables</li> <li>Menor seguridad</li> <li>Fondos de adaptación</li> </ul>

**Figura 8.5.** Repercusiones ecológicas, repercusiones directas y repercusiones socioeconómicas del cambio climático en las pesquerías y ejemplos de cada caso. Fuente: Daw et al., 2009.

chilenas (Oerder et al., 2015; CEPAL, 2015). Estos últimos cambios podrían favorecer una expansión de la zona mínima de oxígeno subsuperficial (ZMO) con bajo pH, además de la frecuencia de floraciones algales nocivas, eventos de hipoxia y acidificación en las zonas someras. Aunque no hay consenso sobre los cambios de frecuencia o amplitud, se espera que los eventos extremos de El Niño y La Niña sean más frecuentes (Cai et al., 2015). Sin embargo, El Niño seguirá siendo una amenaza para el Pacífico Sudeste, afectando al clima de la región (IPCC, 2013; Bertrand et al., 2018). El aumento del nivel medio del mar acompañado por el aumento de los eventos El Niño (EN), que originan lluvias intensas y oleajes anómalos

(PRODUCE, 2016a), es una amenaza para la infraestructura pesquera en las costas de Perú y Chile.

### 8.2.1.3. Provincia Magallánica

En la región patagónica de Argentina la temperatura superficial del mar (TSM) ha cambiado en los últimos 50 años y las proyecciones señalan un aumento en más de 3 °C hacia fin de siglo, así como un crecimiento de las precipitaciones en un 25 % (Popova et al., 2016). El incremento del nivel del mar y los oleajes son una fuerte amenaza especialmente

para la plataforma patagónica de Chile (CEPAL, 2015), ya que aumentan los riesgos para los sitios de desembarque y los sistemas de cultivos marinos, así como la infraestructura en la línea de costa de la región. El incremento de eventos extremos y catastróficos (tormentas, aumentos de la precipitación y eventos de hipoxia) localizados en las costas y generalizados en alta mar y la proliferación de microalgas perjudiciales son considerados como amenazas para la pesca y acuicultura en esta región.

#### 8.2.1.4. Provincia Atlántico SW templado cálida

La TSM a lo largo de la costa atlántica de América del Sur se ha calentado en los últimos 30 años a tasas entre 0,2 °C y 0,4 °C por década (Lima y Wethey, 2012). En el Atlántico Sur de Brasil, Uruguay y parte de la plataforma patagónica en Argentina, la TSM ha cambiado más rápidamente en los últimos 50 años y se prevé que aumente en más de 3 °C para 2099 (Popova *et ál.*, 2016). Se espera que el aumento de la TSM esté acompañado por una acidificación y una reducción del pH resultante de 0,3 a 0,4 para el periodo entre 2081 y 2100 (IPCC, 2014). Esta región ha mostrado uno de los mayores aumentos de precipitación en todo el mundo durante el último siglo, y se espera que esta tendencia continúe, con un aumento en la precipitación del 5 al 20 % para 2050 (Nagy *et ál.*, 2008) y un alto caudal del río asociado con los eventos de El Niño (Vögler *et ál.*, 2015). Se ha observado un incremento en la frecuencia y la fuerza de las marejadas ciclónicas en las zonas costeras del río de la Plata (D'Onofrio *et ál.*, 2008), acompañado por un aumento en la velocidad y la frecuencia de los vientos del sur en tierra que aumentan las tasas de erosión costera (Gutiérrez *et ál.*, 2016).

#### 8.2.1.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida

El aumento de la TSM en el Atlántico Oeste Central es una amenaza que muestra una considerable disparidad influenciada por las principales corrientes en esta región (Oxenford y Monnereau, 2018) con un calentamiento lento durante el periodo de 1957 a 2012, que va desde un aumento de 0,38 °C en la TSM en la plataforma norte de Brasil hasta un aumento de 0,15 °C a 0,16 °C para el Caribe y el golfo de México, respectivamente. Los modelos a escala regional indican que en el Caribe el pequeño rango anual en la TSM continuará disminuyendo de un promedio actual de 3,3 °C a solo 2,3 °C para finales de siglo, de modo que la estacionalidad será menos diferenciada (Nurse y Charlery, 2016). En el Atlántico tropical (Stramma *et ál.*, 2012) se ha observado una disminución de la capa mínima de oxígeno (que representa un límite de hábitat hipóxico para las especies con alta demanda de

oxígeno), y una disminución de la surgencia y una mayor estratificación en el sur del Caribe. Las zonas muertas de temporada (que carecen de suficiente oxígeno) en el golfo de México (GdM) continúan expandiéndose cada verano (Helleman y Rabalais, 2009). Por otro lado, en el Atlántico Oeste Central la disminución del pH ha seguido la tendencia global y ha estado acompañada por una disminución sostenida en el estado de saturación de aragonito ( $\varphi_{ar}$ ) (aunque estacional y espacialmente variable, según la influencia de la SST y la salinidad) de un valor promedio anual de 4,05 a 3,39 en solo 11 años (1996 a 2006; Gledhill *et ál.*, 2008). Se espera que los valores de  $\varphi_{ar}$  en esta región alcancen 3,0-3,5, mientras que la  $pCO_2$  que alcanza 550  $\mu atm$  reduzca  $\varphi_{ar}$  a < 3,0, un valor asociado con la erosión del arrecife de coral (Gledhill *et ál.*, 2008).

El aumento del nivel del mar (ANM) también amenaza a esta región y, durante las últimas seis décadas, se incrementó a una tasa de  $1,8 \pm 0,1$  mm/año en el Caribe (Palanisamy *et ál.*, 2012) y se proyecta un aumento de entre 0,35 y 0,65 m (dependiendo del escenario de emisiones utilizado) para fines de este siglo (2081 a 2100) en relación con el periodo 1986 a 2005 (Church *et ál.*, 2013). Comparando las décadas de 1950 a 1960 y de 1998 a 2008, la frecuencia de los eventos extremos en el ANM se ha incrementado significativamente (20 % a 60 %) en todo el Caribe, mientras que ha habido pocos cambios en la plataforma del norte de Brasil (Church *et ál.*, 2013; Losada *et ál.*, 2013). El delta del Misisipi en el golfo de México está experimentando un aumento del nivel del mar tres veces mayor que el promedio mundial, y el impacto costero varía regionalmente de acuerdo con el rango de mareas y la frecuencia de las marejadas (Losada *et ál.*, 2013). Esto implica que el Caribe y el golfo de México, que experimentan micromareas y un aumento de la temperatura del mar, serán los más afectados, mientras que el norte de Brasil, con sus macromareas y una menor frecuencia de tormentas, se verá afectada al este.

Finalmente, hay evidencias de que más tormentas tropicales en la región del Caribe y el golfo de México se están convirtiendo en peligrosos huracanes de categoría cuatro y cinco (Murakami *et ál.*, 2012; Magrin *et ál.*, 2014).

#### 8.2.1.6. Provincia Lusitana y mar Mediterráneo

En la región atlántica del norte de España, la temperatura del agua superficial se ha incrementado durante el periodo 1982-2014 a una tasa de  $0,026$  °C/año<sup>1</sup> (Costoya *et ál.*, 2015). Este calentamiento también se detecta en aguas de hasta 1.000 m de profundidad (González-Pola *et ál.*, 2012), pero no hay evidencias recientes de ello a > 5.000 m (Prieto *et ál.*, 2015). En la región mediterránea al este de la Península Ibérica, según Vargas-Yáñez *et ál.* (2010), el aumento de la temperatura del agua superficial durante 1948-2007 varió entre 0 °C y 0,5 °C. Entre 200 y 600 m de profundidad, la temperatura aumentó entre 0,05 °C y 0,2 °C y la

salinidad, entre 0,03 y 0,09. A mayor profundidad (1.000 y 2.000 m), el aumento de temperatura y salinidad fue de 0,03 °C-0,1 °C y 0,05-0,06, respectivamente. En esta zona también se ha observado una reducción del pH en las últimas décadas, y aunque esta acidificación también se detecta en capas más profundas, las tasas son menores que en aguas superficiales (Ríos *et ál.*, 2001; Castro *et ál.*, 2009). Otra amenaza en esta región es el aumento del nivel del mar, que se estimaba en torno a los 2 mm/año<sup>-1</sup> para el siglo xx (Marcos *et ál.*, 2005; Caballero *et ál.*, 2008; Leorri *et ál.*, 2008), aunque las tasas de aumento del nivel del mar obtenidas para la última década del siglo xx y primeros años del xxi superan en casi 1 mm/año<sup>-1</sup> a las publicadas para el siglo xx. También se ha registrado un aumento de la altura de la ola de aproximadamente 1,5 cm año<sup>-1</sup> en el periodo del 1958-2001 asociado al cambio climático, junto con un aumento en el número de temporales (Anadón y Roqueñi 2009).

Las aguas superficiales del Mediterráneo occidental también presentan una clara y significativa tendencia de calentamiento durante las últimas décadas del siglo xx, siendo la tasa media de cambio del orden de 0,03 °C año<sup>-1</sup> (Pascual *et ál.*, 1995; Salat y Pascual 2002, 2006; Calvo *et ál.*, 2011) y de 0,04 °C/año<sup>-1</sup> durante la primera década del siglo xxi (Kersting *et ál.*, 2013; Marbà *et ál.*, 2015). De hecho, recientemente se ha comprobado que el agua del Mediterráneo está acidificándose a un ritmo de ~0,0044 unidades de pH/año<sup>-1</sup> (Flecha *et ál.*, 2015), valores que superan la media de acidificación para los otros océanos durante el mismo periodo (-0,1 unidades; Raven *et ál.*, 2005). El nivel del mar del Mediterráneo también se ha incrementado desde los años noventa entre 2 y 8,7 mm/año (Pascual, 2006), contrariamente a la altura de las olas, que muestran durante el periodo 1958-2001 una disminución significativa de aproximadamente 0,08 cm año<sup>-1</sup> (Lionello y Sanna, 2008).

## 8.2.2. Exposición

### 8.2.2.1. Provincia Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical

Los modelos proyectan para la mayoría de las zonas tropicales una exposición a cambios en la productividad y estructura de los ecosistemas y una reducción en el potencial de captura de la sardina, el calamar (Pörtner *et ál.*, 2014; Cheung *et ál.*, 2016) y el camarón (Lluch-Cota 2018) (ver sección 8.3). Asimismo, la pesca de pequeña escala y el turismo están muy expuestos a estos cambios, ya que dependen fuertemente de los recursos costeros en los ecosistemas de arrecifes de coral, manglares y pastos marinos. Por lo tanto, los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria se encuentran en riesgo frente a los efectos del cambio climático.

### 8.2.2.2. Provincia Pacífico SE templado cálida

Aunque todavía existe incertidumbre sobre cómo los diferentes factores de cambio impactarán en la productividad y la biodiversidad de esta región, es de suponer que afecten a la fenología, la distribución espacial y la composición de especies de los productores primarios y secundarios. La disminución de la productividad y el aumento de la temperatura del mar afectarían a los niveles de biomasa y captura de la anchoveta (*Engraulis ringens*) (Brochier *et ál.*, 2013; Gutiérrez *et ál.*, 2019), y con ello el desarrollo de la industria de aceite y harina de pescado más importante en el mundo y la producción de animales terrestres y acuícolas se verían muy expuestos frente a estas amenazas. En general, aunque los sistemas de afloramiento en el Pacífico Este ocupan un área pequeña, los impactos del cambio climático sobre ellos tendrán consecuencias desproporcionadamente grandes para la sociedad humana (IPCC, 2019). Las comunidades costeras también estarán expuestas al aumento del nivel del mar y las fuertes lluvias y oleajes anómalos originados por una mayor frecuencia e intensidad de los eventos EN. Asimismo, los cultivos marinos de peces (como el salmón) e invertebrados (como *Argopecten purpuratus* y *Concholepas concholepas*) en esta región estarán expuestos también a la desoxigenación y acidificación, aunque todavía es limitado el conocimiento sobre la interacción de estos factores de estrés con los recursos (Yáñez *et ál.*, 2018).

### 8.2.2.3. Provincia Magallánica

Los cambios en la distribución de las especies de las aguas tropicales y subtropicales de Brasil hacia latitudes más altas en Uruguay y Argentina (Fogarty *et ál.*, 2017) representan oportunidades para el desarrollo de nuevas pesquerías en esta región. Los ecosistemas en la región magallánica estarán expuestos al incremento de la temperatura que causará cambios en la distribución de los recursos y la invasión de algunas especies, como por ejemplo, el exótico salmón Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) en la conexión oceano-gráfica Pacífico-Atlántico, que puede impactar a las especies forrajeras clave en los ecosistemas del Atlántico (Becker *et ál.*, 2007). Por otro lado, la producción acuícola de salmones en Chile estará expuesta a los cambios en la temperatura del agua y la salinidad, disminución en el oxígeno disuelto, ocurrencia de floraciones de algas nocivas (FAN) y enfermedades (Soto *et ál.*, 2019).

### 8.2.2.4. Provincia Atlántico SW templado cálida

En esta región la estructura del ecosistema está expuesta a cambios en la distribución de las especies hacia latitudes más altas en Uruguay y Argentina (Fogarty *et ál.*, 2017), lo que representa la reducción de las capturas. La pesquería de algunas especies, como la sardinella (*Sardinella brasiliensis*),

estarán expuestas al aumento de la TSM, que puede poner en peligro su reclutamiento y, por lo tanto, sus capturas (Soares *et ál.*, 2014). Asimismo, la pesquería del camarón está expuesta a un proyectado aumento de las descargas de los ríos en el sur de Brasil relacionado con la disminución en las capturas de camarón (Gasalla *et ál.*, 2017) y, por lo tanto, con un importante medio de subsistencia de las comunidades pesqueras. Por otro lado, los ecosistemas están expuestos a la invasión de otras especies que pueden generar cambios en la red trófica (Bergamino *et ál.*, 2012). Las poblaciones humanas costeras estarán expuestas a inundaciones y destrucción de infraestructura, y los ecosistemas marinos, a mortalidades masivas de especies y la introducción de especies invasoras.

### 8.2.2.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida

En esta región en particular, los arrecifes de coral están expuestos a los eventos de blanqueo de coral masivos inducidos por el aumento en la TSM (especialmente en 1998, 2005 y 2010; Eakin *et ál.*, 2010), que aumentarán en frecuencia e incluso se convertirán en eventos anuales en esta región a mediados del siglo *xxi* (Van Hooidonk *et ál.*, 2015). Asimismo, los corales en el Caribe y el golfo de México estarán expuestos a un aumento de enfermedades del coral relacionadas con el incremento de la TSM (Bruno y Selig, 2007) y con tormentas cada vez más intensas y dañinas que han producido pérdida de especies de arrecifes de coral (Newman *et ál.*, 2015) y cambios en la estructura comunitaria (por ejemplo, Hughes *et ál.*, 2007). También los hábitats esenciales tropicales y subtropicales, como los pastos marinos, los manglares y las marismas de estuarios en las cuencas del Caribe y del golfo de México, en particular, estarán expuestos no solo a los efectos del cambio climático, sino también a estresantes antropogénicos crónicos, como el desarrollo costero y la eutrofización, que afectan a la producción de algunas especies clave, como los pastos marinos (Van Tussenbroek *et ál.*, 2014; Ward y Tunnell, 2017). Asimismo, en el Atlántico Oeste Central, la disminución de los manglares en gran medida se debe a que están expuestos al desarrollo costero (incluida la acuicultura) y la extracción de madera (Ward *et ál.*, 2016). Bajo el cambio climático futuro, se espera que los manglares sean los más afectados en el Caribe (especialmente en los países insulares).

Los sistemas estuarinos, especialmente del golfo de México, expuestos a un incremento de temperatura muestran un aumento en el tamaño y la extensión de las «zonas muertas» de verano (hipoxia estacional), registran bajos niveles de oxígeno en la columna de agua y son una amenaza para la vida marina (Phillips y Pérez-Ramírez, 2017; Tunnell, 2017). Se espera que la hipoxia estacional se agrave con el aumento de las lluvias y el agua más cálida. El aumento de los niveles de eutrofización y de la TSM en conjunto también favorecen el

florecimiento de las algas pelágicas (flotantes), dando como resultado «mareas verdes» más frecuentes y floraciones de algas tóxicas (Smetacek y Zingone, 2013), así como varamientos de sargazo pelágico (Franks *et ál.*, 2016), provocando daños como la mortalidad masiva de importantes lechos de pastos marinos y corales asociados a través del sombreo, anoxia y carga excesiva de nutrientes (Van Tussenbroek *et ál.*, 2017). Por lo tanto, los servicios ecosistémicos de cualquiera de los hábitats costeros se verán afectados por los cambios en la productividad biológica de cualquiera de los hábitats costeros, y los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria de las comunidades costeras estarán expuestas a estos cambios. Las poblaciones insulares del Caribe y de las costas del golfo de México estarán fuertemente expuestas al incremento de la temperatura y del nivel del mar y al aumento de tormentas tropicales y huracanes.

### 8.2.2.6. Provincias Lusitana y mar Mediterráneo

La región atlántica del norte de España está muy expuesta al incremento de temperatura y es probable que en las próximas décadas la biomasa y composición del plancton sea diferente de la actual, con mayor número de especies típicas de aguas cálidas, con un tamaño corporal menor que las actuales y con menores valores de biomasa en la zona oriental (mar Cantábrico) y especialmente en las costas occidentales de Galicia (Bode *et ál.*, 2012). Los invertebrados bentónicos y las praderas de algas están expuestas a mortandades altas debido al incremento de la temperatura.

Algunos recursos pesqueros están expuestos a cambios en su área de distribución o su abundancia (Punzón *et ál.*, 2016) debido a cambios en su dinámica poblacional (p. ej., reclutamiento) por el incremento de temperatura (Sánchez y Gil, 2000; Santos *et ál.*, 2004; Villamor *et ál.*, 2011). Estos cambios en recursos pesqueros también se han evidenciado en la región mediterránea al este de la Península Ibérica (p. ej., Lloret *et ál.*, 2001; 2004, Palomera *et ál.*, 2007; Maynou, 2008a, 2008b; Massutí *et ál.*, 2008; Martin *et ál.*, 2016). En esta área, además, se han observado cambios en la capturabilidad de algunos de estos recursos (Company *et ál.*, 2008; Vargas-Yañez *et ál.*, 2009; Amores *et ál.*, 2014). La flora y fauna de los ecosistemas marinos en el Mediterráneo están expuestas a un proceso de tropicalización y meridionalización, tal y como muestra el CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean (CIESM, 2019).

## 8.2.3. Vulnerabilidad

### 8.2.3.1. Provincia Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical

Las capturas de pequeños pelágicos como *Sardinops sagax* y *Engraulis mordax*, además de las del atún (10 especies)

**Recuadro 8.1.** Las actividades humanas incrementan la vulnerabilidad de la pesca

Los cambios proyectados en la disponibilidad de recursos marinos y servicios ecosistémicos afectarán a la economía, los medios de vida humanos y la seguridad alimentaria. La vulnerabilidad es más alta para las economías nacionales de los países costeros tropicales. En muchos países de la RIOCC, en especial en vías de desarrollo, las actividades humanas como la pesca excesiva, la contaminación, la descarga de nutrientes y el mal uso de los cuerpos acuáticos afectan a las condiciones de los cuerpos acuáticos e interactúan con los efectos climáticos y hacen difícil identificar el efecto de un factor en el contexto del cambio climático o identificar los efectos combinados de todos estos factores.

La gestión basada en los ecosistemas (GBE, un enfoque que reconoce todo, incluidas las interacciones humanas dentro de un ecosistema) y el enfoque por ecosistemas (EE, una estrategia para la gestión integrada de los recursos vivos que promueve la conservación y el uso sostenible) se adoptan cada vez más a nivel mundial para hacer frente a la multitud de presiones humanas sobre los ecosistemas marinos. Por lo tanto, la gestión de los ecosistemas bajo el cambio climático aumenta la resiliencia de los mismos y la capacidad de adaptación de los sistemas de gestión al reducir otras perturbaciones humanas (p. ej., la sobrepesca).

y calamar (*Dosidicus gigas*), serán más vulnerables a las amenazas del cambio climático que las de los camarones (*Farfantepenaeus spp.*, *Litopenaeus spp.*, *Solenocera spp.*, *Sicyonia spp.*) (Lluch-Cota et ál., 2018), que podrían experimentar efectos positivos con el cambio climático.

La pesca de pequeña escala en esta región depende de los ecosistemas amenazados (arrecifes de coral, manglares y praderas marinas), y su baja capacidad de diversificarse o adaptarse la convierte en una actividad sumamente vulnerable al cambio climático. El estado de sobreexplotación de los recursos y la débil gobernanza (FAO, 2018) en la mayoría de países de esta región contribuyen aún más a la vulnerabilidad del sector.

La acuicultura marina y la de agua dulce, como el cultivo de camarón en Ecuador, son muy vulnerables a las inundaciones, a la subida del nivel del mar y al incremento de floraciones algales nocivas. Los impactos a largo plazo pueden incluir una menor disponibilidad de semillas silvestres, así como una menor precipitación que conduce a una mayor competencia por el agua dulce. Se estima que Belice, Honduras, Costa Rica y Ecuador presentarán los mayores impactos para la acuicultura de agua dulce (Barange et ál., 2018).

### 8.2.3.2. Provincia Pacífico SE templado cálida

El ecosistema marino en esta región no solo es vulnerable a los efectos del cambio climático, sino también a la alta variabilidad natural (ENOS), todos ellos factores que originan cambios drásticos en la estructura y función del ecosistema (Bertrand et ál., 2018).

En el norte de la región, del lado del Pacífico, el hábitat de muchas especies pelágicas es vulnerable a la reducción de la capa de superficie bien oxigenada. En contraste con la anchoveta (*Engraulis ringens*), que tiene la capacidad fisiológica para hacer frente a la disminución de la concentración de oxígeno, la sardina y el jurel chileno son mucho más vulnerables en áreas y periodos con bajas concentraciones de

oxígeno disuelto (Bertrand et ál., 2016). La pesca industrial se convierte en un sector vulnerable, ya que depende de un número reducido de especies con perspectivas globalmente negativas en términos de nivel de existencias (Cheung et ál., 2018).

La vulnerabilidad de la pesca artesanal y de pequeña escala está relacionada con la fuerte dependencia de algunas especies que experimentan oscilaciones naturales drásticas y que probablemente están sobreexplotadas. A ello se suman el déficit en infraestructura, el escaso conocimiento sobre la ecología y la dinámica de poblaciones de la mayoría de las especies capturadas, así como las deficiencias en el control y las políticas y normativas para el sector (Bertrand et ál., 2018).

En general, se estima un bajo nivel de vulnerabilidad de la acuicultura chilena frente a los efectos del cambio climático (Soto y Quiñones, 2013), aunque el cultivo del ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) refleja mayor nivel de vulnerabilidad, especialmente frente a la acidificación. El rol del ostión del norte se justifica, ya que, si bien genera una muy baja sensibilidad en la economía y el Estado, se enfrentaría a significativos efectos del cambio climático y la variabilidad climática. La vulnerabilidad del cultivo de esta especie también está sujeta a la alta producción en Perú con condiciones ambientales favorables y bajos costos de obtención (Kluger et ál., 2018) que puede causar su desplazamiento del mercado internacional, como ocurrió en el año 2013. Cabe también recordar que la vulnerabilidad del cultivo de esta especie es mayor en el ambiente natural que en ambientes controlados (Gutiérrez et ál., 2019).

En Perú, la pesca artesanal en Piura, que integra de manera importante la dieta humana en el Perú, muestra una vulnerabilidad alta (PRODUCE, 2016a). Lo mismo se proyecta para la pesca industrial de anchoveta en Chimbote, una de las zonas más productivas de esta especie. Por su parte, la acuicultura en Puno principalmente orientada a la trucha presenta una vulnerabilidad media.

### 8.2.3.3. Provincia Magallánica

En esta región, el cultivo de salmones es sumamente importante y su producción crece a una tasa mayor que en otras regiones, y, sin embargo, generan el más alto nivel de sensibilidad en la economía y el Estado (Gonzales *et ál.*, 2013). Este cultivo es vulnerable a enfermedades, floraciones de algas nocivas, reducción del oxígeno y cambios en las condiciones ambientales. Una enfermedad puede eliminar la producción de áreas completas y causar estragos en el empleo y en el desarrollo local, tal como ocurrió con la producción salmonera en el norte de la Patagonia en Chile en el 2016 como resultado de una enfermedad viral que se expandió rápidamente (León-Muñoz *et ál.*, 2016).

La parte magallánica de Argentina será vulnerable a los cambios en la distribución de las especies, tal como se mencionó antes en relación con la invasión de salmones y con la migración de especies de la zona de Brasil. En el primer caso, los efectos serán negativos para el ecosistema, pero, en el segundo caso, se verá favorecido por la presencia de especies que podrían abrir oportunidades de desarrollo de nuevas pesquerías.

### 8.2.3.4. Provincia Atlántico SW templado cálida

La TSM en la mayor parte de esta región está cambiando más rápidamente que en la mayoría de las demás regiones y, por lo tanto, la hace más vulnerable a los cambios en la distribución de las especies de peces, que a su vez conducirán a mayores costos (combustible, aprendizaje, cambios), a una interrupción en el apoyo a la pesca y la cadena de valor de los productos del mar, así como al desplazamiento de los operadores pesqueros existentes (Bertrand *et ál.*, 2018). A ello se suman la disminución de la disponibilidad y la falta de cadena de frío y de condiciones sanitarias óptimas en la producción de pescado para alimentos, especialmente en Brasil. Al igual que en otras regiones, la escasez de conocimiento sobre el estado poblacional de la mayoría de las especies objetivo y una deficiencia en la gobernanza incrementan su nivel de vulnerabilidad.

### 8.2.3.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida

La vulnerabilidad en la pesca en la región del *Atlántico Oeste Central* podría ser considerable debido a su alto nivel de exposición a las variables del cambio climático, la alta dependencia económica del sector pesquero y la baja capacidad de adaptación de muchos de los países de la región (Monnereau *et ál.*, 2017). Las islas del Caribe presentan una alta vulne-

rabilidad debido a su tamaño, susceptibilidad a desastres naturales, concentración de poblaciones humanas e infraestructura en la zona costera, alta dependencia de recursos marinos, fragilidad ambiental y excesiva dependencia del comercio internacional (Nurse *et ál.*, 2014; Monnereau *et ál.*, 2017). A nivel mundial, el sector pesquero en el Caribe y la plataforma del norte de Brasil son consideradas como las zonas más vulnerables al cambio climático por sus altos niveles de exposición y sensibilidad, así como una reducida capacidad de adaptación (Monnereau *et ál.*, 2017). El arrecife de coral mesoamericano ubicado en las costas de Belice, Honduras y Guatemala (Eakin *et ál.*, 2010) es vulnerable a eventos de decoloración debido a las temperaturas extremas en el Caribe occidental. Las proyecciones de la temperatura superficial del mar utilizando los escenarios SRES (A1FI, sensibilidad a 3 °C y A1B con sensibilidad a 2 °C y 4,5 °C) indican que es posible que el arrecife de coral mesoamericano se derrumbe a mediados de siglo (entre 2050 y 2070), causando grandes pérdidas económicas (Vergara, 2009).

### 8.2.3.6. Provincias Lusitana y mar Mediterráneo

En el Mediterráneo, donde una gran proporción de las capturas es de individuos jóvenes (Lleonart y Maynou 2003), las pesquerías son altamente dependientes del reclutamiento y, por tanto, más vulnerables a la variabilidad climática. Esta vulnerabilidad es mayor si tenemos en cuenta que la mayoría de los *stocks* explotados por la flota española en la región mediterránea al este de la Península Ibérica están en situación de sobrepesca (FAO, 2018), como en gran parte del Mediterráneo (Colloca *et ál.*, 2013). En las pesquerías de la región atlántica del norte de España la situación es similar, si bien durante la última década se está reduciendo el esfuerzo pesquero sobre los *stocks* demersales, con los consiguientes efectos positivos para la recuperación de estas poblaciones (Modica *et ál.*, 2014). No obstante, hay especies en situación crítica, como la cigala (*Nephrops norvegicus*), que no muestra síntomas de recuperación, y la sardina (*Sardina pilchardus*), que lleva casi una década fuera de sus límites biológicos de seguridad.

La vulnerabilidad de estas pesquerías al cambio climático no debe plantearse solo a nivel de especies, sino también a nivel de las comunidades biológicas de las que forman parte estas especies y los hábitats en los que desarrollan sus ciclos vitales. A modo de ejemplo, Jordà *et ál.* (2012) han señalado que el aumento de la temperatura máxima del agua, a consecuencia del calentamiento global, provocará mayor mortalidad de la fanerógama marina *Posidonia oceanica*, lo que conllevará la regresión e, incluso, extinción funcional de las praderas que forma esta especie endémica del Mediterráneo. La pérdida de este hábitat litoral, que en las Islas Baleares puede extenderse hasta los 50 m de profundidad, podrá afectar negativamente a la pesca recreativa, ya que, entre otros muchos servicios, es zona de cría y reclutamiento de varias especies de peces objetivo de esta pesquería (Moranta *et ál.*, 2006).

## 8.3. Caracterización de los riesgos y sus impactos

Los impactos generados por los factores climáticos presentan repercusiones ecológicas directas y socioeconómicas y dependen de la magnitud de estos factores y la vulnerabilidad que presenta cada país o provincia marina (ver **Figura 1.12** en **Capítulo 1** de este mismo informe). La **Tabla 8.1** resume los factores de cambio, los impactos y los riesgos más importantes que el cambio climático podría generar para la pesca y acuicultura en las diferentes provincias marinas circunscritas a los países de la RIOCC.

La **Figura 8.6** muestra las proyecciones del impacto del cambio climático sobre el potencial pesquero para el 2050 y 2100 y bajo escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5 (Cheung *et ál.*, 2010, 2018). La mayor pérdida en el potencial máximo de captura la registra Chile seguido de Brasil, Argentina, México y Perú. Sin embargo, estos modelos son globales y no incorporan los posibles efectos sinérgicos de la acidificación de los océanos y el esfuerzo de pesca.

### 8.3.1. Provincias Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical

El calentamiento más fuerte se producirá en América Central, y la hipoxia representa un problema importante para la pesca y acuicultura (Fiedler y Lavin, 2017). Las proyecciones revelan que la acidificación en estas regiones será una limitación para el desarrollo de arrecifes de coral y, por lo tanto, existe un alto riesgo para la pesca y el turismo, que son el sustento de muchas comunidades costeras y de inversiones privadas.

En Baja California, Ecuador y el golfo de California existe el riesgo de la disminución de las capturas de peces pelágicos menores debido a una disminución de la producción planctónica (Poertner *et ál.*, 2014), aunque los mayores riesgos en el Pacífico NE templado están muy estrechamente ligados a la degradación de los ecosistemas por la acuicultura, el turismo, la urbanización, la contaminación, la escorrentía de tierras urbanas y agrícolas, y un deficiente manejo pesquero (Lluch-Cota *et ál.*, 2018).

**Tabla 8.1.** Factores de cambio, los impactos y los riesgos más importantes que el cambio climático podría generar para la pesca y acuicultura en las diferentes provincias marinas circunscritas a los países de la RIOCC. Abreviaturas: Pacífico NE templado cálida (PNETC); Pacífico NE tropical (PNET); Pacífico SE templado cálida (PSETC); Juan Fernández y Desventuradas (JFD); Magallánica (MAG); Atlántico SW templado cálida (ASWTC); Atlántico SW tropical (ASWT); plataforma del N de Brasil (PNBR); Atlántico NW tropical (ANWT); Atlántico NW templado cálida (ANWTC); Lusitana (LUS); mar Mediterráneo (MED). Fuente: elaboración propia.

Amenazas	Riesgos/Impactos generales	Riesgos específicos para la producción pesquera y acuícola	Extensión
Aumento de la temperatura y cambios en la estacionalidad	Redistribución de los recursos	Cambios en composición de especies y volúmenes de captura	ANWT, ANWTC, MED, PNBR, MAG, ASWTC, ASWT
	Cambios ecofisiológicos	Cambios en la productividad y en el potencial pesquero y acuícola marino y continental	ANWT, ANWTC, MED, PNBR, PSETC
	Cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas	Redistribución y pérdida en la productividad y en el potencial pesqueros	ANWT, ANWTC, MED, PNBR, LUS, MAG, ASWTC, ASWT
	Mortandad de especies y deterioro de ecosistemas	Pérdida de servicios ecosistémicos (seguridad alimentaria, esparcimiento)	ANWT, ANWTC, MED, PNBR
Aumento del nivel del mar e incremento de eventos extremos y catastróficos	Inundaciones en áreas costeras	Pérdida de hábitat e infraestructura pesquera y acuícola, y disminución de producción acuícola	MED, ANWT, ANWTC, PNBR, PNETC, PSETC, MAG, ASWTC, ASWT
	Oleajes fuertes	Inseguridad en el mar	ANWT, ANWTC, PNBR, PSETC
Aumento de la precipitación	Inundaciones en áreas costeras	Pérdida de hábitat y de infraestructuras pesquera y acuícola, y disminución de producción acuícola	ANWT, ANWTC, PNET
Acidificación del océano	Aumento de mortandad de corales	Pérdida de servicios ecosistémicos disminución de producción acuícola	MED, ANWT, ANWTC, PNBR, PNETC, PSETC, ASWTC, ASWT
	Mortandad de especies calcificadoras	Pérdida de servicios ecosistémicos, reducción de volúmenes de pesca, y pérdida de producción acuícola	MED, ANWT, ANWTC, PNBR, LUS, PSETC, ASWTC, ASWT
Hipoxia	Alta mortandad de especies y pérdida de hábitat para la fauna asociada a la pesca y la acuicultura	Reducción de hábitats y disminución de producción pesquera y acuícola	ANWT, ANWTC, PNBR, PNETC, PNET, PSETC, MAG, ASWTC, ASWT
Proliferación de microalgas tóxicas	Aumento de mortandad de especies	Disminución de producción pesquera y acuícola	ANWT, ANWTC, LUS, PNETC, PNET



temas regionales pronostican un fuerte riesgo de colapso de la anchoveta en Perú antes de fin de siglo de mantenerse los niveles actuales de explotación pesquera (BID/CEPAL, 2014; Oliveros-Ramos et ál., 2017; Gutiérrez et ál., 2019).

En el norte de esta provincia, la reducción de la capa mínima de oxígeno a menos de 10 m de profundidad limita considerablemente el volumen de hábitat de la mayoría de las especies pelágicas (Bertrand et ál., 2018), especialmente de la sardina y el jurel chileno, que evitan áreas y periodos en los que se presentan bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Bertrand et ál., 2016). Ello incrementa el riesgo de cambios en la distribución de las especies y podría ocurrir frente a las costas de Perú con especies como el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y una reducción de la biomasa de la merluza chilena (*Merluccius gayi*) frente a la costa central de Chile. La reducción de la concentración de oxígeno en aguas someras incrementa el riesgo de mortandades para especies como *Argopecten purpuratus* en Perú y, en menor medida, en Chile.

La explotación intensiva de las poblaciones de peces y la alteración de su demografía, dinámica poblacional y características del ciclo biológico (Petitgas et ál., 2006; Perry et ál., 2010) pueden reducir la capacidad de las poblaciones de peces para amortiguar los cambios generados por la variabilidad climática (Ottersen et ál., 2006; Genner et ál., 2010) y aumentar la variabilidad del tamaño de las poblaciones. La sobrepesca y la contaminación costera aumentan la vulnerabilidad de los recursos pesqueros y, por lo tanto, acrecientan los riesgos especialmente para la pesca artesanal o de pequeña escala altamente especializada y localizada (Bertrand et ál., 2018), lo que podría generar una severa disminución del potencial máximo de ingresos en Perú para el 2050 (Lam et ál., 2016).

El incremento del nivel del mar en Chile afectará a la infraestructura de los centros de producción acuícola y, por lo tanto, obligará a cambiar su localización o la infraestructura, incluyendo las instalaciones y los sistemas de cultivo. Los cultivos suspendidos de *Argopecten purpuratus*, ubicados en bahías expuestas en la zona norte, podrían verse muy afectados por la intensidad de las marejadas. En Perú el incremento del nivel del mar y los eventos intensos de lluvia, generados por una mayor frecuencia e intensidad de los eventos EN, ponen en riesgo la producción de camarón marino y tilapia por sedimentación y pérdida tanto de la infraestructura en general como de áreas de manglar en la costa.

Las recientes floraciones de algas nocivas a lo largo de la costa del Pacífico de América del Sur, así como en los principales lagos, han exhibido una extensión e intensidad sin precedentes, lo que sugiere que el cambio climático y otros factores están aumentando el riesgo de estos eventos que impactan en la salud humana, los ecosistemas acuáticos y las actividades económicas como la acuicultura (León-Muñoz et ál., 2018). El aumento de plagas o enfermedades debido al calentamiento también incrementa los riesgos de mortandades masivas y disminución de las tasas de crecimiento en el cultivo del salmón (SUBPESCA, 2015). El incre-

mento de enfermedades y floraciones algales nocivas, con el aumento de la temperatura, también puede afectar a la producción acuícola del camarón en áreas de manglares en la zona norte de Perú. No se descarta el impacto de la acidificación e hipoxia en los cultivos de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), causando mortandades masivas en el largo plazo.

### 8.3.3. Provincia Magallánica

Los cambios en la distribución geográfica de las poblaciones australes de especies de valor comercial generan ciertos riesgos para la producción pesquera, aunque en algunas áreas oceánicas de altas latitudes de la zona sur de Chile y Argentina podrían experimentar un aumento en su productividad y del potencial de captura de algunas pesquerías, por ejemplo, de calamar (*Illex argentinus*) y de merluza austral (*Merluccius australis*), debido a la intensificación de los procesos de surgencia en el Pacífico y los frentes de marea en el Atlántico.

Los riesgos se intensifican en las poblaciones costeras con altos niveles de pobreza, inseguridad alimentaria y deficiente capacidad de adaptación.

### 8.3.4. Provincias Atlántico SW templado cálida

El incremento rápido de la TSM en esta región acompañado por la acidificación e intensificación de las precipitaciones genera grandes riesgos para el ecosistema marino y la economía, incluidos los riesgos de inundaciones, la destrucción de la infraestructura costera, la mortalidad masiva de especies marinas y la introducción de especies invasoras. El arrecife de coral de Brasil podría sufrir una disminución severa en la cobertura en los próximos 50 años (Francini-Filho et ál., 2008), y la acidificación igualmente tendrá efectos desastrosos en los corales. Los manglares de Brasil, el segundo bioma de este tipo más grande en el mundo, serán impactados por el cambio climático, pero también por cambios de origen antropogénico, como cambios de uso del suelo, urbanización, sobrexplotación de los recursos naturales e infraestructura costera (Jennerjahn et ál., 2017). Sin embargo, los manglares se están extendiendo al norte de Brasil como resultado de condiciones secas e intrusión de aguas salinas, por lo que en general no se espera un fuerte impacto del cambio climático.

El riesgo de una disminución de las capturas de algunos recursos como la sardina en esta región es previsible debido al impacto que genera el cambio climático sobre el reclutamiento, particularmente en las áreas de desove actuales (Soares et ál., 2014). Por otro lado, el aumento de las descargas de los ríos, debido a un crecimiento de las precipitaciones en el sur de Brasil, puede significar una disminución en las capturas de camarón (Gasalla, et ál., 2017).

La baja capacidad de adaptación de los mariscos al calentamiento de las aguas en algunas playas arenosas del Atlántico y del Pacífico de América del Sur (Defeo *et ál.*, 2013) aumenta el riesgo de mortalidades masivas con implicaciones socioeconómicas negativas (Defeo *et ál.*, 2018). Asimismo, los cambios en la distribución del salmón Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) aumentan el riesgo de la invasión de esta especie en las aguas de la Patagonia por la conexión oceanográfica Pacífico-Atlántico, que pueden afectar a especies forrajeras clave y a los ecosistemas de la Patagonia atlántica (Becker, 2007). Por otro lado, la abundancia de las poblaciones y el potencial de capturas de peces en promedio aumentarán en las latitudes medias y altas de la región, posiblemente debido a cambios en la distribución de los recursos.

### 8.3.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida

En el Atlántico Noroeste, los arrecifes de coral ya han sufrido mortandades debido al blanqueo por la alta temperatura, y el riesgo de que se incremente la frecuencia de estos eventos es alta para mediados del siglo XXI (Van Hooijdonk *et ál.*, 2015). Esta mortandad de arrecifes de coral trae consigo una pérdida de sus especies (Newman *et ál.*, 2015), y, en algunos casos, comunidades de arrecifes dominadas por algas (por ejemplo, Hughes *et ál.*, 2007) altera los servicios de ecosistemas significativamente.

Asimismo, al igual que en otras regiones, existe el riesgo de perder de manera sustancial los manglares en el golfo de México debido al incremento de los eventos extremos. Uno de los riesgos más serios en el Caribe y el golfo de México, es la reducción de la producción de especies comercialmente importantes, como peces, moluscos, langostas y cangrejos, a causa de la degradación de los hábitats, la eutrofización y la sobrepesca. Una reducción en el tamaño de las poblaciones asociadas a los arrecifes pone en riesgo la producción de la pesca de pequeña escala, en particular en las islas pequeñas del Caribe, con impactos socioeconómicos fuertes.

Existe el riesgo para el futuro de una disminución de la producción pesquera de especies pelágicas costeras, como anchovetas y sardinias, por reducciones localizadas y una mayor variabilidad interanual en la productividad en el Atlántico Oeste Central, lo que afecta significativamente a la pesca industrial en la Plataforma del Norte de Brasil (Bertrand *et ál.*, 2018). Existe un alto riesgo también de una reducción significativa de las poblaciones de camarones y peces de fondo en estas provincias marinas en el corto y mediano plazo, que afectará a la producción pesquera de flotas industriales y artesanales en la plataforma del norte de Brasil, los países continentales del Caribe y el golfo de México. Especies oceánicas como atunes grandes y pequeños, dorado, caballa

a largo plazo cambiarán su distribución con el incremento de la temperatura que afectará a los volúmenes de captura en esta provincia, especialmente en el Caribe. Todo ello supone una seria amenaza para la seguridad alimentaria, los medios de vida, la gestión económica y pesquera, y las exportaciones en el sector pesquero del Atlántico Oeste Central. Los impactos en la seguridad alimentaria serán mayores en las comunidades pesqueras de bajos ingresos, en las que la pesca de subsistencia es todavía importante para el propio consumo y la obtención de ingresos, unas poblaciones que ya son vulnerables y padecen inseguridad alimentaria (Oxenford y Monnreau 2017).

Los fenómenos meteorológicos extremos en esta región, más intensos y frecuentes, tendrán impactos negativos en la disponibilidad, accesibilidad, estabilidad y utilización de los alimentos, especialmente en los países con alto nivel de pobreza, como resultado de la pérdida de activos (por ejemplo, barcos de pesca, motores y equipo) y la falta de cobertura de seguro. La seguridad alimentaria y la salud en la región también estarán en riesgo por el aumento de la intoxicación por ciguatera originada por dinoflagelados del género *Gambierdiscus toxicus* (en humanos puede conducir a trastornos gastrointestinales y neurológicos graves), lo que afectará al comercio de peces de arrecife y a la salud de las comunidades locales (Tester *et ál.*, 2010).

### 8.3.6. Provincias Lusitana y mar Mediterráneo

En las aguas ibéricas atlánticas los cambios en la composición de especies y por ende el incremento del área de distribución hacia el Atlántico NW (Bañón *et ál.*, 2002, 2017) asociado al calentamiento (Vinagre *et ál.*, 2011) muestran un fenómeno de *meridionalización y tropicalización* en este ecosistema, ya que más del 50 % de las especies demersales, con afinidades biogeográficas templadas y que son comunes en la zona, están aumentando su abundancia (Punzón *et ál.*, 2016). Los cambios en los ecosistemas pelágicos y demersales explotados alrededor de la Península Ibérica e Islas Baleares se están traduciendo en alteraciones importantes en las pesquerías y tendrán un efecto en las comunidades de pescadores y en los consumidores (Payne, 2013).

El riesgo de pérdida de productividad de los ecosistemas y, por lo tanto, de la pesca en la zona oriental del Atlántico Norte de España (mar Cantábrico) se debe a los cambios en la biomasa y composición del plancton donde la influencia del afloramiento es más reducida y el calentamiento se manifiesta con mayor claridad (Bode *et ál.*, 2012). Las principales pesquerías, como la de merluza en el norte de la Península Ibérica, se verán afectadas de forma determinante por los cambios oceanográficos, los procesos biológicos y los eventos extremos (Chust *et ál.*, 2011; Kersting, 2016). En las costas occidentales de Galicia, este riesgo será menor, pero será crítico determinar la influencia del afloramiento a escalas multidecadales.

España es uno de los países en el Atlántico Nordeste que presenta un alto riesgo en la producción de moluscos debido a la acidificación (Narita *et ál.*, 2017). Las costas de España y Portugal están dentro de las áreas que más han perdido potencial pesquero por efecto del cambio climático (Free *et ál.*, 2019), aunque por el nivel de gobernanza y desarrollo que presentan los hace menos vulnerables que otros países en desarrollo.

En la costa oeste del Mediterráneo el riesgo de una disminución de la productividad por efecto del calentamiento del mar tendrá un impacto negativo en el hábitat óptimo de los pequeños pelágicos y, por lo tanto, una disminución de sus capturas (Hidalgo *et ál.*, 2018). Desde mediados del siglo pasado se han reportado hasta 38 especies de peces en el Mediterráneo occidental, hasta ahora desconocidas en el área (Massutí *et ál.*, 2010), la mayoría de las cuales llegaron a través del estrecho de Gibraltar procedentes de las regiones tropicales y subtropicales del Atlántico. Posibles conflictos entre pesquerías de diferentes países por efecto de una redistribución de las especies deberán ser incorporados en los planes de manejo y adaptación de las mismas. La disminución de la captura de especies pelágicas en España generará riesgos en la desocupación y en los ingresos económicos. No se descarta un efecto del aumento del nivel del mar y la acidificación en el Mediterráneo (Gomis *et ál.*, 2008; Lacoue-Labarthe *et ál.*, 2016), que pueden contribuir a la desaparición y modificación de especies frágiles y longevas que proporcionan importantes servicios ecosistémicos (Jordà *et ál.*, 2012).

En España, los riesgos para el cultivo de mejillón están relacionados con la disminución de la disponibilidad del fitoplancton existente en el agua marina relacionado con el incremento de la temperatura. Las floraciones de algas tóxicas, cada vez más frecuentes en el litoral gallego, podrían significar el cierre de la pesquería del cultivo del mejillón y demás moluscos filtradores cultivados en los parques intermareales, como las vieiras (García y Perlado, 2014). El nivel de impacto socioeconómico en la acuicultura no será homogéneo en el sector, dependiendo del tipo de especie, de la fase y tecnología de cultivo y la localización de la planta y de la infraestructura acuícola.

La **Figura 8.7** presenta el grado de importancia y urgencia de los principales riesgos identificados en pesca y acuicultura.

## 8.4. Medidas de adaptación

### 8.4.1. Opciones de adaptación

En las **Tablas 8.2** y **8.3** se presentan las principales opciones de adaptación al cambio climático para la pesca y acuicultura (Daw *et ál.*, 2009; Dabbadie *et ál.*, 2018).

#### 8.4.1.1. Provincias Pacífico NE templado cálida y Pacífico NE tropical

Lluch-Cota (2018) y FAO (2018) proponen para esta región:

- Desarrollo sostenible de nuevas pesquerías basadas en recursos subexplotados.
- Aplicación completa del código de conducta de la FAO para la pesca responsable y las directrices voluntarias para asegurar la pesca sostenible en pequeña escala.
- Establecimiento de sistemas de información destinados a proporcionar alertas tempranas de volatilidad en los precios del mercado.
- Desarrollo de la acuicultura para contribuir a la economía y la seguridad alimentaria.
- Selección de especies de cultivo, que pueden enfrentar condiciones fisiológicas en el clima futuro y el uso adecuado de organismos genéticamente mejorados y robustos.
- Desarrollo de piensos que no están basados en especies de forraje o el uso de especies de niveles tróficos bajos.

#### 8.4.1.2. Provincia Pacífico SE templado cálida

Entre las opciones de adaptación más resaltantes propuestas para la pesca en el Sistema de la Corriente de Humboldt por varios autores (Avadí *et ál.*, 2014; Béné *et ál.*, 2015 y Bertrand *et ál.*, 2018), se pueden mencionar:

#### Recuadro 8.2. Impacto de la acidificación sobre cultivo de bivalvos

En la actualidad, las aguas más ácidas traídas desde las profundidades de los océanos a la superficie por el viento y las corrientes en la costa noroeste de los Estados Unidos están teniendo efecto en las ostras que crecen en la acuicultura. El alto riesgo de la acidificación del mar causará la mortandad de corales y de especies calcificadoras, especialmente en el golfo de México y el Caribe, afectando a las pesquerías asociadas. Asimismo, se espera un efecto en la producción de moluscos en España, Perú y Chile. La acidificación del océano afecta

no solo a las especies que producen exoesqueletos calcificados. Afecta a muchos más organismos directa o indirectamente y tiene el potencial de alterar las redes alimentarias y las pesquerías. La mayoría de los organismos que se han investigado muestran una mayor sensibilidad a temperaturas extremas, de modo que, a medida que cambian las temperaturas del océano, las especies que se ven obligadas a existir en los límites de sus rangos térmicos experimentarán efectos más fuertes de la acidificación.

Principales riesgos identificados	Factor climático determinante	Importancia	Urgencia	Extensión (regiones más afectadas)
Desplazamiento de los <i>stocks</i> . Los cambios de temperatura del mar cambiarán la distribución de los <i>stocks</i> , afectando negativamente a algunas pesquerías y favoreciendo otras		●	●	
Disminución de las capturas y de la seguridad alimentaria. Los cambios en productividad del mar se traducirán en una disminución de la producción pesquera que afectará al acceso al consumo de pescado, especialmente a aquellas comunidades que dependen de ella, y, por lo tanto, a la seguridad alimentaria		●	●	
Aumento de eventos de mortandad de especies y ocurrencia de floraciones algales nocivas. Este riesgo está relacionado con los eventos de hipoxia («zonas muertas») y la proliferación de microalgas tóxicas, que se incrementan con el aumento de la temperatura		●	●	
Pérdida de hábitats y áreas de cultivos acuícolas a causa del incremento del nivel del mar en áreas de manglares, lagunas costeras, estuarios y rías, e inundaciones por efecto del crecimiento de las precipitaciones y desborde de los ríos		●	●	
Mortandad de corales y especies calcificadoras a causa de la acidificación del mar, que no solo afectará a la pesca por la pérdida de hábitats esenciales, sino también a la acuicultura de moluscos bivalvos y crustáceos		●	●	
Aumento de la inseguridad en las actividades pesqueras. Los fuertes vientos y tormentas que se presentarán en el mar incrementarán los accidentes en las faenas de mar, especialmente en las embarcaciones de pequeño porte de la pesca artesanal y de pequeña escala		●	●	

**Factor climático determinante:**

- Aumento de la temperatura
- Aumento de la precipitación
- Disminución de la precipitación
- Temperaturas extremas
- Tormentas intensas y huracanes
- Inundación
- Sequía
- Subida del nivel del mar
- Acidificación del océano
- Cambios en la estacionalidad
- Fertilización por CO2

**Importancia.** Se asignó uno de los siguientes niveles: ● poco importante, ● importante y ● muy importante en términos de la significación de sus impactos en los sistemas naturales o humanos, incluyendo el número de personas afectadas.

**Urgencia.** Se asignó uno de los tres niveles: ● inminente (que puede estar ocurriendo u ocurrir en cualquier momento), ● a medio plazo (que se espera que ocurra de aquí a mediados de siglo o cuando se exceda 1,5 °C), ● a largo plazo (que se espera, ocurra después de mediados de siglo o cuando se exceda de 2 °C de calentamiento).

**Extensión:**



**Figura 8.7.** Principales riesgos identificados en el ámbito de los recursos pesqueros. Fuente: elaboración propia.

- Incorporación del riesgo de los cambios de régimen en los planes de gestión y los objetivos políticos a largo plazo.
- Redirigir el esfuerzo de pesca a otras especies pelágicas para reducir la presión sobre las especies ya amenazadas por sobrepesca.

**Tabla 8.2.** Riesgos asociados al sector pesca y medidas específicas de adaptación a los impactos del clima. *Fuente:* modificado a partir de Daw et ál. (2009).

Riesgos asociados a la pesca	Medidas de adaptación específicas
Reducción de la productividad y rendimiento de la pesquería (efecto ecológico indirecto)	Acceso a mercados de valor más alto
	Restauración de ecosistemas acuáticos y protección de hábitats críticos
Aumento de la variabilidad de los rendimientos (efecto ecológico indirecto)	Diversificación de la cartera de medios de vida
	Planes de seguro
	Ordenación precautoria de ecosistemas resilientes
Cambio en la distribución de las pesquerías (efecto ecológico indirecto)	Ejecución de medidas de ordenación integradas y adaptativas
	Investigación y desarrollo privados, e inversión en tecnologías para predecir rutas de migración y disponibilidad de las poblaciones comerciales
Rentabilidad reducida (efectos ecológico y socioeconómico indirectos)	Migración
	Reducción de los costos para aumentar la eficiencia
	Diversificación de los medios de vida
Aumento de la vulnerabilidad de las comunidades e infraestructuras costeras, ribereñas y de llanos a las inundaciones, a la subida del nivel del mar y a las marejadas ciclónicas (efecto directo)	Abandono de la pesquería a favor de otros medios de vida/otras inversiones
	Estructuras de protección rígidas
	Retirada/acomodación gestionadas
	Rehabilitación y respuesta ante los desastres
	Ordenación integrada de costas
	Provisión de infraestructuras (p. ej., protección de puertos y desembarcaderos)
	Sistemas de alerta temprana y educación
	Recuperación tras los desastres
Aumento de los riesgos asociados con la pesca (efecto directo)	Migración asistida
	Seguro privado de los equipos de capital
	Ajustes en los mercados de seguros
	Suscripción de pólizas de seguro
	Sistema de alerta meteorológica
	Inversiones en la mejora de la estabilidad y seguridad de las embarcaciones
Perturbación de los intercambios comerciales y el mercado (efecto socioeconómico indirecto)	Compensación los impactos sufridos
	Diversificación de los mercados y productos
Desplazamientos de población y afluencia consiguiente de nuevos pescadores (efecto socioeconómico indirecto)	Servicios de información para anticipar las perturbaciones en los precios y mercados
	Apoyo de las instituciones de ordenación local existentes
Varios	Investigación y desarrollo puestos a disposición por el sector público

- Fortalecer los estudios biológicos y ecológicos, la mejora del monitoreo espacial y la institucionalización de los sistemas de gobernanza participativa en las pesquerías de pequeña escala.
- Mantener una reserva de biomasa mínima de peces de forraje y aumentar el rango de áreas protegidas y así acrecentar la capacidad de recuperación de los principales depredadores.
- Incrementar la proporción de peces de forraje para el consumo humano directo.
- Mejora de la infraestructura (cadena de frío, condiciones sanitarias) en la cadena de valor de la pesca de pequeña escala.
- Promover el consumo de las especies de peces más baratas, como la anchoveta y las sardinas, que benefician a las poblaciones andinas.
- Incrementar el control y reducción de la capacidad de la pesca de pequeña escala para salvaguardar la sostenibilidad a largo plazo de este sector.

**Tabla 8.3.** Riesgos asociados a la acuicultura y medidas de adaptación específicas a los impactos del clima. *Fuente:* modificado a partir de Dabbadie et ál. (2018).

Riesgos asociados a la acuicultura	Medidas de adaptación específica
Incremento de la temperatura	Especies de cultivo con mayor tolerancia térmica
	Mover las instalaciones de cultivo a áreas mar adentro o más frías/profundas
	Adoptar directrices sobre trabajo digno en acuicultura
	Mejora selectiva para la tolerancia térmica
	Ajuste en el calendario/prácticas de cultivo
	Cambio de especies cultivadas
	Instalaciones climáticamente inteligentes (por ejemplo, estanques más profundos, etc.)
	Cierre y reubicación de sitios de producción
	Ubicación basada en riesgos
	Planificación espacial para determinar nuevas áreas favorables y desfavorables
Acidificación	Cambio en especies cultivadas, especialmente de organismos y corales con concha
	Mover las instalaciones de cultivo a nuevas áreas mar adentro o tierra adentro
	Seguir las directrices sobre trabajo decente en acuicultura
	Cierre y reubicación de sitios de producción
	Planificación espacial de corriente principal
Hipoxia	Cambio a especies cultivadas más tolerantes
	Seguir las directrices sobre trabajo decente en acuicultura
	Reubicar las instalaciones de cultivo a nuevas áreas mar adentro o tierra adentro
	Mover las instalaciones de cultivo a nuevas áreas mar adentro o tierra adentro
	Planificación espacial general y enfoque ecosistémico
Cambios en distribución	Mover las instalaciones de cultivo a nuevas áreas
	Seguir las directrices sobre trabajo decente en acuicultura
	Pasar a la formulación de alimentos comerciales para especies carnívoras que actualmente utilizan peces de bajo valor directamente como alimento
	Existencias cultivadas ajustadas a la nueva capacidad productiva
	Ordenación del territorio
Aumento del nivel del mar	Cambio hacia especies o variedades de agua dulce tolerantes a la salinidad naturales o seleccionadas
	Cambio hacia especies eurihalinas (p. ej., estuarinas) o marinas
	Enfoque ecosistémico general de la acuicultura

- Implementar el uso de dispositivos de comunicación satelital y la extensión del sistema de monitoreo de embarcaciones de la flota a pequeña escala.

Por otro lado, Chile, en su Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura (SUBPESCA, 2015), plantea 29 acciones de adaptación que van desde la implementación de planes de manejo, certificación de pesquerías, red de monitoreo y análisis de biodiversidad hasta el control y/o erradicación de especies exóticas invasoras, estudios de vulnerabilidad, predicción climática para la pesca y acuicultura, capacitación e información, áreas protegidas, normatividad,

adaptación de infraestructura portuaria, sistema de seguros, y valor agregado de los recursos de la pesca artesanal, entre otras.

### 8.4.1.3. Provincia Magallánica

Se espera que las respuestas adaptativas al cambio climático en las pesquerías de la región incluyan:

- Implementación de enfoques de gestión y políticas que maximicen la resiliencia de los ecosistemas bajo explotación.

- Adopción de enfoques de gestión y políticas que fortalezcan la base de medios de subsistencia.
- Una mejor comprensión de los mecanismos de respuesta existentes a la variabilidad climática.
- Reconocer y responder a las nuevas oportunidades generadas por el cambio climático.
- Monitoreo de indicadores biofísicos, sociales y económicos vinculados a las respuestas de gestión y políticas.
- Adopción de estrategias de adaptación multisectoriales.
- Mayor flexibilidad en el trabajo de los pescadores y operarios.
- Cambio de las especies objetivo y las operaciones de pesca.
- Protección de los grupos funcionales clave y el establecimiento de sistemas de seguros.
- Desarrollo de aplicaciones móviles innovadoras para mejorar la alerta temprana y la seguridad de los pescadores de pequeña escala.
- Mejora de la capacidad de adaptación y la resistencia del sector pesquero al cambio climático aumentando la seguridad, ingresos y ahorros, y el acceso a los seguros de activos y la seguridad social.
- Mayor inversión en infraestructura y seguridad de los puertos para proteger los activos pesqueros y evitar la interrupción de la cadena del mercado pesquero.
- Mitigar los factores estresantes inducidos por el hombre a nivel local que degradan hábitats pesqueros críticos y rehabilitar los ecosistemas costeros dañados para mejorar su resiliencia.
- Incorporación del cambio climático en las políticas de pesca y desarrollo costero, planes y legislación.

#### 8.4.1.4. Provincia Atlántico SW templado cálida

Las opciones de adaptación en el Atlántico Oeste Sur incluyen estas medidas:

- Mejora de la recopilación de información pesquera a nivel local y nacional para la alerta temprana y pronósticos de los cambios en el ecosistema.
- Uso de artes de pesca menos destructivos y la reducción del esfuerzo y otros factores de estrés, como por ejemplo, la contaminación.
- Protección de áreas de crianza, en particular, de los manglares y los estuarios.
- Mayor financiamiento para la investigación, la mejora de los sistemas de gobernanza y el desarrollo de capacidades para impulsar el trabajo entre científicos, administradores y comunidades pesqueras.
- Estudios de vulnerabilidad de las comunidades pesqueras para una mejor asignación de los esfuerzos de apoyo y el desarrollo de capacidades.
- Facilitar el acceso al crédito para los pescadores en pequeña escala para diversificar sus medios de vida (Emdad Haque *et ál.*, 2015).

#### 8.4.1.5. Provincias Atlántico SW tropical, plataforma del N de Brasil, Atlántico NW tropical y Atlántico NW templado cálida

Oxenford y Monnereau (2018) resumen un número selecto de medidas de adaptación que ya se están llevando a cabo o se están desarrollando en esas zonas:

#### 8.4.1.6. Provincias Lusitana y mar Mediterráneo

Kersting (2016) analiza y resume las siguientes medidas de adaptación más importantes para la zona marina de España:

- Protección y conservación de especies y hábitats vulnerables.
- Cuidado de zonas específicas a través de áreas marinas protegidas.
- Gestión de la actividad pesquera basada en criterios de sostenibilidad y con un enfoque ecosistémico.
- Actuaciones directas dirigidas a la regeneración de hábitats y poblaciones.
- Fomento y respaldo del monitoreo científico, asegurando la continuidad de las series temporales existentes y el estudio de los efectos del cambio climático para realizar una mejor gestión adaptativa.
- Uso de herramientas, como las evaluaciones de vulnerabilidad y el análisis de riesgos, que ayuden al desarrollo de medidas de adaptación.
- Acciones de divulgación y de sensibilización para hacer llegar a la sociedad la creciente y robusta evidencia de cambio climático y sus efectos sobre el medio marino.
- Implementar planes de gestión eficaces para corregir la situación de sobrepesca.
- En relación con la acuicultura, las acciones de adaptación incluyen la implementación de sistemas de oxigenación para mitigar la acción de floraciones de algas o bajas de oxígeno, la producción de peces mejorados genéticamente y más resistentes a determinados patógenos o el uso de sensores para el monitoreo continuo del ambiente.

## 8.4.2. Actividades de adaptación planificada

### 8.4.2.1. Escala supranacional

Las Directrices Voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza, elaboradas por la FAO (2015), han sido asumidas por muchos países de América Latina y el Caribe que reconocen el impacto del cambio climático en la pesca de pequeña escala y se comprometen a elaborar políticas y planes con el fin de hacerle frente, prestar asistencia a las comunidades afectadas, apoyar la eficiencia energética en el sector y disponer fondos de adaptación.

En 2016 y 2017, la FAO, con el apoyo del Fondo para los Países Menos Adelantados, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y el Fondo Especial para el Cambio Climático, inició la ejecución de seis proyectos nacionales y regionales de adaptación al cambio climático, con el objetivo general de aumentar la capacidad de adaptación de los sectores de la pesca y la acuicultura y mejorar su resiliencia (FAO, 2018). Chile fue el único país de la RIOCC que participó en esta iniciativa y actualmente se encuentra en plena ejecución el Proyecto Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuícola Chileno al Cambio Climático (2018-2020), implementado por la FAO y la Subsecretaría de Pesca de Chile con financiamiento del Global Environmental Fund (GEF) (FAO, 2017). En 2017, en el marco de este proyecto, se desarrolló en la Sede Puerto Montt de la Universidad Austral de Chile (UACH) el primero de los talleres de la zona sur, denominado Evaluación de la Vulnerabilidad de la Pesca y la Acuicultura al Cambio Climático con el objetivo de generar redes, compartir información y metodologías de evaluación de vulnerabilidad para los sistemas pesquero-acuícolas en general, y de las caletas piloto dentro del proyecto en particular.

Perú también ha formulado iniciativas de adaptación a nivel supranacional, como el Proyecto Adaptación al Cambio Climático del Sector Pesquero y del Ecosistema Marino-Costero del Perú, que suscribieron Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 2014 con el objetivo reducir la vulnerabilidad de las comunidades costeras y los recursos pesqueros frente a los impactos del cambio climático (PRODUCE, 2016b). El proyecto fue sucedido por otro (Adaptación a los impactos del cambio climático en el ecosistema marino costero del Perú y sus pesquerías), financiado por el Fondo de Adaptación al Cambio Climático (2018-2021).

La **Tabla 8.4** muestra algunos proyectos de adaptación desarrollados con financiamiento supranacional. Las acciones de adaptación en América Latina y el Caribe han sido promovidas y financiadas en la región, entre otras, por instituciones como el BID, el Banco Mundial (WB) y el Fondo de Adaptación establecido bajo el Protocolo de Kioto de la

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

### 8.4.2.2. Escala nacional y subnacional

*Planes de adaptación en pesca y acuicultura.* En los países de la RIOCC y principalmente en los países de América Latina y el Caribe las actividades de adaptación planificada para la pesca y acuicultura son escasas. Según Sánchez y Reyes (2015), los sectores prioritarios para acciones de adaptación en los países de América Latina y el Caribe son aquellos referidos al sector hídrico, la infraestructura, los asentamientos humanos, agricultura, biodiversidad, salud y energía. La **Figura 8.8** presenta las acciones de adaptación planificada en el sector pesquero identificadas en los países de la RIOCC.

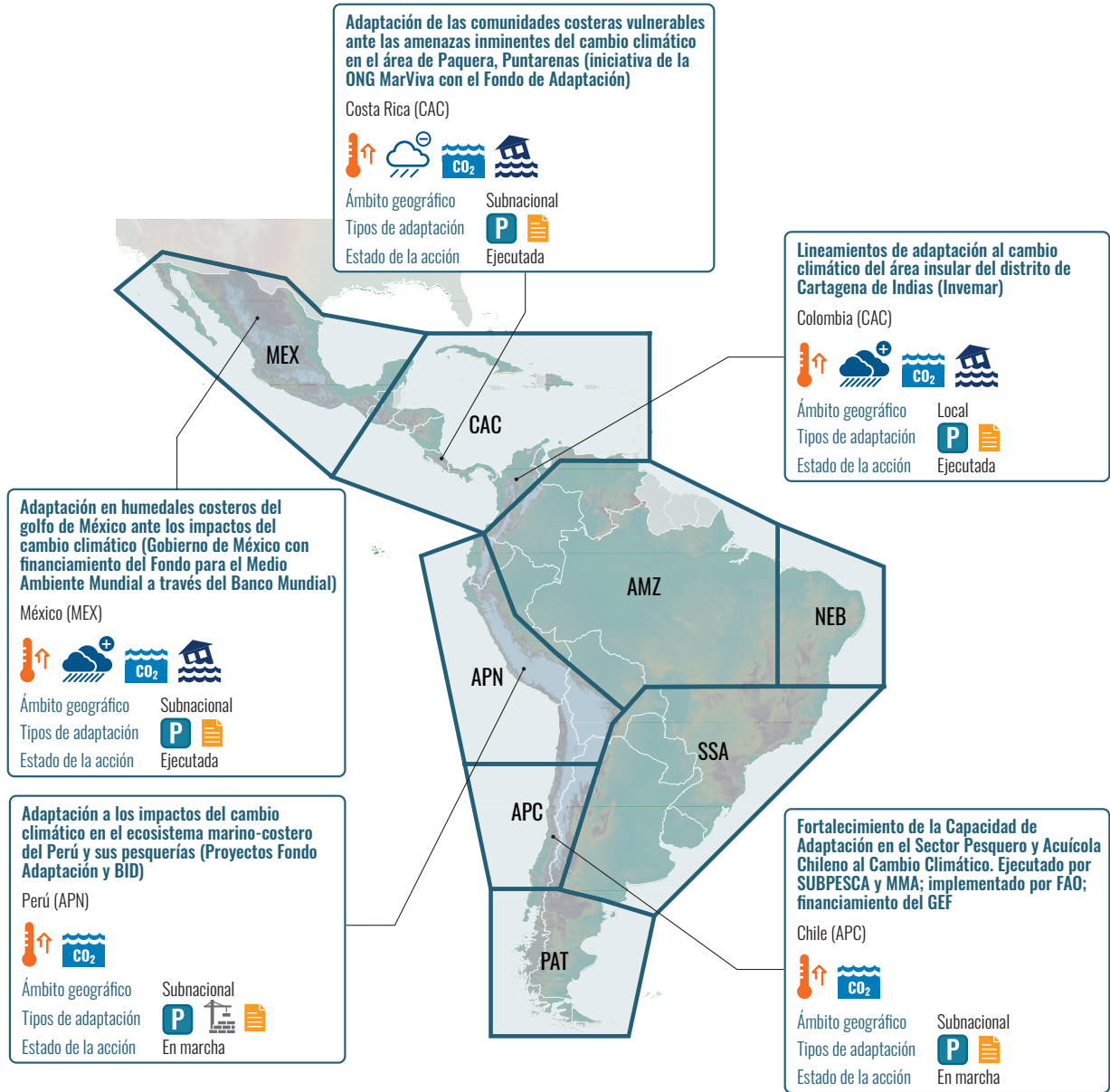
Chile es el único país que cuenta con un plan de adaptación focalizado a la pesca y acuicultura: el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para la Pesca y la Acuicultura (SUBPESCA, 2015). Nicaragua tiene un Plan de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Forestal y Pesca en Nicaragua (MAGFOR, 2013), y Uruguay posee su Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario (PNA-Agro, 2019); ambos abordan el tema de la pesca como parte del sector agropecuario. España tiene un documento para la adaptación del sector acuícola marino español al cambio climático elaborado por un proyecto, pero no es un documento de gobierno (AQUADAPT 2018). El resto de los países están trabajando en ello, como es el caso de Perú, dada la importancia de este sector en la economía nacional y su aporte a la seguridad alimentaria, y Argentina, con la publicación de su Plan de Acción Nacional de Agro y Cambio Climático (PANAgCC, 2019).

El Plan de Adaptación al cambio Climático para Pesca y Acuicultura de Chile (SUBPESCA, 2015) plantea algunas directrices de guía para los planes de adaptación:

- Orientar la política pública a reducir la vulnerabilidad y a proveer información necesaria para la planificación e implementación de las acciones.
- Considerar la adaptación como un proceso progresivo y de aprendizaje de experiencias pasadas.
- Implementar medidas de adaptación de largo plazo.
- Contribuir a la sustentabilidad de las pesquerías y la acuicultura.
- Considerar en el diseño e implementación de medidas:
  - Escalas temporales y espaciales.
  - Principios precautorios y un enfoque ecosistémico.
  - Programas y estrategias para recopilar y compartir los datos e información sobre los impactos del cambio climático.
  - Seguimiento y evaluación periódica de las medidas de adaptación.

**Tabla 8.4.** Proyectos de adaptación desarrollados o en ejecución en los países de la RIOCC con financiamiento supranacional. GEF = Global Environmental Fund; PNUMA = Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; CEPAL = Comisión Económica para América Latina y el Caribe; CCAD = Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo; CIECA = Secretaría de Integración Económica Centroamericana; INVEMAR = Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés; CORALINA = Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; IDEAM = Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; UNALM = Universidad Nacional Agraria La Molina; PRODUCE = Ministerio de la Producción; SUBPESCA = Subsecretaría de Pesca; OSPESCA = Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano; OLDEPESCA = Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero; MADS = Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; TNC = The Nature Conservancy; BMUB = Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear; CYTED = Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Fuente: elaboración propia.

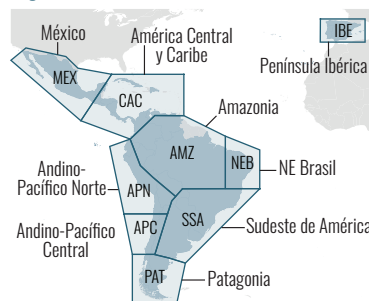
Proyecto	País/región	Año	Institución ejecutora	Fuente financiamiento
Adaptación en humedales costeros del golfo de México ante los impactos del cambio climático	México	2011-2016	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	GEF
Adaptación de las comunidades costeras vulnerables ante las amenazas inminentes del cambio climático en el área de Paquera, Puntarenas	Costa Rica	2016-2018	Fundación MarViva	Adaptation Fund
Manejo Costero Integrado con Especial Énfasis en el Manejo Sostenible de los Bosques de Manglar	Guatemala, Honduras y Nicaragua	2011-2014	Ministerio de Ambiente y Pesquerías, PNUMA	PNUMA
La economía del cambio climático en América Central	Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá	2008-2010	CEPAL, CCAD, SIECA	BID, Reino Unido, Unión Europea
Aumento de resiliencia para manejar los efectos del cambio climático en el golfo de Montijo	Panamá	2016-2019	Fundación MarViva	BID
Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de áreas marino-costeras	Mayoría de los países RIOCC	2009-2011	CEPAL	España
Diseño e implementación de un programa de adaptación en las áreas insulares del Caribe colombiano	Colombia	2010	INVEMAR/CORALINA	Conservación Internacional
Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia		2014	IDEAM	BID/CEPAL
La economía del cambio climático en el Perú		2012-2014	Soluciones Prácticas/UNALM	BID
Adaptación al Cambio Climático del Sector Pesquero y del Ecosistema Marino-Costero del Perú	Perú	2014-2017	PRODUCE	BID
Adaptación a los impactos del cambio climático en el ecosistema marino-costero del Perú y sus pesquerías		2018-2022	PRODUCE	Adaptation Fund
Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuicola Chileno al Cambio Climático	Chile	2018-2020	FAO/SUBPESCA	GEF
Manejo e interpretación de la Herramienta Clima Pesca y Procesos de Adaptación al Cambio Climático (REFLOW)	Honduras	2015-2018	OSPESCA	Reino Unido
CERES - Climate change and European Aquatic RESources	España	2016-2020	Universidad de Hamburgo	Unión Europea
AbE en la cuenca del río Magdalena: recuperación y restauración de humedales para mejorar, 2015-2019	Colombia	2015-2016	MADS/TNC/Fundación Alma/IDEAM	BMUB, Alemania
Estrategias de adaptación al cambio climático basadas en ecosistemas en Colombia y Ecuador	Colombia/Ecuador	2014-2018	MADS	BMUB, Alemania
ECOMAR. Evaluación y monitoreo de servicios ecosistémicos marino-costeros en Iberoamérica	Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, España, México, Portugal, Perú, Venezuela	2018-2020	Universidad de Santiago de Compostela	CYTED, España



**Factor climático determinante:**

- Aumento de la temperatura
- Aumento de la precipitación
- Disminución de la precipitación
- Temperaturas extremas
- Tormentas intensas y huracanes
- Inundación
- Sequía
- Aumento del nivel del mar
- Acidificación del océano
- Cambios en la estacionalidad
- Fertilización por CO2

**Regiones:**



**Tipos de adaptación:**

- P** planificada, esto es, si es el resultado de decisiones políticas deliberadas;
- A** autónoma, esto es, si se realiza normalmente por individuos, comunidades o entes privados;
- dura (mediante infraestructuras o aplicaciones tecnológicas);
- blanda (acciones políticas, sociales, formativas, etc.);
- verde (acciones basadas en los ecosistemas).

Figura 8.8. Mapa de acciones de adaptación implementadas en el ámbito de los recursos pesqueros. Fuente: elaboración propia.

El Plan de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Forestal y Pesca de Nicaragua está orientado al sector acuícola y propone las siguientes acciones de adaptación:

- Capacitación sobre buenas prácticas acuícolas y manejo de los recursos acuícolas.
- Dar continuidad a la conformación de cooperativas acuícolas.
- Implementación de proyectos de cultivo de tilapia.
- Promover el cultivo de peces en policultivos y sistemas agroacuícolas.
- Inclusión del sector acuícola al Bono Productivo Nacional en las comunidades rurales.

El Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario de Uruguay destaca las siguientes acciones de adaptación:

- Desarrollo de un sistema de alerta y monitoreo de meteorología marina y costera.
- Fortalecimiento del control de la captura pesquera incidental y de la pesca ilegal.
- Fortalecimiento del funcionamiento de los Consejos Locales de Pesca.
- Investigación, desarrollo e implementación de modelos de evaluación que incorporen variables ambientales para fortalecer las capacidades para la gestión del recurso pesquero.

El Documento Plan de Adaptación del sector de la acuicultura marina española (AQUADAPT, 2018) plantea cuatro ejes:

- Incremento del conocimiento científico y del sector empresarial sobre el impacto del cambio climático.
- Refuerzo del marco normativo y administrativo.
- Disponibilidad y acceso a fuentes de financiación dirigidas a la adaptación del sector acuícola.
- Fomentar la transferencia de conocimiento a lo largo de la cadena de valor.

*Acciones de adaptación.* La **Tabla 8.5** presenta algunos ejemplos de iniciativas relacionadas con la organización de cursos o talleres para fortalecer las capacidades sobre adaptación, analizar la vulnerabilidad e identificar medidas de adaptación para el efecto del cambio climático en pesca y acuicultura.

En la Península Ibérica, a diferencia de los países de América Latina y El Caribe, se están implementando medidas de adaptación que incluyen actuaciones anticipatorias y reactivas, así como iniciativas privadas y públicas, y se agrupan aquí en tres categorías amplias. Se están implementando planes de gestión, por ejemplo, para la flota española alrededor de la Península Ibérica y las Islas Baleares para corregir la situación de sobrepesca generalizada por lo que respecta al Mediterráneo (Colloca, 2013; FAO, 2018). Existen diversas

iniciativas regionales que plantean combinar la adopción de medidas para mejorar el estado actual de las pesquerías y los ecosistemas marinos en el Atlántico Nororiental y Mediterráneo. Entre ellas podemos destacar: la protección y conservación de especies y hábitats vulnerables; la protección de zonas específicas a través de áreas marinas protegidas; una gestión de la actividad pesquera basada en criterios de sostenibilidad; las actuaciones directas dirigidas a la regeneración de hábitats y poblaciones; el fomento y respaldo del seguimiento científico, asegurando la continuidad de las series temporales existentes e impulsando el estudio y seguimiento de los efectos del cambio climático en el medio marino para realizar una mejor gestión adaptativa; el uso de herramientas, como las evaluaciones de vulnerabilidad y el análisis de riesgos, que ayuden al desarrollo de medidas de adaptación, y las acciones de divulgación y de sensibilización, muy necesarias para hacer llegar a la sociedad la creciente y robusta evidencia de cambio climático y sus efectos sobre el medio marino (Kersting, 2016).

*Áreas marinas protegidas.* La adaptación requiere de esfuerzos de ordenación pesquera para incrementar la salud de los recursos pesqueros que acrecienten la resiliencia frente al efecto del cambio climático, y en este contexto se incluyen las áreas marinas protegidas (AMP). Los esfuerzos realizados por los países de la RIOCC para cumplir la meta de proteger el 10 % de sus aguas jurisdiccionales, acordada en la décima reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica en Nagoya (COP10 del CDB), son importantes (ver **Capítulo 4** sobre ecosistemas marino-costeros de este mismo informe). Sin embargo, todavía queda mucho por hacer para alcanzar esta meta y para que las AMP en la región sean gestionadas de manera eficiente y sostenible. Las iniciativas de creación de las AMP basadas en la pesca en algunos países de la RIOCC son escasas, aunque se pueden citar la creación de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) en Chile y la de la Zona Reservada del Pacífico tropical en Perú con un área de 116.140 hectáreas, aprobada por el Congreso de la República, y cuya creación está en proceso, ambos casos orientados a proteger los recursos de la pesca de pequeña escala. Asimismo, Chile ha declarado cinco nuevas AMP (en febrero de 2018 y por decretos presidenciales), que lo lleva a alcanzar el 42 % de su superficie marina bajo algún grado de protección (UNIVISION, 2018). Para el caso de Argentina, destaca el AMP Namuncurá, en el sector conocido como Banco Burdwood, sobre los 54° de latitud Sur, de 3,4 millones de hectáreas, y más recientemente (en diciembre de 2018), la creación del AMP Namuncurá-Banco Burdwood II, de 2,4 millones de hectáreas, y del AMP Yaganes, de 6 millones de hectáreas (al sur de la isla de los Estados y Tierra del Fuego) (JGM Argentina, 2017). Estas tres nuevas AMP se incluyen en el Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas y elevan la cobertura al 9 %, lo que coloca al país, signatario del Convenio sobre la Diversidad Biológica, más cerca de la meta de proteger el 10 % de sus océanos para el año 2020. Ecuador y República Dominicana también presentan un alto porcentaje de AMP (ver **Capítulo 4** sobre ecosistemas

**Tabla 8.5.** Talleres o cursos relacionados con la adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura. Fuente: elaboración propia.

Taller/curso	País	Institución organizadora
Taller Regional de Intercambio de Experiencias y Fortalecimiento de Capacidades para la Elaboración de Planes Nacionales de Adaptación (PNAACC), Bogotá, Colombia (2016)	Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela	PNUD/REGATTA/NAP-GSP
Taller Regional de expertos titulado Cambio Climático, Pesca y Acuicultura en América Latina: Potenciales Impactos y Desafíos para la Adaptación (2011); Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura (2014); Evaluación de la Vulnerabilidad de la Pesca y la Acuicultura al Cambio Climático (2017)	Chile	Ministerio de Medio Ambiente
Taller sobre Manejo e Interpretación de la Herramienta Clima Pesca y Procesos de Adaptación al Cambio Climático (2018)	Honduras	OSPESCA/COPEPESCA
Taller para la elaboración de indicadores de la Agenda de Cambio Climático y Producción Agroalimentaria (2017)	México	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)/GIZ
Curso para facilitadores en el diseño de medidas locales de adaptación del sector pesquero acuícola y clima pesca en Panamá (2017)	Panamá	Autoridad de los Recursos Acuáticos (ARAP)
Taller Efectos de El Niño y acciones nacionales tomadas para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional e incrementar la resiliencia en América Latina y el Caribe, Panamá (2015)	Países de América Latina y el Caribe	FAO
I Foro Internacional sobre Cambio Climático: Su Desarrollo y Efectos Económicos (2009)		Ministerio del Ambiente
Cambio Climático. Acciones de Adaptación en Pesca y Acuicultura en 4 Regiones del Perú (2016); El Perú se adapta al cambio climático: Plan Nacional de Adaptación (2016); Taller internacional sobre escenarios de cambio climático para el afloramiento costero y la anchoveta peruana (2017)	Perú	Ministerio de la Producción
Talleres de adaptación al cambio climático en escuelas agrarias de Uruguay (OPYPA, 2017)	Uruguay	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Taller para la elaboración del informe sobre los efectos del cambio climático en el Mar Argentino y sus recursos pesqueros (INIDEP, 2019)	Argentina	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)

marino-costeros de este mismo informe) establecidas como herramientas de planificación para compensar los efectos de la sobreexplotación y asegurar la productividad biológica y los usos humanos. La Reserva Marina de Interés Pesquero de Os Miñarzos (Galicia, España) es un buen ejemplo del papel de las AMP en la protección de la integridad ecológica y la utilización sostenible de los ecosistemas naturales (Burgos y Fernández, 2014).

### 8.4.2.3. Escala local o municipal

A escala local en la región, las acciones de adaptación planificadas frente al cambio climático en el sector pesca y acuicultura son casi inexistentes debido principalmente al insuficiente conocimiento sobre el efecto del cambio climático, poca capacidad de gestión y bajos presupuestos para las actuaciones de adaptación. Sin embargo, a manera de ejemplo podemos citar una iniciativa en Perú en el marco de proyectos de diversificación productiva en el sector pesca y acuicultura para las comunidades pesqueras de la Región Piura (DIREPRO, 2015). Este proyecto, llamado Fortalecimiento de capacidades para mejorar las condiciones operativas productivas en la actividad pesquera-acuícola artesanal en las provincias de Talara, Paita y Sechura (Región Piura), promueve el desarrollo de otras actividades productivas para las comunidades pesqueras artesanales frente al deterioro de los recursos pesqueros vinculados probablemente a la sobrepesca y al cambio climático. Este plan fue íntegramente financiado con recursos del Estado a través de un proyecto de inversión pública. Uno de los módulos considerados en él fue el desarrollo del cultivo de la concha perlera (*Pteria sterna*), especie caracterizada por su tolerancia a altas temperaturas y baja salinidad, y, por lo tanto, podría ser considerado como una acción de adaptación frente al incremento de temperatura y reducción de la salinidad causados por el cambio climático.

Existen otras iniciativas de adaptación que no están dirigidas de manera directa a mejorar la resiliencia de la pesca y acuicultura, pero que igualmente contribuyen a ello, como las que menciona Shelton (2014) para dos países: en México las referidas a la restauración y rehabilitación costera y a una estrategia de gestión de conservación de humedales, y para el caso de Perú, un proyecto centrado en el riesgo de la comunidad costera y un plan de seguro alternativo como parte de una estrategia para apoyar la adaptación (GlobalAgRisk, 2013).

### 8.4.3. Actividades de adaptación autónoma

La pesca en las costas de Latinoamérica ha sido una de las actividades primigenias efectuadas por el hombre para su subsistencia alimentaria, economía y cohesión social, desarrollada desde hace 5.000 años en un contexto de variabilidad climática expresada por los eventos El Niño (Shady y Cáceda, 2008). En este contexto, los ecosistemas y los sistemas humanos se han adaptado sin intervención externa y en respuesta a un entorno cambiante. Es probable

que existan muchas iniciativas de adaptación autónoma en esta región, tanto en la pesca de pequeña escala como de escala industrial, que no se encuentran documentadas o no son consideradas como tal. En décadas recientes algunas comunidades pesqueras de la costa peruana han optado por establecer medidas de manejo de manera autónoma, como cuotas, épocas de captura o tallas mínimas, con la finalidad de mantener la productividad de sus poblaciones.

Un ejemplo de adaptación autónoma a la variabilidad climática es reportado por Badjeck *et ál.* (2010) y Mendo *et ál.* (2008, 2016) en la pesquería de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) de Perú (**caso de estudio 8.7.1**), que registra fuertes fluctuaciones causadas por el ENOS. Los pescadores reaccionan a estas fluctuaciones adaptándose de modo informal, con rapidez y flexibilidad, y migrando entre los lugares que experimentan fluctuaciones opuestas en cuanto a rendimientos, resultantes del fenómeno de El Niño, a diferencia del sector público, que, aunque toma en cuenta medidas de manejo a escalas mayores, ha mostrado lentitud y escasa capacidad para aprender de experiencias pasadas. Otro ejemplo es la comunidad pesquera de la Caleta El Ñuro, en Perú (**caso de estudio 8.7.5**), que frente a la escasez de los recursos pesqueros de valor ha optado por incursionar en el turismo gracias a su fuerte organización.

## 8.5. Barreras, oportunidades e interacciones

Las pesquerías en muchos países de la RIOCC están sometidas, además de a los efectos del cambio climático y de la variabilidad climática, a factores de estrés relacionados con la globalización de las pesquerías; y, en el caso de los países en desarrollo, a la carencia de infraestructuras públicas, el alto índice de enfermedades, la contaminación, la pobreza, una débil gobernanza y sobrepesca, que restringen la capacidad de adaptación. Ello limita la adopción de medidas de adaptación e incluso hay quienes sostienen que las estrategias de adaptación al clima deben enfatizar la necesidad de erradicación de la pobreza e inseguridad alimentaria en las comunidades pesqueras y acuícolas (Kalikoski *et ál.*, 2018). Aspectos relacionados con la cultura o la marginación pueden limitar la adopción de medidas de adaptación en los grupos más vulnerables del sector pesca y acuicultura al cambio climático (Daw *et ál.*, 2009).

El nivel de conocimiento sobre los impactos y, por lo tanto, las proyecciones sobre los recursos pesqueros todavía son limitados, tal como sugieren los estudios de Luch-Cota *et ál.* (2018) para la región del Pacífico Nordeste tropical y Bertrand *et ál.* (2018) para el Atlántico Sudoccidental y del Pacífico Sudoriental. Existen todavía deficiencias para el uso de modelos y para evaluar los efectos del cambio climático sobre la pesca a nivel regional. Por otro lado, no se ha tomado en cuenta la gran capacidad adaptativa y conocimiento comunitario para vincularlo con el conocimiento científico y de esta manera facilitar los procesos de adaptación.

La recopilación de datos de la pesca y los sistemas de monitoreo oceánico son todavía deficientes para aumentar significativamente la precisión de los modelos climáticos y ecológicos en la mayoría de países de la RIOCC y en especial en los países con niveles altos de pobreza de América Latina y el Caribe. Existe poca información sobre las limitaciones geográficas o físicas que tienen los recursos pesqueros en cada país, así como sobre la tolerancia ecofisiológica de los recursos. Faltan estudios de impactos y vulnerabilidad principalmente para América Central y algunas regiones tropicales de América del Sur (Magrin, 2015). La información existente se traduce en informes internos de difícil acceso, lo que limita el conocimiento y genera superposición y repetición. Es preciso conocer los niveles de degradación ambiental originada por la contaminación y la sobrepesca para priorizar las medidas de adaptación al cambio climático.

En la mayoría de los países de Iberoamérica no se cuenta con los recursos humanos capacitados en la obtención de información y la adopción y uso de la tecnología ni en organización y liderazgo. La pesca es una actividad caracterizada por una débil gobernanza y con instituciones desorganizadas y sin liderazgo que ha conducido a niveles altos de sobreexplotación de los recursos y la degradación de los cuerpos acuáticos. A ello se suma que la falta de acceso a los recursos económicos limita la capacidad de adaptación especialmente en los países más pobres de América Central y el Caribe.

Algunas acciones de adaptación desarrolladas o que se están desarrollando a través de proyectos en Perú, México, Costa Rica, Panamá, España y Chile, entre otros lugares, traen beneficios a las comunidades involucradas a través de la diversificación productiva, incremento de la productividad y mejora de la gobernanza. De esta manera la adaptación representa también una oportunidad económica potencial para los productores de bienes y servicios en la pesca y acuicultura. La implementación de acciones de adaptación generalmente es acompañada de mejoras en la política de gestión de los recursos pesqueros, desarrollo de infraestructura y servicios de créditos y seguros para los sectores más pobres.

La **Figura 8.9** muestra las principales acciones de adaptación y su relación con medidas de mitigación, de prevención de degradación de tierras, de protección de ecosistemas y biodiversidad, de seguridad alimentaria, de reducción de la pobreza, de agua, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las prioridades del Marco de Sendai. Algunas medidas de adaptación en la pesca y acuicultura interactúan con la mitigación en la medida en que estas favorecen la reducción de las emisiones, como aquellas relacionadas con el cambio de uso de combustibles fósiles por el de biogás en la pesca o con la reducción del esfuerzo de pesca, que a su vez es una medida que ayuda a la recuperación de los recursos. Tanto en la pesca industrial como en la artesanal, es posible reducir las emisiones de los procesos, el uso de residuos y la captura y almacenamiento de carbono en la industria, cambiar a otros combustibles fósiles (gas natural) y utilizar

energías de bajas emisiones de carbono (p. ej., electricidad, solar, biogás) o biomasa. El uso de microalgas como biocombustible podría convertirse en un elemento importante para la industria a mediana y pequeña escala que podría ayudar a superar los efectos negativos del cambio climático en la pesca y acuicultura. Las acciones de adaptación presentan una fuerte interacción con la protección de ecosistemas y biodiversidad, seguridad alimentaria y reducción de la pobreza y una interacción débil con la mitigación, la prevención de la degradación de tierras, la salud y el agua. Las acciones de adaptación relacionadas con la gestión de riesgos, protección de hábitats críticos y la gobernanza interactúan con la mayoría de parámetros analizados.

En Chile, dada la importancia de los cultivos marinos, el desarrollo de dietas para peces cultivados con una menor inclusión de proteínas de peces marinos y una menor dependencia de la pesca marítima es una medida de mitigación particularmente relevante. Asimismo, el uso de sistemas de oxigenación para mitigar la acción de floraciones de algas o bajas de oxígeno, la producción de peces mejorados genéticamente y más resistentes a determinados patógenos o el empleo de sensores para el monitoreo continuo son acciones de adaptación al cambio climático en la acuicultura.

## 8.6. Medidas o indicadores de la efectividad de la adaptación

Los indicadores para la adaptación al cambio climático siguen pautas generales y buenas prácticas propias de la disciplina del monitoreo y evaluación. Una de ellas es que los indicadores requieren de algún modelo lógico (también llamado marco lógico, cadena de valor, teoría de cambio, etc.), donde se explica cómo, desde las actividades propuestas, se espera alcanzar los productos, efectos e impactos previstos (McCarthy *et al.*, 2012; Bucheli, 2017). Con este marco de referencia, los indicadores señalan hitos de avance y logros de los procesos y resultados esperados de acciones de adaptación planificadas. Tal como ya se ha mencionado, las acciones planificadas de adaptación en pesca y acuicultura en los países de la RIOCC son muy escasas. Sin embargo, Kalikoski *et al.* (2018) evalúan si en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND) las acciones que se implementaran para mitigar y adaptarse al cambio climático dentro del sector de la pesca y la acuicultura se dirigen explícitamente a los pobres y los más vulnerables. Como se puede ver en la **Figura 8.10**, de los países de la RIOCC que presentaron su CND, nueve reportaron los impactos del cambio climático en su sector pesquero y acuícola, incluidos los impactos en los recursos pesqueros y los patrones de migración con consecuencias para la sostenibilidad del sector pesquero, los medios de vida, salud humana y seguridad alimentaria. En Perú, se planea incorporar en el Reglamento de la Ley Marco de Cambio Climático la creación de una plataforma para el monitoreo de las medidas de adaptación (Cristina Rodríguez, MINAM, com. pers.) que permitirá evaluar

Acciones de adaptación [1]	Mitigación	Prevención degradación tierras	Protección ecosistemas y biodiversidad	Seguridad alimentaria	Salud	Reducción de la pobreza	Agua	ODS [2]	Sendai [3]
Especies de cultivo con mayor tolerancia térmica e hipoxia. Cambio o reubicación de especies con concha	●	●	●	●	●	●	●	1, 2, 8, 13	●
Cierre y reubicación de sitios de producción	●	●	●	●	●	●	●	8, 9, 13	●
Planificación espacial para determinar nuevas áreas favorables y desfavorables	●	●	●	●	●	●	●	8, 9, 14	●
Formulación de nuevos alimentos para especies carnívoras que no utilicen peces de bajo valor. Cultivo de especies herbívoras	●	●	●	●	●	●	●	2, 9, 12	●
Desarrollo del cultivo de especies de agua dulce tolerantes a la salinidad o especies eurhalinas o marinas naturales o seleccionadas	●	●	●	●	●	●	●	1, 2, 9, 12	●
Implementación de planes de manejo adaptativo y con enfoque ecosistémico en pesquerías locales, regionales y nacionales	●	●	●	●	●	●	●	13	●
Fortalecer o establecer los programas de monitoreo espacial de los recursos y la biodiversidad marina en las diferentes pesquerías	●	●	●	●	●	●	●	13, 14	●
Fortalecer o establecer programas de reducción del descarte y la pesca incidental	●	●	●	●	●	●	●	14	●
Fortalecer los pronósticos de los desembarques frente a diversos escenarios del cambio climático	●	●	●	●	●	●	●	13, 14	●
Incorporación del análisis de riesgos al cambio climático en los planes de gestión para pesca y acuicultura	●	●	●	●	●	●	●	13	1, 2, 4
Capacitación local sobre los riesgos del cambio climático a través de proyectos piloto de adaptación en pesca y acuicultura	●	●	●	●	●	●	●	13	1
Adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal a los posibles impactos del cambio climático	●	●	●	●	●	●	●	2, 9, 13	3
Sistema de seguros para acuicultores de pequeña escala y pescadores artesanales ante eventos climáticos extremos	●	●	●	●	●	●	●	13	●

Figura 8.9. A. Interacciones en el ámbito de los recursos pesqueros entre acciones de adaptación y otros aspectos del desarrollo. (Continúa en la página siguiente).

Acciones de adaptación [1]	Mitigación	Prevención degradación tierras	Protección ecosistemas y biodiversidad	Seguridad alimentaria	Salud	Reducción de la pobreza	Agua	ODS [2]	Senda [3]
Fomentar el consumo de especies de peces de bajo valor comercial, como la anchoveta y las sardinas, para combatir la inseguridad alimentaria	●	●	●	●	●	●	●		Senda [3]
Incorporar la gestión del conocimiento en las cadenas de valor en pesca y acuicultura	●	●	●	●	●	●	●		●
Reducir u orientar el esfuerzo de pesca para reducir la vulnerabilidad de las especies ya amenazadas	●	●	●	●	●	●	●		●
Mantener una reserva de biomasa mínima de peces de forraje y el aumento del rango de áreas protegidas para la recuperación de los principales depredadores	●	●	●	●	●	●	●		●
Desarrollo de infraestructura para el aprovechamiento óptimo de los recursos de la pesca de pequeña escala en la cadena de valor	●	●	●	●	●	●	●		●
Mejorar el diseño de las embarcaciones y artes y aparejos de pesca para reducir el consumo de combustible y mejorar la calidad y la sostenibilidad de los recursos	●	●	●	●	●	●	●		●
Desarrollar tecnologías de bioconversión de subproductos de la pesca y acuicultura en biogás, biofertilizantes y alimentos para animales	●	●	●	●	●	●	●		●
Implementación o mejora de los sistemas de la recopilación de datos espaciotemporales de pesquerías a nivel nacional y local	●	●	●	●	●	●	●		●
Protección de hábitats críticos o esenciales para el desarrollo de especies comerciales, en particular los manglares y los estuarios	●	●	●	●	●	●	●		●
Sistemas de gobernanza sólidos y participativos en la pesca de pequeña escala basados en políticas a largo plazo y con igualdad de género para la pesca y acuicultura	●	●	●	●	●	●	●		●
Programas inclusivos de capacitación para fortalecer el manejo de pesquerías de pequeña escala y para mejorar la salud de los ecosistemas y la seguridad alimentaria	●	●	●	●	●	●	●		●
Programas de acceso al crédito para los pescadores en pequeña escala para diversificar sus medios de vida y reducir la presión sobre stocks sobreexplotados	●	●	●	●	●	●	●		●

Figura 8.4. B. Interacciones en el ámbito de los recursos pesqueros entre acciones de adaptación y otros aspectos del desarrollo. (Continúa en la página siguiente).

[1] Para cada una de las medidas se valoraron, según el criterio de los autores, los distintos parámetros señalados en la tabla (como la mitigación u otros aspectos del desarrollo). Las interacciones se señalaron con círculos verdes (●●●) en el caso de los cobeneficios; con círculos rojos (●●●) en el caso de los antagonismos y contraindicaciones; o con un punto gris (●) en el caso de interacción neutra o no detectada. El tamaño de los círculos verdes y rojos indica mayor o menor grado de interacción (ya sea de cobeneficio o de antagonismo).

Además, para cada una de las medidas, se señalaron las interacciones con respecto a los ODS y Sendai.

[3] **Prioridades del Marco Sendai:** ① comprensión del riesgo de desastres; ② fortalecimiento de la gobernanza del riesgo de desastres para la gestión del riesgo de desastres; ③ invertir en la reducción del riesgo de desastres para aumentar la resiliencia; ④ mejorar la preparación ante los desastres para una respuesta eficaz y «reconstruir mejor» en la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

[2] **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):**

	ODS-1, erradicación de la pobreza;		ODS-10, reducir las desigualdades;
	ODS-2, hambre cero y agricultura sostenible;		ODS-11, ciudades y comunidades sostenibles;
	ODS-3, salud y bienestar;		ODS-12, producción y consumo responsables;
	ODS-4, educación de calidad;		ODS-13, acción contra el cambio climático mundial;
	ODS-5, igualdad de género;		ODS-14, vida en el agua;
	ODS-6, agua limpia y saneamiento;		ODS-15, vida terrestre;
	ODS-7, energía limpia y asequible;		ODS-16, paz, justicia e instituciones eficaces;
	ODS-8, trabajo decente y crecimiento económico;		ODS-17, asociaciones y medios de ejecución.
	ODS-9, infraestructura de innovación;		

**Figura 8.9.** Interacciones en el ámbito de los recursos pesqueros entre acciones de adaptación y otros aspectos del desarrollo. **Fuente:** elaboración propia. (Continuación).



**Figura 8.10.** Pesca y acuicultura reportada en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND). **Fuente:** modificado a partir de Kalikoski et al. (2018).

la efectividad de las acciones de adaptación. En la Península Ibérica, actualmente el desarrollo de medidas o indicadores de la efectividad de la adaptación provienen del desarrollo de mapas de vulnerabilidades y riesgos de exposición al cambio climático. El monitoreo y evaluación de las acciones de adaptación a través de indicadores de efectividad es fundamental, y debería ser parte del proceso de formulación de Planes de Adaptación al Cambio Climático para la Pesca y Acuicultura en los países de la RIOCC con la finalidad de definir los

alcances y la eficacia de las inversiones y establecer las prioridades (grupos meta, territorios, temas) y asignación de recursos.

## 8.7. Casos de estudio

La **Figura 8.11** presenta las características de los casos de estudio sobre actuaciones de adaptación en pesca y acui-

Título del caso	País/es	Región/es	Factor climático determinante	Ámbito geográfico	Tipos de adaptación	Aplicabilidad
Adaptación autónoma a la variabilidad climática de la pesquería de concha de abanico ( <i>Argopecten purpuratus</i> ) en el Perú.	Perú			Local		Nacional
Adaptación social frente al cambio climático de las mujeres en el marisqueo en Galicia (España).	España			Local		Nacional
Proyecto Adaptación al Cambio Climático del Sector Pesquero y del Ecosistema Marino-Costero de Perú (PE-G1001/PE-T1297).	Perú			Nacional		Nacional
La pesca en la bahía de Samborombón, Argentina: vulnerabilidad y lineamientos para adaptación al cambio climático.	Argentina			Local		Nacional
De la pesca al turismo con tortugas marinas: el caso de El Nuro, Piura, Perú.	Perú			Local		Nacional

**Factor climático determinante:**

- Aumento de la temperatura
- Sequía
- Aumento de la precipitación
- Disminución de la precipitación
- Temperaturas extremas
- Cambios en la estacionalidad
- Tormentas intensas y huracanes
- Inundación
- Subida del nivel del mar
- Acidificación del océano
- Fertilización por CO2

**Regiones:**



**Tipos de adaptación:**

- planificada, esto es, si es el resultado de decisiones políticas deliberadas;
- autónoma, esto es, si se realiza normalmente por individuos, comunidades o entes privados;
- dura (mediante infraestructuras o aplicaciones tecnológicas);
- blanda (acciones políticas, sociales, formativas, etc.);
- verde (acciones basadas en los ecosistemas).

**Figura 8.11.** Caracterización de los casos de estudio (recursos pesqueros). Fuente: elaboración propia.

cultura identificados en los países de la RIOCC y que se describen a continuación.

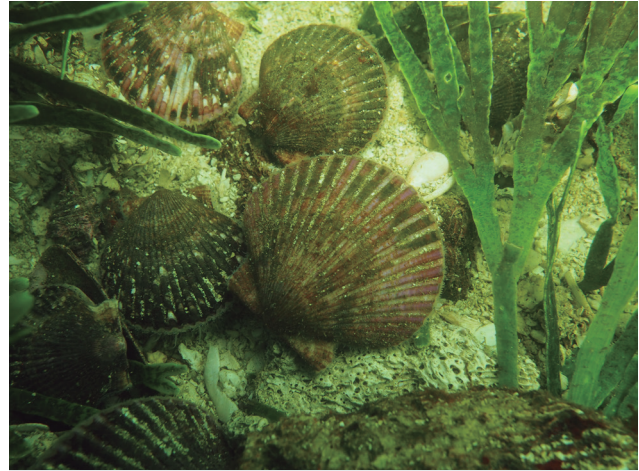
### 8.7.1. Adaptación autónoma a la variabilidad climática de la pesquería de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el Perú

#### 8.7.1.1. Resumen del caso

Las comunidades costeras en el Perú se han adaptado a la variabilidad climática durante miles de años. Este caso muestra un ejemplo de adaptación reciente de los pescadores extractores de mariscos de la zona sur de Perú (Pisco) frente a las fuertes fluctuaciones de los bancos de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) causadas por El Niño. La aparición y descubrimiento de nuevos bancos en el norte de Perú (Sechura) obligó a los pescadores a migrar hacia esta zona llevando consigo la habilidad del buceo en la extracción de concha de abanico y el conocimiento básico para establecer «áreas de repoblamiento», que no eran más que áreas de cultivo sembradas con semilla de los bancos naturales y extraídas después a una talla comercial. Actualmente muchas familias de la zona sur se han asentado en la zona norte y la han convertido en la de mayor producción y exportación de concha de abanico en el país.

#### 8.7.1.2. Introducción a la problemática del caso

Perú experimenta eventos El Niño (EN) recurrentes durante los cuales la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) presenta cambios en el tamaño de sus stocks (Figura 8.12). En la costa sur del país, específicamente en la zona conocida como Pisco, el aumento de la temperatura de la superficie del mar origina un aumento de tamaño de sus stocks. Sin embargo, en la zona norte del país los eventos EN fuertes son sinónimo de inundaciones y descargas de ríos que afectan negativamente a la biomasa de concha de abanico. Durante el periodo de EN de 1983-1985, la cosecha de concha de abanico en la bahía Independencia (Pisco) fue la más alta jamás registrada, produciendo alrededor de 40.000 toneladas a diferencia de aproximadamente 1.000 toneladas en años anteriores. Algo similar ocurrió con el evento EN de 1997-1998, que encontró a los pescadores preparados para el aprovechamiento de los bancos y que se centró en la extracción de semillas y su traslado a áreas someras de las bahías con fines de engorde, actividad mal llamada «repoblamiento». Ambos eventos convirtieron la concha de abanico en una especie objetivo para las exportaciones, lo que se tradujo en ingresos económicos para los pescadores de Pisco nunca antes vistos y creó expectativas de la ocurrencia de un nuevo EN. Sin embargo, la ocurrencia de estos eventos demandó una espera de por lo menos 15 años y con la incertidumbre de que los efectos



**Figura 8.12.** Concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) de la bahía de Sechura (Perú). Fuente: fotografía submarina tomada por Tania Mendo.

de El Niño fueran distintos a los del pasado. Por otro lado, los bancos de la zona norte (isla Lobos de Tierra y Sechura) experimentaron una mortandad masiva con la ocurrencia de El Niño de 1997-1998, afectando biomásas entre 8.000 y 12.000 toneladas registradas antes del evento y con ello mostrando una oportunidad de aprovechamiento en esta zona. En este contexto de variabilidad climática los pescadores decidieron de manera autónoma adaptarse a estos escenarios de cambios en la producción de los bancos que en el 2013 colocó a Perú como el tercer país más importante productor de vieiras en todo el mundo (3,7 %), después de China (86,9 %) y Japón (9,1 %). La bahía de Sechura actualmente representa el 80 % de la producción peruana (en 2013; Mendo et ál., 2016) y el 50 % de la producción total de concha de abanico en América Latina.

#### 8.7.1.3. Descripción del caso

Con la ocurrencia de los eventos EN en 1983/1984 y 1997-1999, tanto pescadores artesanales como hombres de negocios intentaron mantener la producción de concha de abanico mediante el cultivo en sistema de fondo en áreas someras de la costa (Mendo et ál., 2016). Esta técnica mal llamada de «repoblamiento» involucra la colección de las semillas de los bancos naturales, que son transferidas a áreas costeras poco profundas para la fase de crecimiento hasta un tamaño comercial. Después de los eventos EN y aun cuando el Estado, presionado por los pescadores, otorgaba áreas para el cultivo y suministraba semillas, los bancos de la isla Lobos de Tierra, al sur de Sechura, mostraron una alta producción de semilla que propició la migración de los pescadores de Pisco hacia la costa norte, y la producción en Sechura mostró un incremento permanente a partir del año 2000, alcanzando cifras records de 48.000 toneladas, es decir, el 80 % de la producción nacional (Mendo et ál., 2016). En

el 2016 la producción disminuyó a alrededor de 20.00 t y en el 2017 fue casi nula por la ocurrencia de El Niño costero. Esta estrategia de adaptación frente a la variabilidad climática básicamente fue iniciada por los pescadores, quienes obligaron a las autoridades a generar instrumentos normativos para que se desarrollara esta actividad de manera exitosa, aunque todavía quedan algunas acciones pendientes para que la producción sea sostenible. El desarrollo de esta actividad fue posible gracias a la importación de una modalidad de cultivo experimentada por los pescadores de buceo de Pisco consistente en el traslado y siembra de semilla en áreas someras de la bahía de Sechura cuidadas celosamente hasta que las conchas alcanzan una talla comercial y para exportación (**Figura 8.13**). Por otro lado, fue crucial la disponibilidad de semillas casi de manera permanente en los bancos de isla Lobos de Tierra y en la misma bahía de Sechura, así como la formación de asociaciones de pescadores, a quienes se les asignó legalmente un área de mar para este propósito. Actualmente son más de 150 las asociaciones de pescadores artesanales (OSPAS) que cuentan con autorización para repoblar áreas asignadas mediante un Plan de Ordenamiento de la Bahía, que actualmente lidera la producción de concha de abanico en el Perú.

#### 8.7.1.4. Limitaciones e interacciones

Una de las limitaciones que presenta la actividad de siembra en sistemas de fondo es la disponibilidad de semilla en los bancos naturales, ya que los bancos presentan una alta variabilidad en su producción. La semilla producida en los laboratorios creados en la zona es insuficiente todavía y no pueden competir con la oferta natural por el precio de venta. Actualmente existen indicios de que la producción de semillas en los bancos de la isla Lobos de Tierra está mayormente gobernada por la retención larval y el trans-



**Figura 8.13.** Embarcación marisqueira con concha de abanico en el desembarcadero pesquero artesanal de Parachique (bahía de Sechura, Perú). **Fuente:** fotografía tomada por Jaime Mendo.

porte de larvas provenientes de la bahía de Sechura (Flores et ál., 2019), que podría servir de soporte para una eventual formalización en la extracción de semillas de estos bancos. Por otro lado, el traslado de semillas de una zona a otra ha significado el traslado de otras especies, como la macroalga invasora *Caulerpa sp.* de Piura a Pisco. Asimismo, la siembra en el fondo es vulnerable a los eventos de anoxia que suelen presentarse en la costa peruana como consecuencia de cambios oceanográficos y decaimiento de la producción de las floraciones algales nocivas. Otra de las limitaciones es el incumplimiento de protocolos sanitarios y monitoreo por parte de las asociaciones, requisitos necesarios para la exportación de sus productos. La cultura empresarial y de ahorro todavía no está desarrollada para enfrentar estos instrumentos de gestión. Finalmente, deben considerarse los impactos ambientales que genera la misma actividad acuícola como consecuencia de las excretas y pseudoheces producidas por los organismos cultivados. La experiencia de adaptación de los pescadores artesanales y el desarrollo del cultivo de fondo han permitido la interacción de muchas instituciones públicas y privadas involucradas en esta actividad. Los cobeneficios son sumamente importantes en toda la cadena de producción y valor, otorgando oportunidades de ocupación para el país e inversión tanto en la producción como en el transporte, procesamiento y exportación. Esta modalidad de ocupación de los pescadores de buceo les ha permitido tener un trabajo con beneficios muy altos y además en un ambiente de mayor seguridad de salud y vida.

#### 8.7.1.5. Lecciones identificadas

La principal lección identificada es que los pescadores usando una forma de autogestión al inicio y de comanejo pueden adaptarse a la variabilidad climática o al cambio climático. Es posible en este contexto de manera sencilla pasar a una adaptación basada en ecosistemas; por lo tanto, se abre una oportunidad para seguir trabajando con los pescadores maricultores de la bahía de Sechura.

### 8.7.2. Adaptación social frente al cambio climático de las mujeres en el marisqueo en Galicia (noroeste de España)

#### 8.7.2.1. Resumen del caso

El sector del marisqueo (fundamentalmente almejas babosa, fina y japonesa, y berberecho) en Galicia (España), desempeñado mayoritariamente por mujeres, ha experimentado transformaciones sustanciales en los últimos 30 años (Macho et ál., 2014). El sistema de gobernanza en los años ochenta, basado en la gestión de los recursos marisqueros *top-down*, cuando la toma de decisiones la llevaba a cabo el Gobierno central, tuvo como resultado el descenso generalizado de

la mayor parte de las especies de marisqueo. A partir de la aprobación del Estatuto de Autonomía de Galicia en 1986, la transferencia de competencia para la gestión de estos recursos y el apoyo del Gobierno regional de la Xunta de Galicia, el sistema socioecológico del marisqueo experimentó cambios positivos, creando un sistema de gestión de derechos territoriales de uso que permitieron la recuperación de la mayor parte de las especies.

En este contexto en el que en la actualidad el sector debe hacer frente a los efectos negativos del cambio climático sobre la abundancia de las almejas, se desarrolló el proyecto MARISCO, que analizó la dimensión social de la adaptación frente al cambio climático en la última década por parte de un grupo de mujeres de tres de las cofradías más importantes de Galicia (Cambados, Campelo y Pontevedra) a través de un programa de entrevistas a las mariscadoras. Las mariscadoras están diseñando, al menos hasta el momento, estrategias exitosas de carácter social. Primero, han diseñado una estrategia de adaptación, sobre todo de carácter económico, dirigiendo su explotación de forma predominante hacia la especie almeja japónica, que, aunque foránea, es más resistente frente a los efectos del cambio climático que la autóctona, y que a su vez les permite abastecer los mercados de forma regular. Segundo, las mariscadoras han sido pioneras en promover su participación en el sistema de comanejo de los recursos marisqueros codiseñando planes de explotación anual desde los años noventa. Tercero, existe un mayor involucramiento de las organizaciones de mariscadoras en tareas de capacitación, asunción de responsabilidades en la dirección de la agrupación de mariscadoras, y mayor vigilancia de la actividad, lo que ha permitido una mayor cohesión interna entre las mujeres frente al cambio climático. Cuarto, una mayor organización permitió optimizar los costos de producción con vistas a mejorar las tareas de limpieza y regeneración de los bancos marisqueros. Quinto, el diseño y cumplimiento de los planes de explotación posi-

ibilitó obtener mayores ingresos económicos y sociales, obteniendo derechos (prestación por desempleo, bajas médicas remuneradas, entre otros) ante el sistema de la Seguridad Social de España (Villasante et ál., 2018). No obstante, este sector afronta desafíos significativos tales como la degradación de los hábitats, la contaminación por embalses y la pesca IUU, entre otros (Pita et ál., 2018).

### 8.7.2.2. Introducción a la problemática del caso

La recogida de moluscos bivalvos (fundamentalmente almeja babosa, fina, japónica y berberechos) en las playas de Galicia ha sido una actividad histórica desarrollada sobre todo por mujeres, con gran arraigo socioeconómico y cultural para las comunidades costeras, y ha contribuido de forma destacada a la ingesta de proteína de origen marino de altísima calidad y valor nutricional. Tradicionalmente, estos recursos se recogían en una situación de acceso abierto (*open access*) y solo sustentaban una actividad de subsistencia para la demanda local (Macho et ál., 2014). Esta situación cambió cuando estos productos comenzaron a comercializarse por parte de las empresas conserveras en los años sesenta, y posteriormente fueron distribuidos refrigerados en toda España. Con el cambio sustancial del patrón de consumo de productos pesqueros en España, el estado de los recursos marisqueros también se vio alterado. El número de mariscadores aumentó hasta cerca de 60.000 personas en 1974-1975, lo que originó la existencia de conflictos por la captura de estos recursos y el posterior colapso de la mayor parte de ellos en los años ochenta (Macho et ál., 2014) (**Figura 8.14**).

Ante esta situación, el Gobierno nacional modificó algunas regulaciones referidas al acceso (registro obligatorio de mariscadores, cierre de áreas, etc.), pero el acceso abierto permaneció *de facto* hasta que el gobierno autonómico de



**Figura 8.14.** Mariscadoras en la ría de Pontevedra (Galicia, España). Fuente: fotografías de Pablo Pita.

Galicia transformó el régimen de derechos de acceso y reguló la actividad de las mujeres. Estos cambios se aceleraron en los años noventa, cuando el marisqueo se reguló como una actividad profesional que requirió un permiso (*permex*) controlado por el gobierno regional, se adoptó un plan de explotación desarrollado por parte de las cofradías de pescadores con apoyo de las asistencias técnicas y supervisado por la Administración regional, y se estableció el registro en la Seguridad Social de las mariscadoras (Macho *et ál.*, 2013; Pita *et ál.*, 2018). La organización de la actividad fue promovida a través de las organizaciones de mariscadoras integradas en las cofradías, en donde se ha entendido como un sistema de cogobernanza del marisqueo (Frangoudes *et ál.*, 2013).

Esta transformación implicó, sin embargo, una drástica caída del número de mariscadores, la mayoría mujeres, que pasó de 16.335 en 1990-1991 a 3.017 en 2017 debido, en gran parte, a la sobrepesca, la pesca IUU, la importación de marisco extranjero, la degradación de hábitats, la contaminación, entre otros factores, con efectos negativos en las comunidades costeras (Pita *et ál.*, 2018).

En la actualidad, el marisqueo a pie genera en Galicia más de 10.000 empleos directos (> 4.300 son mujeres), explota más de 60 especies (moluscos, crustáceos, gasterópodos, equinodermos, anélidos, anémonas, algas, etc.), captura alrededor de 7.000 toneladas anuales por valor de ~51 millones de euros (Xunta de Galicia, 2018). Las especies de marisqueo son gestionadas por un sistema de manejo implementado por la Administración autonómica (Xunta de Galicia) y las 63 cofradías de pescadores que existen en Galicia, generalmente localizadas en pequeñas villas maríneas. Cada cofradía dispone de derechos territoriales de uso (TURF) y las mariscadoras ejercen sus TURF en un área de aproximadamente 80.000 ha a lo largo del litoral gallego (Arnáiz *et ál.*, 2005). Un problema común es la ausencia de un protocolo de recogida sistemática de información biológica, económica y social a nivel regional y local (Villasante *et ál.*, 2016). En este contexto, el marisqueo está haciendo frente a cambios importantes derivados del cambio climático y otros efectos antropogénicos que están poniendo en riesgo la sostenibilidad de la actividad.

### 8.7.2.3. Descripción del caso

Una de las consecuencias del cambio global es la periodicidad con que ocurren eventos tales como incremento de la temperatura superficial del mar y lluvias torrenciales que están modificando la salinidad costera. Las proyecciones muestran que en la costa atlántica de Europa ocurrirán con mayor frecuencia, intensidad y duración olas de calor y precipitaciones extremas que pueden generar episodios de mortalidad masiva dependiente de las especies, ciclo de vida o contexto espacio-temporal (Parada *et ál.*, 2012). Cambios en la salinidad de los bancos debido a fuertes lluvias en 2000-2001 (Parada *et ál.*, 2012) y 2013-2014 (Mariño, Pereira, Pastoriza *obs. pers.*) ocasionaron eventos de mortalidad extrema en las rías gallegas.

Durante el proyecto MARISCO (financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España; 2015-2018), los autores realizaron trabajo de campo en cofradías donde el marisqueo resulta de vital importancia para las mujeres y donde los efectos del cambio climático están siendo más evidentes. Se realizaron 335 encuestas en las cofradías de Cambados (N = 95), Campelo (N = 155) y Redondela (N = 85) entre marzo y julio de 2017 (Villasante *et ál.*, 2018). Los resultados de las encuestas señalan que la mayor parte de las mujeres (N = 287) perciben cambios biológicos significativos de las especies capturadas, tales como una mayor mortalidad (en algunos casos masivos), menor abundancia y tamaño, y mayor frecuencia de presencia de parásitos y mareas rojas (Villasante *et ál.*, 2018). Para adaptarse a estos cambios negativos del medio marino, las mariscadoras (N = 293) están diseñando estrategias exitosas de carácter social. Primero, fueron pioneras en promover su participación en el sistema de manejo de los recursos marisqueros codiseñando planes de explotación anual desde los años noventa, lo que ha permitido una recuperación de las especies. Segundo, existe un mayor involucramiento de las organizaciones de mariscadoras en tareas de capacitación, asunción de responsabilidades en la dirección de la agrupación de mariscadoras, mayor vigilancia de la actividad, lo que ha proporcionado una mayor cohesión interna entre las mujeres. Tercero, una mayor organización permitió optimizar los costos de producción con vistas a mejorar las tareas de limpieza y regeneración de los bancos marisqueros. Cuarto, el diseño y cumplimiento de los planes de explotación posibilitó obtener mayores ingresos económicos y sociales, obteniendo derechos (prestación por desempleo, bajas médicas remuneradas, entre otros) ante el sistema de la Seguridad Social de España.

### 8.7.2.4. Limitaciones e interacciones

En general, la falta de información de variables socioeconómicas suele ser un obstáculo para el estudio del marisqueo en Galicia. La existencia de otros efectos antropogénicos (contaminación, capturas ilegales por parte de turistas) supone una limitación a la hora de determinar los efectos del cambio climático sobre el marisqueo. La falta de una evaluación científica (biológica, económica, social) y monitoreo integral puede ser señalada como una limitación destacada para asegurar que los cambios transformadores continúen en el futuro.

La transformación social del marisqueo gallego ha sido un éxito, generando beneficios socioeconómicos no solo para las mujeres, sino también para sus familias y las comunidades locales que dependen de esta actividad. Su capacidad adaptativa permitió también mantener la capacidad de carga de los ecosistemas marinos a través de la regeneración y limpieza de los bancos marisqueros y una mayor vigilancia de los furtivos, crear procesos de cooperación con la Administración regional y la comunidad científica, y reducir el desempleo femenino en zonas altamente dependientes de la pesca con escasas alternativas laborales.

### 8.7.2.5. Lecciones identificadas

La transformación socioecológica del marisqueo gallego desde los años ochenta representa un caso de estudio de especial relevancia a nivel global dado el elevado peso de las mujeres en la actividad. Los cambios positivos experimentados por el sector a través de la creación de un sistema de manejo implementando planes de explotación anual permitieron un mayor control de la actividad, una mejora en el funcionamiento de las organizaciones de mariscadoras y una recuperación de la mayor parte de los recursos marisqueros en las últimas décadas. Esta transformación exitosa no ha estado, sin embargo, exenta de drásticos cambios en el número de mujeres, así como en las especies objetivo. En este contexto y frente a los efectos del cambio climático, las mujeres también han desarrollado estrategias de adaptación social que propician el mantenimiento de sus rentas a través, sobre todo, de la venta de la almeja japónica (especie invasora) en detrimento de las especies autóctonas. No obstante, focalizar de forma mayoritaria la explotación de los recursos marisqueros en un monocultivo puede entrañar un elevado riesgo ante posibles cambios de abundancia y mortalidad de la especie.

### 8.7.3. Proyecto Adaptación al Cambio Climático del Sector Pesquero y del Ecosistema Marino-Costero de Perú (PE-G1001/PE-T1297)

#### 8.7.3.1. Resumen del caso

Este proyecto de adaptación al cambio climático, desarrollado con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y ejecutado por el Ministerio de la Producción y con el soporte técnico del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) (2015-2018), ha buscado contribuir a aumentar la resiliencia de los ecosistemas marino-costeros y de las comunidades costeras de pescadores artesanales ante los impactos del cambio climático. Acciones de adaptación concretas fueron realizadas en Huacho, Pisco e Ilo, que consistieron en talleres de capacitación a grupos de pescadores artesanales sobre la recolección y uso de información en gestión pesquera; el diseño, implementación y uso de artes y métodos de pesca sostenible dirigidos a la captura de anchoveta para el consumo humano directo (CHD), y el entrenamiento de profesionales y pescadores para la aplicación de buenas prácticas pesqueras que conduzcan a la inclusión de los pescadores artesanales en cadenas productivas para CHD (Zavala *et ál.*, 2019).

#### 8.7.3.2. Introducción a la problemática del caso

Perú cuenta con las pesquerías más productivas del mundo, generando aproximadamente el 10 % de las capturas de

pescado mundial. Entre los principales factores que impulsan esta enorme productividad están las características físicas y químicas del afloramiento costero del país (Chávez *et ál.*, 2008). Aun cuando la mayor parte del impacto económico del sector está relacionado con la pesca de anchoveta para la producción de harina de pescado y para la industria de aceite de pescado en el país, la pesca artesanal tiene un importante rol socioeconómico como fuente de empleo tanto directo como indirecto y como fuente de proteínas para la seguridad alimentaria del país y del mundo.

Se espera que el cambio climático tenga efectos en la biodiversidad, la calidad de los hábitats y los ciclos de vida de los ecosistemas y organismos marinos, así como en los servicios socioeconómicos, tales como el potencial de captura de peces, los ingresos de los pescadores y sus medios de subsistencia, aumentando a su vez la vulnerabilidad de los ecosistemas marinos costeros. Las comunidades a lo largo de la costa peruana, incluyendo el 15 % de la población urbana del país, son actualmente muy vulnerables a los cambios potenciales en la producción de peces debido a variables como la exposición al clima, la sensibilidad o la dependencia de la pesca y la limitada capacidad de adaptación (Allison, *et ál.*, 2009). Se prevé que a largo plazo el cambio climático, a través de sus impactos directos y/o indirectos sobre los ecosistemas, ponga en riesgo la sostenibilidad de la pesca artesanal. De esta manera, una reducción de la productividad en la pesca artesanal tendría un impacto significativo sobre las economías locales e implicaría el deterioro de los medios de subsistencia de la comunidad pesquera.

En este contexto, este proyecto financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y ejecutado por el Ministerio de la Producción y el soporte técnico del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) (2015-2018) ha buscado contribuir a aumentar la resiliencia de los ecosistemas marino-costeros y de las comunidades costeras de pescadores artesanales a los impactos del cambio climático.

#### 8.7.3.3. Descripción del caso

El proyecto tuvo como objetivo responder a tres retos específicos:

- a. Limitado conocimiento en torno a la naturaleza y el alcance de los impactos del cambio climático sobre los recursos marinos y los ecosistemas costeros, que se deriva de (i) la falta de capacidades de modelación y predicción suficiente, lo que limita la comprensión de las dinámicas oceanográficas y climáticas, y excluye la posibilidad de una gestión pesquera adaptativa, y (ii) insuficientes plataformas para el monitoreo de las condiciones oceanográficas y meteorológicas en las escalas de tiempo requeridas.
- b. Aumento de la vulnerabilidad de las comunidades pesqueras costeras debido a (i) la reducción de los ingresos provenientes de su actividad pesquera, relacionada con una menor productividad asociada con el calentamiento

to global y los cambios en la química de los océanos; (ii) la sensibilidad (grado de afectación) de las variables físicas y químicas del océano al cambio climático, y (iii) la incertidumbre en las metas de pesca sostenible ante los impactos climáticos sobre la productividad de la actividad pesquera. La vulnerabilidad de los ecosistemas marino-costeros puede verse agravada debido al uso inadecuado de las zonas costeras y la consecuente contaminación del medio marino.

- c. Capacidad limitada para integrar la información de la vulnerabilidad del sector pesquero al cambio climático en las políticas sectoriales y limitada organización de los pescadores para participar en las cadenas productivas. Con el fin de lograr los objetivos del proyecto propuesto, todos los actores relevantes, las comunidades y los agentes nacionales y regionales necesitan acceso a información ambiental de mejor calidad sobre el medio marino y su relación con la productividad del mismo, así como una mayor sensibilización sobre los efectos del cambio climático en el sector pesquero.

El proyecto ha fortalecido las capacidades técnicas del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) para modelar, diagnosticar y pronosticar la respuesta del complejo sistema marino-costero al cambio climático. Ello permitió producir evaluaciones de vulnerabilidad sobre especies y casos piloto de interés ante diferentes escenarios futuros y de las consecuencias sobre el bienestar de las comunidades que dependen de estos recursos para su sustento. El proyecto también ha apoyado las actividades que desarrolla el Ministerio del Ambiente (MINAM) a través de los programas de Manejo Integral de la Zona Costera (MIZC), así como iniciativas ligadas a la formulación de planes locales y nacionales para el MIZC.

Se realizaron acciones de adaptación concretas en Huacho, Pisco e Ilo, que consistieron en talleres de capacitación a grupos de pescadores artesanales sobre la recolección y uso de información en gestión pesquera, así como el diseño, implementación y uso de artes y métodos de pesca sostenible dirigidos a la captura de anchoveta para el consumo humano directo (CHD) (**Figura 8.15**); también el entrenamiento de profesionales y pescadores para la aplicación de buenas prácticas pesqueras que conduzcan a la inclusión de los pescadores artesanales en cadenas productivas para CHD.

#### 8.7.3.4. Limitaciones e interacciones

Una de las dificultades del proyecto ha sido el grado de organización y gestión de las comunidades pesqueras involucradas en acciones de adaptación que conduzcan a una mayor participación de los beneficiarios. Asimismo, como en otros proyectos que contemplan experiencias piloto de adaptación, la limitación más importante es la capacidad del Estado de escalar y generar sostenibilidad de las experiencias exitosas más allá del término del proyecto.

Este proyecto fortalecerá la interacción de las dependencias del Viceministerio de Pesca y Acuicultura (Ministerio



**Figura 8.15.** Charquicán, plato tradicional a base de anchoveta (*Engraulis ringens*) de la caleta de Carquín (Perú). Fuente: foto tomada por Edwin Pinto (Lab. Costero de Huacho, IMARPE).

de la Producción-PRODUCE) y del Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales (Ministerio del Ambiente-MINAM), encargados de los temas relacionados con el manejo integrado de zonas costeras y la adaptación al cambio climático. Por otro lado, permitirá el involucramiento de comunidades pesqueras artesanales en las actividades del proyecto y sensibilizará a todos los actores del proyecto en los temas de adaptación al cambio climático.

#### 8.7.3.5. Lecciones identificadas

Dado que este proyecto es uno de los planes pioneros en adaptación planificada en el ámbito marino, se estima que las lecciones que se deriven de su ejecución sean muy importantes para los proyectos o acciones de adaptación que se ideen en el futuro. De hecho, en el 2018 empezó el Proyecto «Adaptación a los impactos del cambio climático en el ecosistema marino-costero del Perú y sus pesquerías», financiado por el Fondo de Adaptación (PRODUCE, 2016b), ejecutado por el Ministerio de la Producción y el soporte técnico del IMARPE, que continuará y expandirá las acciones de adaptación iniciadas por el proyecto financiado por el BID. Dicho proyecto abarca cuatro componentes, asociados a ciencia y tecnología, intervenciones piloto orientadas a aumentar la resiliencia tanto de los ecosistemas marino-costeros como de las poblaciones de pescadores artesanales, gobernanza y formación de capacidades tanto a nivel técnico como de los pescadores artesanales. El ámbito de acción considera una zona piloto en el norte del Perú asociada al ecosistema marino-costero tropical y otra

en la costa central asociada al ecosistema del afloramiento (surgencia) costero. En sus intervenciones directas prevé llevar a cabo experiencias de acuicultura con especies nativas, cambio a artes de pesca sostenibles y bioconversión de residuos sólidos generados por la actividad pesquera artesanal, entre otras.

### 8.7.4. La pesca en la bahía de Samborombón, Argentina: vulnerabilidad y lineamientos para adaptación al cambio climático

#### 8.7.4.1. Resumen del caso

Con 2,24 km<sup>2</sup>, la bahía de Samborombón es el mayor humedal costero de Argentina. Los desembarcos pesqueros en los puertos de la bahía han variado en las últimas tres décadas y desde 2014 los desembarcos de corvina rubia (el principal recurso) se mantienen en 10.000 t/año. El análisis de riesgos y vulnerabilidad de las comunidades pesqueras revela gran incertidumbre y una subestimación de sus capacidades para contribuir con las acciones de adaptación frente al cambio climático en un escenario que se anticipa como un sistema más cálido, inestable y con más eventos extremos. Frente a ello es importante que las acciones de adaptación para la pesca en la bahía incluyan: i) políticas públicas coordinadas entre los organismos gubernamentales que contemplen la vulnerabilidad y los impactos previstos sobre la pesca y promuevan la participación de los pescadores; ii) un programa de monitoreo del clima y de la erosión costera; iii) un plan de monitoreo de los recursos pesqueros que incluya los efectos del cambio climático y estrategias de adaptación, y iv) un plan de medidas de adaptación para General Lavalle, la localidad más vulnerable, que contenga el análisis de estructuras portuarias, la planificación de defensas costeras y la zonificación de riesgos para viviendas y caminos.

#### 8.7.4.2. Introducción a la problemática del caso

La bahía de Samborombón, sitio RAMSAR desde 1997, es el mayor humedal mixohalino (marisma) de Argentina. Abarca unas 224.000 hectáreas, desde Punta Piedras (35°27'S-56°47'O) hasta Punta Rasa (36°22'S-56°35'O), posee un ancho variable de entre 2 y 23 km e incluye una franja de aguas someras con fondos de limo y arenas finas hasta la isobata de 10 m. Es una zona de intensa interacción entre los ecosistemas acuáticos y terrestres, y de mezcla entre las aguas del río de la Plata y el océano Atlántico, lo que crea condiciones ecológicas únicas en el mar argentino y le permite dar sustento a una gran biodiversidad y a una pesquería de arrastre que tiene como especies principales a la corvina rubia y al pez palo.

La bahía es una de las áreas con mayor probabilidad de ser afectada por los efectos del cambio climático, como aumento en el nivel del mar, intensificación de tormentas y otros eventos extremos del clima, el incremento de la erosión costera e inundaciones más frecuentes por desbordes de los ríos Salado y Samborombón (con lluvias fuertes que colapsan los sistemas de canales construidos para conducir al mar estos desbordes). Un análisis realizado por FVSA (2013) señala los efectos esperados en la población costera local, en la pesca, la biodiversidad y los servicios ambientales del área, y presenta las estrategias de adaptación y las medidas posibles para incrementar la resiliencia de los sistemas pesqueros en la bahía.

#### 8.7.4.3. Descripción del caso

Las principales especies capturadas en esta bahía son la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y el pez palo (*Percophis brasiliensis*), a las que se suman la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), la corvina negra (*Pogonias cromis*), el pargo blanco (*Umbrina canosai*), la palometa pintada (*Parona signata*), la pescadilla real (*Macrodon ancylodon*), el águila de mar (*Myliobatis goodiei*) y el gatuzo (*Mustelus schmitti*). Los desembarques se realizan en los puertos Río Salado, General Lavalle y San Clemente. Río Salado opera desde 1992, cuando se trasladaron embarcaciones desde los puertos de Mar del Plata, Quilmes y Tigre. Si bien inicialmente operaron 60 embarcaciones, desde 2010 solo operan 10 embarcaciones de menos de 15 m de eslora, que pescan con redes de arrastre en parejas. Desde General Lavalle operan 10 embarcaciones de menos de 15 m de eslora, que utilizan redes de arrastre en parejas. Desde San Clemente operan unos 40 pescadores artesanales con embarcaciones de 6 a 8 m de eslora, que utilizan trasmallos, redes agalleras y espinales, con capturas menores a las 1.000 t/año (**Figura 8.16**).

Los desembarcos declarados, según las estadísticas de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Nación, han tenido



**Figura 8.16.** Puerto pesquero de San Clemente-bahía de Samborombón (Argentina). Fuente: Carman y Gonzales (2016).

grandes variaciones: en 1990-2000 se realizaron capturas de menos de 4.000 t/año, pero en 2001-2011 hubo un incremento que alcanzó las 10.000 t/año en 2010, principalmente en el puerto del General Lavalle, que llegó a representar un 30 % de los desembarcos de ese año para ambas especies en la provincia de Buenos Aires (8.000 t de pez palo y 27.000 t de corvina rubia). Desde 2014, los desembarcos de corvina rubia se han mantenido entre 8.000 y 10.000 t/año.

Al ser la bahía un área importante de cría y desarrollo de muchas especies pesqueras, existen problemas asociados al descarte pesquero, ya que los juveniles de corvina rubia suman el 90 % del descarte, por lo que a corto y mediano plazo sus poblaciones pueden quedar afectadas. Se estima hacia fines del periodo 2030-2040 para la zona un incremento de 1 °C en la temperatura superficial y el 10 % en la precipitación media anual respecto de la media climática del periodo 1961-1990. Considerando estos escenarios previstos, se pueden considerar dos ámbitos de impactos del CC sobre la pesca: i) sobre los recursos y ii) sobre los aspectos operativos. Los impactos sobre los recursos se darán por modificaciones del hábitat, disminución de la oferta de alimento (principalmente en las comunidades bentónicas) y cambios en las corrientes y masas de agua. Estas amenazas, sumadas a la sobreexplotación pesquera y la alta tasa de descarte registradas, incrementan la vulnerabilidad y podrían poner en riesgo la sostenibilidad de los recursos. El aumento del aporte de agua dulce por mayores lluvias podría disminuir la salinidad costera, aunque, dado que las especies que utilizan la bahía poseen un rango amplio de tolerancia (son eurihalinas), los efectos podrían no ser críticos. Las variaciones en la sedimentación también podrían afectar a las áreas de cría y desove.

En relación con la actividad, el incremento de la frecuencia de tormentas y eventos extremos seguramente disminuirá los días efectivos de pesca. Adicionalmente, el ascenso del nivel del mar y el aumento de altura y frecuencia de ocurrencia de las ondas de tormentas incrementarán los riesgos para la infraestructura asociada al sector pesquero, principalmente en General Lavalle y en los canales de acceso.

#### 8.7.4.4. Limitaciones e interacciones

El análisis de riesgo y vulnerabilidad de las comunidades costeras dedicadas a la pesca en la bahía de Samborombón se basa en consideraciones generales más que en un conocimiento concreto de lo local y en la participación de los pescadores. Esto implica una incertidumbre en las vulnerabilidades, pero también una subestimación en las capacidades de los pescadores de aportar a la planificación y de contribuir en la implementación de acciones de adaptación local frente al cambio climático, en un escenario que se anticipa como un sistema más cálido, inestable y con intensificación en los eventos extremos (TCN, 2015). Esta realidad se agrava por la carencia de coordinación entre los organismos específicos, nacionales y provinciales, y por la urgente necesidad de servicios de vigilancia costera apropiados y con continuidad.

#### 8.7.4.5. Lecciones identificadas

Dada la alta vulnerabilidad del complejo ecosistémico de la bahía de Samborombón, considerado como el de mayor vulnerabilidad de la costa argentina frente a los efectos previstos del cambio climático (TCN, 2015), es importante que las comunidades pesqueras locales perciban los riesgos y participen en la planificación e implementación de acciones de adaptación local frente al cambio climático. Se estima que el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y el Plan de Acción Nacional de Agro y Cambio Climático darán las pautas para desarrollar métodos y herramientas de evaluación sectorial de riesgos, junto con una estrategia de coordinación entre los actores locales relevantes.

### 8.7.5. De la pesca al turismo con tortugas marinas: el caso de El Ñuro, Piura, Perú

#### 8.7.5.1. Resumen del caso

Este caso de adaptación autónoma fue desarrollado por la comunidad de pescadores artesanales de El Ñuro (Piura, Perú) frente a la reducción de sus capturas de especies de alto valor comercial por efecto de la variabilidad climática y la pesca excesiva. Basándose en su fuerte organización, decidieron buscar alternativas productivas y encontraron en el desarrollo del turismo una medida para adaptarse a estos cambios. Esta acción ha diversificado la ocupación reduciendo el esfuerzo de pesca y ha conducido a mejorar los ingresos económicos en la comunidad.

#### 8.7.5.2. Introducción a la problemática del caso

En el norte del departamento de Piura existe una comunidad donde casi todos sus habitantes se dedican a la pesca: es la caleta El Ñuro (04°15'S) y tiene 64 años de existencia. Sus pobladores llegaron de la zona del Bajo Piura y Sechura y actualmente son unas 1.300 personas. Los pescadores, alrededor de 450, cuentan con 230 embarcaciones, de las cuales 110 son exclusivamente a vela. Tradicionalmente, esta comunidad de pescadores se ha dedicado a la pesca de recursos de alto valor comercial, como mero, cabrilla, peje blanco, robalo, atún, pez espada, etc. Sin embargo, en las últimas décadas estos recursos han disminuido drásticamente debido no solo a la sobrepesca, sino también a cambios en las condiciones oceanográficas. Actualmente la pesca se ha concentrado en la merluza (*Merluccius gayi peruanus*), cuyo valor comercial es bajo y, por lo tanto, los ingresos de los pescadores por la venta de sus productos han disminuido. Esta situación ha obligado a la comunidad a buscar otras alternativas para obtener los ingresos económicos que necesitan para mantener a sus familias.

### 8.7.5.3. Descripción del caso

Desde algunos años antes del 2009, un grupo de tortugas marinas verdes (*Chelonia mydas*) que naturalmente habita la zona frente a El Ñuro comenzó a acercarse a los alrededores del muelle pesquero en el momento en que las embarcaciones de los pescadores llegaban a desembarcar su captura. Las tortugas, muy oportunistas, buscaban restos de la pesca como alimento. Este acercamiento llamó la atención de personas que visitaban la comunidad. A partir del 2009, se iniciaron algunos estudios que incluyeron censos y un programa de marca y recaptura de estas tortugas para conocer su abundancia y sus movimientos. Paralelamente, algunas personas y empresas que no pertenecían a la comunidad iniciaron algunas actividades de turismo. Con el pasar del tiempo, la comunidad de El Ñuro mostró interés en realizar turismo alrededor de las tortugas verdes. Fue así cómo la comunidad se organizó para controlar el ingreso en el muelle de las personas interesadas en observar las tortugas previo pago y también para capacitar a diversos grupos de jóvenes de la comunidad como guías locales. Gracias a la promoción realizada por el gobierno regional y por la comunidad, para el año 2014 esta actividad experimentó un fuerte incremento, tanto que en un fin de semana de verano el muelle de El Ñuro recibía más de 14.000 visitantes. Hoy en día existen 30 embarcaciones de fibra de vidrio dedicadas exclusivamente a las actividades de avistamiento e inmersión con las tortugas marinas, aunque algunas también realizan actividades de avistamiento de ballenas jorobadas en la temporada de invierno y primavera (**Figura 8.17**). La mitad de los ingresos económicos que obtiene la comunidad por las actividades turísticas (cobro de ingreso, alquiler de chalecos y equipos, entre otros) son guardados en un fondo que gestiona el comité de turismo de la comunidad, que en pleno decide en qué se invierte o gasta. Este fondo ha permitido, por un lado, dar ocupación laboral a hombres y mujeres de la comunidad y, a la vez, incrementar el abastecimiento de agua para consumo humano a través de la adquisición de un camión cisterna.



**Figura 8.17.** Caleta El Ñuro (Piura, Perú), donde se ofrece a turistas la observación de tortugas marinas verdes (*Chelonia mydas*).  
Fuente: fotografía de Iván Gómez Ore.

### 8.7.5.4. Limitaciones e interacciones

El sector gubernamental, específicamente el Gobierno central, aún está organizándose para poder publicar una norma que regule la actividad de turismo no solo con tortugas marinas, sino con fauna marina en general (p. ej., mamíferos marinos, aves marinas y tortugas marinas). Esta norma va a generar cambios en la manera como se realiza el turismo con las tortugas, lo cual podría generar ciertas complicaciones. La actividad de turismo desarrollada de manera autogestionada por los pescadores tiene limitaciones de un mayor desarrollo tanto por la variación estacional de la visita de las tortugas y de los turistas como por la infraestructura disponible para ello. Las tortugas marinas se han visto beneficiadas, dado que los pescadores han cambiado su actitud hacia ellas: de aprovecharlas si es que las capturaban incidentalmente a cuidarlas para que estén cerca de su desembarcadero.

Asimismo, el desarrollo de esta actividad ha incrementado la demanda de varios servicios que benefician a la comunidad de El Ñuro y otras comunidades o distritos aledaños. El transporte es uno de los servicios que se ha incrementado de manera significativa, así como la oferta de restaurantes en la comunidad. Actualmente las esposas de los pescadores han establecido pequeños restaurantes en la playa que son visitados por los turistas y que aportan ingresos a la comunidad.

### 8.7.5.5. Lecciones identificadas

La comunidad de pescadores de El Ñuro ha evidenciado que es posible diversificar las actividades productivas, aunque ello requiere de una buena organización y capacidad de gestión. El turismo es una actividad que puede ser considerada como una acción de adaptación de las comunidades pesqueras frente a la disminución de los recursos pesqueros debido a la sobrepesca, al cambio climático o a la variabilidad climática. Sin embargo, esta y otras actividades productivas requieren de una buena organización y liderazgo.

## 8.8. Principales lagunas de conocimiento y líneas de actuación prioritarias

Las regulaciones pesqueras conducentes a una buena gestión de los recursos en la mayoría de los países de la RIOCC todavía carecen de un «enfoque climático», como sugiere CEPAL (2015). Por otro lado, si bien es cierto que existen planes o estrategias que orientan el desarrollo de acciones de adaptación para la pesca, estos en muchos casos no se traducen en acciones presupuestadas. Es necesario que los gobiernos orienten sus recursos económicos para que las comunidades o actores en general puedan mitigar los impac-

tos del cambio climático en un marco de sostenibilidad económica y ecosistémica. Las diversas medidas de adaptación, sin embargo, requieren considerar las características específicas de cada país y la magnitud de los impactos del cambio climático. En algunos casos, ello podría significar incluso el cuestionamiento de los actuales patrones de producción y consumo y, por tanto, el actual estilo de desarrollo (Sánchez y Reyes 2015).

La mayoría de los stocks pesqueros están actualmente explotados a niveles insostenibles, en especial en los países de la RIOCC en situación de pobreza. El cambio climático es una amenaza adicional para la sostenibilidad del sector pesquero y, por lo tanto, también para su contribución a las economías de estos países y para el alivio de la pobreza y la inseguridad alimentaria. La capacidad de adaptación de las poblaciones dependientes de la pesca se puede ver limitada por una gobernanza débil, un desarrollo débil del conocimiento y la pobreza persistente en muchos de los países, unos factores que colectivamente pueden aumentar su vulnerabilidad (Kifani *et ál.*, 2018). Por ello, Kalikoski *et ál.* (2018) sostienen que los esfuerzos de adaptación y mitigación deben estar centrados en la pesca y acuicultura de pequeña escala, que experimentan una mayor exposición y vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.

Aun cuando existen evidencias de que el cambio climático está afectando a la pesca y la acuicultura en diferentes escalas espaciales y temporales, todavía existe incertidumbre en la implementación de modelos climáticos en algunas regiones (Lluch-Cota *et ál.*, 2018; Yañez *et ál.*, 2018; Bertrand *et ál.*, 2018). Tal como proponen Cochrane *et ál.* (2012), las políticas y actividades de adaptación a nivel supranacional, subnacional y local deberían considerar entre otros temas la ampliación de la base de conocimientos que permitan mejorar las proyecciones y el manejo de la incertidumbre y aporten a la toma de mejores decisiones. En este contexto, es necesario el desarrollo de proyectos que registren y sistematicen dicho conocimiento como punto de partida en la formulación y desarrollo de actuaciones de adaptación planificada.

Asimismo, es necesario considerar como líneas prioritarias de adaptación el fortalecimiento de los marcos de gobernanza, la creación y desarrollo de capacidades y estructuras técnicas y organizativas en las entidades encargadas de la pesca y la acuicultura, fortalecer las asociaciones en el seno del sector público y privado, la sociedad civil y las organizaciones no gubernamentales, y mejorar el aprovechamiento de los mecanismos financieros existentes con enfoques innovadores para seleccionar instrumentos financieros y crear incentivos y desincentivos eficaces.

Finalmente, se recomienda la adaptación anticipada para aumentar la resiliencia socioecológica. Si bien es probable que su costo sea un factor disuasorio para muchos países en el área, debe de tenerse en cuenta que, a largo plazo, el costo de adaptación reactiva podría ser mayor.

## 8.9. Conclusiones

La seguridad alimentaria y los medios de vida proporcionados por la pesca y la acuicultura son cruciales en muchas regiones costeras, ribereñas, insulares e interiores. Al mismo tiempo, el estado de los recursos marinos monitoreados por la FAO continúa deteriorándose. La fracción de las poblaciones de peces marinos explotados dentro de niveles biológicamente sostenibles ha mostrado una disminución de un 90 % en 1974 al 66,9 % en 2015 (FAO, 2018), con el agravante de que esta situación es peor en los países en desarrollo (Ye y Gutiérrez, 2017). En aguas continentales persiste una considerable incertidumbre sobre el estado de muchas pesquerías de captura que contribuyen de manera importante a las demandas globales de alimentos.

Los impactos del cambio climático en la pesca y acuicultura en los países de la RIOCC son complejos y están interconectados con diferentes sectores y actividades humanas. Los cambios en la temperatura o el pH pueden tener impactos directos o indirectos en cualquiera o en todas las facetas, desde las especies objetivo o cultivadas hasta la salud humana y el bienestar. Por lo tanto, los esfuerzos para adaptarse y mitigar el cambio climático deben planearse e implementarse teniendo en cuenta esta complejidad y cómo cualquier intervención nueva afectará no solo a los objetivos inmediatos de las acciones, sino también al sistema en su conjunto (Barange *et ál.*, 2018). La adaptación efectiva es requerida en todas las escalas y sectores de la pesca y la acuicultura para fortalecer y mantener los ecosistemas acuáticos productivos y resistentes y los beneficios derivados de ellos, pero se debe prestar especial atención a los más vulnerables para que el sector contribuya a alcanzar los objetivos globales de reducción de la pobreza y seguridad alimentaria.

En la actualidad, varios países de la RIOCC están realizando esfuerzos para elaborar planes e implementar acciones de adaptación al cambio climático para la pesca y acuicultura, como son los casos de Chile, Perú y Nicaragua, entre otros. Estas medidas ofrecen oportunidades que beneficiarán principalmente a la pesca y acuicultura de pequeña escala. De igual manera, los países de la Península Ibérica, donde el consumo de pescado es relativamente alto y la dependencia de la pesca de las comunidades costeras tiene gran importancia, las acciones de adaptación a los efectos del cambio climático se encuentran no solo planificadas, sino en ejecución.

Sin embargo, el sector pesca y acuicultura no se encuentra como prioridad en la mayoría de los países de la RIOCC y hasta ahora no se le ha dado el peso debido como un elemento fundamental para la seguridad alimentaria y como sustento de miles de familias. Las acciones de adaptación para la pesca y acuicultura registradas en la región de América Latina y el Caribe son escasas a nivel subnacional y local. A nivel local es valorable que las comunidades pesqueras con algunos emprendimientos en acuicultura y turismo se adapten de manera autónoma frente a la ausencia de presu-

puestos y coordinación por parte de los Gobiernos centrales. Estas iniciativas autónomas en la pesca tienen su origen en la disminución de la abundancia de los recursos pesqueros y en la falta de alternativas productivas tanto en ecosistemas acuáticos marinos como continentales.

## Preguntas frecuentes

### 1. ¿Cuáles son los principales riesgos de la variabilidad climática y el cambio climático para la pesca y la acuicultura en la región?

El incremento de la temperatura es uno de los principales riesgos de la variabilidad climática y el cambio climático para la pesca y la acuicultura que afectará a la distribución de los stocks, lo que perjudicará a algunas pesquerías y favorecerá a otras. El descenso de las capturas debido a la disminución de la productividad de los cuerpos acuáticos pone en riesgo la seguridad alimentaria, especialmente de aquellas comunidades que dependen fuertemente de ellas. El alto riesgo de acidificación, especialmente en el golfo de México y el Caribe, causará la mortandad de corales y de especies calcificadoras y afectará a la pesca y a la acuicultura de moluscos bivalvos y crustáceos en países como España. Además, existe un alto riesgo para la pesca y la acuicultura debido al aumento de eventos de hipoxia y a la proliferación de microalgas tóxicas que causan mortandad de especies y la ocurrencia de floraciones algales nocivas. El incremento del nivel del mar en áreas de manglares, lagunas costeras, estuarios y rías, e inundaciones por el incremento de las precipitaciones y desborde de los ríos causarán la pérdida de hábitats, infraestructuras y áreas de cultivos acuícolas. Los fuertes vientos y tormentas acrecentarán los riesgos de accidentes en las faenas de mar, especialmente en las embarcaciones de la pesca artesanal y de pequeña escala.

### 2. ¿Cuáles son los factores que incrementan la vulnerabilidad y dificultan la adaptación frente al cambio climático para la pesca y la acuicultura?

Uno de los factores que incrementa la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático en la pesca y acuicultura es la débil gobernanza que caracteriza a este sector, que además soporta instituciones desorganizadas y sin liderazgo. Ello ha conducido a niveles altos de sobreexplotación de los recursos y de contaminación, a la introducción de especies exóticas y al mal uso de los cuerpos acuáticos en la región. La alta informalidad e ilegalidad existente en la pesca y acuicultura es una consecuencia de las fallas en los procesos de gestión y de la falta de alternativas de diversificación productiva, que incrementan la dependencia de las comunidades pobres de la pesca y acuicultura, haciéndolas más vulnerables. Los pescadores y acuicultores de pequeña escala en los

países más pobres de América Central y el Caribe son particularmente vulnerables y tienen poca capacidad de actuar frente al cambio climático tanto por su ubicación geográfica como por su situación de pobreza. Por ello, las estrategias de adaptación al cambio climático deben enfatizar la necesidad de erradicar la pobreza y la inseguridad alimentaria, tal como proponen el Acuerdo de París, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible y otros instrumentos internacionales, como las directrices voluntarias para asegurar la pesca sostenible a pequeña escala en el contexto de seguridad alimentaria y erradicación de la pobreza.

En este contexto de débil gobernanza y pobreza en varios países de la región, la implementación de estrategias de adaptación será más complicada y requerirá de la participación de los actores en diferentes niveles y sectores del gobierno, la sociedad civil, la academia y las organizaciones comunitarias en un proceso interactivo a través del cual se definan, prioricen e implementen acciones y políticas.

### 3. ¿De qué manera el incremento de la frecuencia de los eventos extremos del clima y del ENOS afecta a la pesca y la acuicultura?

Los eventos extremos del clima y del ENOS en esta región serán más intensos y frecuentes y tendrán impactos negativos en la seguridad alimentaria y la pérdida de activos (por ejemplo, barcos de pesca, motores y equipos), especialmente en los países con alto nivel de pobreza. Las poblaciones de los países insulares del Caribe y de las costas del golfo de México, así como de las latitudes altas de Argentina y Uruguay, son fuertemente vulnerables a estos eventos extremos, como el aumento de las descargas de los ríos y las precipitaciones. La infraestructura de los cultivos suspendidos de *Argopecten purpuratus* y pesquera en Perú y Chile será dañada por la intensidad de las marejadas. En Perú y Ecuador el incremento del nivel del mar y los eventos intensos de lluvia, generados por una mayor frecuencia e intensidad de los EN, ponen en riesgo la producción de camarón marino y tilapia por sedimentación y pérdida tanto de la infraestructura en general como de áreas de manglar en la costa. Asimismo, el aumento de las descargas de los ríos, debido a un crecimiento de las precipitaciones en el sur de Brasil, puede significar una disminución en las capturas de camarón. Eventos extremos de temperatura y acidificación afectarán a la producción pesquera y acuícola en el norte de la Península Ibérica y en el mar Mediterráneo.

### 4. ¿Qué oportunidades o beneficios podría generar el cambio climático para la pesca y la acuicultura?

Muchos países de la región están incluyendo el cambio climático en la elaboración e implementación de políticas públicas de pesca y acuicultura que permitan generar

iniciativas, programas y proyectos que contribuyan a la adaptación ante el cambio climático. Ello no solo permitirá moderar o evitar los daños, sino también el uso de instrumentos de gestión de los sectores gubernamentales, tanto a nivel nacional como regional y local, con una visión sistémica y participativa del cambio climático y sus efectos. Por otro lado, el cambio climático ha permitido conocer las falencias en nuestro conocimiento de la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos, la pesca y la acuicultura ante el cambio climático. Asimismo, permite identificar los riesgos que supone el cambio climático para la pesca y acuicultura y valorar la importancia de tener ecosistemas saludables y productivos, mejorando los modelos de gestión de los recursos pesqueros y acuícolas. La aplicación de buenas prácticas en la ordenación y el manejo de los recursos naturales es una estrategia que beneficia a todos y genera ventajas tanto en el presente como en el futuro, incrementa la capacidad de resistencia (resiliencia) de los ecosistemas acuáticos y las economías, y con frecuencia contribuye a reducir emisiones. Las comunidades involucradas en acciones de adaptación a través de proyectos podrían tener beneficios por medio de la diversificación productiva, incremento de la productividad y de la mejora de la gobernanza.

## 5. ¿Cuáles serían las acciones prioritarias de adaptación para reducir los riesgos del impacto del cambio climático sobre la pesca y la acuicultura?

- Cultivo de especies con mayor tolerancia a la salinidad, temperatura e hipoxia, y cierre y reubicación de sitios de producción.
- Formulación de nuevos alimentos para especies carnívoras que no utilicen peces de bajo valor y fomento del cultivo de especies herbívoras.
- Sistemas de gobernanza sólidos y participativos en la pesca de pequeña escala basados en políticas a largo plazo y con igualdad de género para la pesca y acuicultura.
- Capacitación local sobre los riesgos del cambio climático a través de proyectos pilotos de adaptación en pesca y acuicultura.
- Sistema de seguros para acuicultores de pequeña escala y pescadores artesanales ante eventos climáticos extremos.
- Fomento del consumo de especies de peces de forraje, como la anchoveta y las sardinias, para combatir la inseguridad alimentaria.
- Protección de hábitats críticos o esenciales para el desarrollo de especies comerciales, en particular, los manglares y los estuarios.
- Programas de financiamiento para los pescadores en pequeña escala para diversificar sus medios de vida y reducir la presión sobre stocks sobreexplotados.

## Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a José Manuel Moreno y Clara Laguna-Defior por su apoyo durante el desarrollo del capítulo, así como a los revisores por sus aportes y a los autores principales de otros capítulos del libro que en las reuniones de la RIOCC generaron espacios de discusión que enriquecieron este capítulo. Asimismo, nuestro agradecimiento a Shaleyra Kelez por compartir información en relación con el caso de El Ñuro y a Jimmy Martina por su ayuda en la elaboración de los mapas.

## Bibliografía

- Allan J.D., R. Abell, Z. Hogan, C. Revenga, B.W. Taylor, R.L. Welcomme y K. Winemiller. 2005, Overfishing of inland waters. *BioScience*, 55: 1041-1051.
- Allison, E.H., A.L. Perry, M.-C. Badjeck, W. Neil Adger, K. Brown, D. Conway, A.S. Halls, 2009: Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. *Fish and Fisheries*, 10(2): 173-196. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-2979.2008.00310.x>
- Amores, A., L. Rueda, S. Monserrat, B. Guijarro, C. Pasqual y E. Massutí, 2014: Influence of the hydrodynamic conditions on the accessibility of the demersal species to the deep water trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 138, 203-210.
- Anadón, R. y N. Roqueñi N (eds.), 2009: *Evidencias y efectos potenciales del cambio climático en Asturias*. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e infraestructuras, Principado de Asturias, 30-64.
- AQUADAPT, 2018: *Documento Plan de Adaptación del sector acuícola marino español al Cambio Climático*. Proyecto: Plan de Adaptación del sector de la acuicultura marina española al cambio climático. Universidad de Vigo (UVIGO) y Universidad de Santiago de Compostela (USC), 60 pp.
- Arnaiz, R., 2005: *La pesquería de calamar y puntilla boliche en las Rías Baixas gallegas 1999-2003. Los recursos marinos de Galicia*. Serie Técnica n.º 3. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 108 pp.
- Avadí, A., P. Fréon e I. Quispe, 2014: Environmental assessment of Peruvian anchoveta food products: is less refined better? *International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(6): 1276-1293. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0737-y>
- Badjeck, M.-C., E. Allison, A. Halls y N. Dulvy, 2010: Impacts of climate variability and change on fishery based livelihoods. *Marine Policy*, 34: 375-383.
- Bañón, R., J.L. del Río, C. Piñeiro y M. Casas, 2002: Occurrence of tropical affinity fish in Galician waters, north-west Spain. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: 877-880.
- Bañón, R., 2017: Integrative taxonomy supports the presence of two species of *Kyphosus* (Perciformes: Kyphosidae) in Atlantic European waters. *Scientia Marina*, 81(4), DOI: 10.3989/scimar.04601.08A
- Barange, M., T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.), 2018: *Impacts of climate change on fisheries and*

- aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper n.º 627. Rome, FAO. 628 pp.
- Becker, L.A., M.A. Pascual y N.G. Basso**, 2007: Colonization of the southern Patagonia Ocean by exotic Chinook salmon. *Conservation Biology*, 21: 1347-1352. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17883500>
- Behrenfeld, J., R.T. O'Malley, D.A. Siegel, C.R. McClain, J.L. Sarmiento, G.C. Feldman et ál.**: 2006. Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, 444, pp. 752-755.
- Bellwood, D.R., A.S. Hoey y H. Choat**, 2003: Limited functional redundancy in high diversity systems: resilience and ecosystem function on coral reefs. *Ecology Letters*, 6: 281-285.
- Belmadani, A., V. Echevin, F. Codron, K. Takahashi y C. Junquas**, 2014: What dynamics drive future wind scenarios for coastal upwelling off Peru and Chile? *Climate Dynamics*, 43(7-8): 1893-1914. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00382-013-2015-2>
- Béné, C., M. Barange, R. Subasinghe, P. Pinstrup-Andersen, G. Merino, G.-I. Hemre y M. Williams**, 2015: Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu. *Food Security*, 7(2): 261-274. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0427-z>
- Bergamino, L., Sztteren, D. y Lercari, D.**, 2012: Trophic impacts of marine mammals and seabirds in the Río de la Plata estuary and the nearshore oceanic ecosystem. *Estuaries and Coasts*, 35(6): 1571-1582. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12237-012-9545-4>
- Bertrand, A., J. Habasque, T. Hattab, N. Hintzen, R. Oliveros-Ramos, M. Gutiérrez, H. Demarcq y F. Gerlotto**, 2016: 3-D habitat suitability of jack mackerel *Trachurus murphyi* in the Southeastern Pacific, a comprehensive study. *Progress in Oceanography*, 146: 199-211. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.07.002>
- Bertrand, A., R. Vögler y O. Defeo**, 2018: Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Southwest Atlantic and Southeast Pacific marine fisheries. En: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* [Barange, M., T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.)]. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper n.º 627. Rome, FAO. 628 pp.
- BID/CEPAL**, 2014: *La economía del cambio climático en el Perú*. Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe-Monografía del BID 222, 152 pp.
- Bode, A., A. Lavín y L. Valdés (eds.)**, 2012: *Cambio climático y oceanográfico en el Atlántico del norte de España*. Instituto Español de Oceanografía, 280 pp.
- Brander, K.**, 2007: Global fish production and climate change. *P. Natl. Acad. Sci.*, 104, 19709-19714.
- Breitburg, D., L.A. Levin, A. Oschlies, M. Grégoire, F.P. Chavez, D.J. Conley, V. Garçon, D. Gilbert, D. Gutiérrez, K. Isensee, G.S. Jacinto, K.E. Limburg, I. Montes, S.W.A. Naqvi, G.C. Pitcher, N.N. Rabalais, M.R. Roman, K.A. Rose, B.A. Seibel, M. Telszewski, M. Yasuhara y J. Zhang**, 2018: Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359, DOI: 10.1126/science.aam7240
- Brierley, A.S. y M.J. Kingsford**, 2009: Impacts of Climate Change on Marine Organisms and Ecosystems. *Current Biology*, vol. 19, n.º 14, pp. 602-614, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.05.046>
- Brochier, T., V. Echevin, J. Tam, A. Chaigneau, K. Goubanova y A. Bertrand**, 2013: Climate change scenarios experiments predict a future reduction in small pelagic fish recruitment in the Humboldt Current system. *Global Change Biology*, 19(6): 1841-1853. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23554213>
- Bruno, J.F. y E.R. Selig**, 2007: Regional decline of coral cover in the Indo-Pacific: timing, extent, and subregional comparisons. *Plos One*, 2(8): e711 (on-line). Citado el 26 de marzo de 2018, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0000711>
- Bucheli, B.**, 2017: *Estado del arte del monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático*. MINAM/USAID/IIDS. 89 pp.
- Burgos, A. y D. Fernández**, 2014: Áreas Marinas Protegidas: contexto español y el caso de «Os Miñarzos». *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, n.º 15, pp. 30-54.
- Caballero, A., A. Pascual, G. Dibarboure y M. Espino**, 2008: Sea level and eddy kinetic energy variability in the Bay of Biscay, inferred from satellite altimeter data. *Journal of Marine Systems*, 72:116-134.
- Cai, W., A. Santoso, G. Wang, S.-W. Yeh, S.-I. An, K.M. Cobb, M. Collins et ál.**, 2015: ENSO and greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 5: 849-859. Disponible en: <https://yonsei.pure.elsevier.com/en/publications/enso-and-greenhouse-warming>
- Calvo, E., R. Sim., R. Coma, M. Ribes, J. Pascual, A. Sabatés, J.M. Gili y C. Pelejero**, 2011: Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea. *Climate Research*, 50, 1-29.
- Carman, M. y V. Gonzales**, 2016: La fragilidad de las especies: tensiones entre biólogos y pescadores artesanales en torno a la conservación marina. *Etnográfica*, vol. 20 (2): 411-438. Disponible en: <https://journals.openedition.org/etnografica/4333>
- Castro, C.G., X.A. Álvarez-Salgado, E. Nogueira, J. Gago, F. Pérez, A. Bode et ál.**, 2009: Evidencias bioquímicas de cambio climático. En: *Evidencias e Impactos de Cambio Climático en Galicia* [Xunta de Galicia (ed.)], pp. 303-326.
- CEPAL**, 2015: *Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Dinámicas, tendencias y variabilidad climática*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 265 pp.
- Chávez, F., A. Bertrand, R. Guevara-Carrasco, P. Soler y J. Csirke**, 2008: The northern Humboldt Current System: brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography*, 79(2-4): 95-105. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/234338108\\_The\\_northern\\_Humboldt\\_Current\\_System\\_Brief\\_history\\_present\\_status\\_and\\_a\\_view\\_towards\\_the\\_future](https://www.researchgate.net/publication/234338108_The_northern_Humboldt_Current_System_Brief_history_present_status_and_a_view_towards_the_future)
- Cheung, W.W.L., V.W.Y. Lam, J.L. Sarmiento, K. Kearney, R. Watson, D. Zeller y D. Pauly**, 2010: Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16: 24-35.
- Cheung, W., J. Bruggeman y M. Butenschön**, 2018: Projected changes in global and national potential marine fisheries catch under climate change scenarios in the twenty-first century. En: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* [Barange, M., T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.)]. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper n.º 627. Rome, FAO, 628 pp.
- Cheung, W.W., G. Reygondeau y T.L. Frölicher**, 2016: Large benefits to marine fisheries of meeting the 1.5 C global warming target. *Science*, American Association for the Advancement of Science, 354, 1591-1594.
- Christensen, V., S. De la Puente, J.C. Sueiro, J. Steenbeek y P. Majluf**, 2014: Valuing seafood: The Peruvian fisheries sector. *Marine Policy*, vol. 44, 302-311.

- Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield et ál., 2013:** Sea level change. En: *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)], pp. 1137-216. Cambridge, UK y New York, USA, Cambridge University Press. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter13\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf)
- Chust, G., Á. Borja, A. Caballero, X. Irigoien, J. Sáenz, R. Moncho y V. Valencia, 2011:** Climate change impacts on coastal and pelagic environments in the southeastern Bay of Biscay. *Climate Research*, 48(2-3), 307-332.
- CIESM, 2019:** *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean*. The Mediterranean Science Commission. Sitio web consultado el 27 de octubre de 2019, <http://www.ciesm.org/online/atlas/intro.htm>
- Cochrane, K., C. De Young, D. Soto y T. Bahri (eds.), 2012:** *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura n.º 530. Roma, FAO, 237 pp.
- Colloca, F., M. Cardinale, F. Maynou, M. Giannoulaki, G. Scarcella, K. Jenko, J.M. Bellido y F. Fiorentino, 2013:** Rebuilding Mediterranean fisheries: a new paradigm for ecological sustainability. *Fish and Fisheries*, 14, 89-109.
- Company, J., P. Puig, F. Sardà, A. Palanqués, M. Latasa y R. Scharek, 2008:** Climate influence on deep sea populations. *Plos One*, 3(1).
- Cooley, S.R. y S.C. Domey, 2009:** Anticipating ocean acidification's economic consequences for commercial fisheries. *Environ. Res. Lett.*, 4: 024007, DOI: 10.1088/1748-9326/4/2/024007
- Costoya, X., M. de Castro, M. Gómez-Gesteira y F. Santo, 2015:** Changes in sea surface temperature seasonality in the Bay of Biscay over the last decades (1982-2014). *Journal of Marine Systems*, 150:91-101.
- D'Onofrio, E.E., M.M. Fiore y J.L. Pousa, 2008:** Changes in the regime of storm surges at Buenos Aires, Argentina. *Journal of Coastal Research*, 24(1A): 260-265. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/30133742?seq=1>
- Da Rocha, J.M., M.J. Gutiérrez y S. Villasante, 2014:** Global Warming under Stock Growth Uncertainty: The European Sardine Fishery. *Regional Environmental Change*, 14 (1): 195-205.
- Dabbadie, L., J. Aguilar-Manjarrez, M. Beveridge, P. Bueno, L. Ross y D. Soto, 2018:** Effects of climate change on aquaculture: drivers, impacts and policies. En: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, Capítulo 20 [Barange, M., T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.)]. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper n.º 627. Rome, FAO, 628 pp.
- Daw, T., W.N. Adger, K. Brown y M.-C. Badjeck, 2009:** El cambio climático y la pesca de captura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación. En: *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos* [Cochrane, K., C. De Young, D. Soto y T. Bahri (eds.)]. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura n.º 530. Roma, FAO, pp. 119-168.
- Defeo, O., M. Castrejón, L. Ortega, A.M. Kuhn, N.L. Gutiérrez y J.C. Castilla, 2013:** Impacts of climate variability on Latin American small-scale fisheries. *Ecology and Society*, 18(4): art:30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05971-180430>
- Defeo, O., I. Gianelli, G. Martínez, L. Ortega, E. Celentano, D. Lercari y A. de la Rosa, 2018:** Natural, social and governance responses of a small-scale fishery to mass mortalities: the yellow clam *Mesodesma mactroides* in Uruguay. En: *Global change in marine systems: societal and governing Responses*, Capítulo 17 [Guillotreau, P., A. Bundy y R.I. Perry (eds.)]. New York, Routledge Studies in Environment, Culture, and Society Series.
- De Silva, S.S. y D. Soto, 2009:** Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. En: *Climate Change Implications for Fisheries and Aquaculture: Overview of Current Scientific Knowledge* [Cochrane, K., C. De Young, D. Soto y T. Bahri (eds.)]. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) Fisheries and Aquaculture Technical Paper n.º 530, FAO, Rome, Italy, pp. 151-212.
- DIREPRO, 2015:** *Diagnóstico de la acuicultura marina en la Región Piura*. Informe de Consultoría. Dirección Regional de la Producción – Piura, 77 pp.
- Eakin, C.M., J.A. Morgan, S.F. Heron, T.B. Smith, G. Liu, L. Alvarez-Filip, B. Baca et ál., 2010:** Caribbean corals in crisis: record thermal stress, bleaching, and mortality in 2005. *Plos One*, 5(11): e13969 (on-line). Citado el 26 de marzo de 2018, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0013969>
- Edwards, M. y A.J. Richardson, 2004:** Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature*, 430, 881-884, DOI: 10.1038/nature02808
- Emdad Haque, C., C. Julián Idrobo, F. Berkes y D. Giesbrecht, 2015:** Small-scale fishers adaptations to change: the role of formal and informal credit in Paraty, Brazil. *Marine Policy*, 51: 401-407. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X14002644>
- FAO, 2014:** *Contribución de la pesca y la acuicultura a la seguridad alimentaria y el ingreso familiar en Centroamérica*. Panamá, 91 pp.
- FAO, 2015:** *Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza*. Roma, 23 pp. Disponible en: [www.fao.org/3/a-i4356s/index.html](http://www.fao.org/3/a-i4356s/index.html)
- FAO, 2017:** *Comienza proyecto que apoyará adaptación al cambio climático de la pesca y acuicultura en Chile*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Sitio web consultado el 18 de abril de 2019, <http://www.fao.org/chile/noticias/detail-events/en/c/892912/>
- FAO, 2018:** *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 233 pp.
- FAOSTAT, 2019:** *Estadísticas sobre alimentación y agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Sitio web consultado el 5 de febrero de 2019, <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- FishstatJ, 2019:** *Estadísticas de Pesca y Acuicultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Sitio web consultado el 15 de enero de 2019, <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>
- Fiedler, P.C. y M.F. Lavín, 2017:** Oceanographic conditions of the Eastern tropical Pacific. En: *Coral reefs of the eastern tropical Pacific* [Glynn, P., D. Manzello e I. Enochs (eds.)], pp. 59-83. Springer. Dordrecht, Netherlands. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7499-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7499-4_3)

- Flecha, S., F.F. Pérez, J. García-Lafuente, S. Sammartino, A.F. Ríos y E. Huertas, 2015:** Trends of pH decrease in the Mediterranean Sea through high frequency observational data: indication of ocean acidification in the basin. *Scientific Reports*, 5:16770.
- Flores, J., J. Tam, T. Brochie, F. Colas, L. Pecquerie, A. Aguirre A., J. Mendo y C. Lett, 2018:** Larval supply of Peruvian scallop to the marine reserve of Lobos de Tierra Island: a modelling approach. *J. Sea. Research*, 142-155.
- Fogarty, H.E., M.T. Burrows, G.T. Pecl, L.M. Robinson y E.S. Poloczanska, 2017:** Are fish outside their usual ranges early indicators of climate-driven range shifts? *Global Change Biology*, 23(5): 2047-2057. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28122146>
- Franks, J.S., D.R. Johnson y D.S. Ko, 2016:** Pelagic sargassum in the tropical North Atlantic. *Gulf and Caribbean Research*, 27: SC6-SC11. Disponible en: <https://doi.org/10.18785/gcr.2701.08>
- Frangoudes, K., B. Marugán-Pintos y J.J. Pascual-Fernández, 2013:** Gender in Galician Shell-Fisheries: Transforming for Governability. En: *Governability of Fisheries and Aquaculture: Theory and Applications* [Bavinck, M., R. Chuenpagdee, S. Jentoft y J. Kooiman (eds.)]. Springer, Dordrecht, pp 241-261.
- Francini-Filho, R.B., R.L. Moura, F.L. Thompson, R.M. Reis, L. Kaufman, R.K.P. Kikuchi y Z.M.A.N. Leão, 2008:** Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1008-1014. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.02.013>
- Free, C.M., J.T. Thorson, M.L. Pinsky, K.L. Oken, J. Wiedenmann y O.P. Jensen, 2019:** Impacts of historical warming on marine fisheries production. *Science*, 363, 979-983.
- FVSA, 2013:** *Aportes para abordar la adaptación al Cambio Climático en la Bahía de Samborombón*. Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA), Buenos Aires, Argentina, 257 pp.
- García, D.C. y R. Perlado, 2014:** *Impactos del Cambio Climático sobre la Acuicultura en España*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura.
- Gasalla, M.A., P.R. Abdallah y D. Lemos, 2017:** Potential impacts of climate change in Brazilian marine fisheries and aquaculture. En: *Climate change impacts on fisheries and aquaculture: a global analysis* [Phillips, B.F. y M. Pérez-Ramírez (eds.)], pp. 455-470. John Wiley & Sons Ltd.
- Genner, M.J., D.W. Sims, A.J. Southward, G.C. Budd, P. Masterson, M. McHugh, P. Rendle, E.J. Southall, V.J. Wearmouth y S.J. Hawkins, 2010:** Body size dependent responses of a marine fish assemblage to climate change and fishing over a century-long scale. *Global Change Biology*, 16(2), 517-527.
- Gledhill, D.K., R. Wanninkhof, F.J. Millero y M. Eakin, 2008:** Ocean acidification of the Greater Caribbean Region 1996-2006. *Journal of Geophysical Research*, 113: C10031. Disponible en: <https://doi.org/10.1029/2007JC004629>
- GlobalAgRisk, 2013.** First-Ever “Forecast Insurance” Offered for Extreme El Niño in Peru. Sitio Web Consultado el 04 de junio 2020. [http://globalagrisk.com/Pubs/2013%20Press%20Release\\_First\\_Ever%20Forecast%20Insurance%20Peru.pdf](http://globalagrisk.com/Pubs/2013%20Press%20Release_First_Ever%20Forecast%20Insurance%20Peru.pdf)
- Gomis, D., S. Ruiz, M.G. Sotillo, E. Álvarez-Fanjul y J. Terradas, 2008:** Low frequency Mediterranean sea level variability: The contribution of atmospheric pressure and wind. *Global and Planetary Change*, 63(2-3): 215-229. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2008.06.005>
- Gonzales, E., R. Norambuena, R. Molina y F. Thomas, 2013:** Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile – Estudio de caso acuicultura Chile. En: *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: Potenciales impactos y desafíos para la adaptación* [Soto, D. y R. Quiñones (eds.)]. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura n.º 29. Roma, FAO, 335 pp.
- González-Pola, C., A. Lavín, G. Díaz del Río, J.M. Cabanas, M. Ruiz-Villarreal et ál., 2012:** Hidrografía y circulación. En: *Cambio climático y oceanográfico en el Atlántico del norte de España* [Bode, A., A. Lavín y L. Valdés (eds.)]. Colección Temas de Oceanografía, Instituto Español de Oceanografía, 5, 69-98.
- Gutiérrez, D., I. Bouloubassi, A. Sifeddine, S. Purca, K. Goubanova, M. Graco, D. Field, L. Méjanelle, F. Velasco, A. Lorre, R. Salvatelli, D. Quispe, G. Vargas, B. Dewitte y L. Ortlieb, 2011:** Coastal cooling and increased productivity in the main upwelling cell off Peru since the mid-twentieth century. *Geophysical Research Letters*, 38, L07603-1–L07603-6, DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/2010GL046324>
- Gutiérrez, D., M. Akester y L. Naranjo, 2016:** Productivity and Sustainable Management of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem under Climate Change. *Environmental Development Environment*, 17: 126-144.
- Gutiérrez, D., J. Tam, B.G. Reguero, J. Ramos Castillejos, R. Oliveros, A. Chamorro, M. Gévaudan, D. Espinoza, F. Colas, V. Echevin, D. Correa, N. Domínguez, R. Zavala, N. Gonzales, J. Ramos Flores, D. Grados y C.Y. Romero, 2019:** Fortalecimiento del conocimiento actual sobre los impactos del cambio climático en la pesquería peruana. En: *Avances del Perú en la adaptación al cambio climático del sector pesquero y del ecosistema marino-costero* [Zavala, R. et ál. (eds.)]. Monografía del BID, Serie IDB-MG-679, Lima, 124 pp.
- Helleman, S. y N. Rabalais, 2009:** Gulf of Mexico: LME n.º 5. En: *The UNEP Large marine ecosystem report: A perspective on changing conditions in LMEs of the world's regional seas* [Sherman, K. y G. Hempel (eds.)]. UNEP Regional Seas Report and Studies n.º 182, 15 pp. Nairobi, United Nations Environment Programme.
- Hidalgo, M., V. Mihneva, M. Vasconcellos y M. Bernal, 2018:** Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Mediterranean Sea and the Black Sea marine fisheries. En: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* [Barange, M., T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.)]. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper n.º 627. Roma, FAO, 628 pp.
- Hoegh-Guldberg, O. y J.F. Bruno, 2010:** The Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems. *Science*, 328, 1523-1528, <https://doi.org/10.1126/science.1189930>
- Hoegh-Guldberg, O., D. Jacob, M. Taylor, M. Bindi, S. Brown, I. Camilloni, A. Diedhiou, R. Djalante, K.L. Ebi, F. Engelbrecht, J. Guiot, Y. Hijikata, S. Mehrotra, A. Payne, S.I. Seneviratne, A. Thomas, R. Warren y G. Zhou, 2018:** Impacts of 1.5 °C Global Warming on Natural and Human Systems. En: *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Sheea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Pan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. En prensa.

- Hoegh-Guldberg, O.**, R. Cai, E.S. Poloczanska, P.G. Brewer, S. Sundby, K. Hilmi, V.J. Fabry y S. Jung, 2014: The Ocean. En: *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* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA, pp. 1655-1731.
- Hsieh, C.H.**, C.S. Reiss, J.R. Hunter, J.R. Beddington, R.M. May y G. Sugihara, 2006: Fishing elevates variability in the abundance of exploited species. *Nature* (London), 443: 859-862.
- Hughes, T.P.**, M.J. Rodrigues, D.R. Bellwood, D. Ceccarelli, O. Hoegh-Guldberg, L. McCook, N. Moltschanivskij, M.S. Pratchett, R.S. Steneck y B. Willis, 2007: Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Current Biology*, 17(4): 360-365. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17291763>
- Hutchings, J.A.**, 2000: Collapse and recovery of marine fishes. *Nature*, 406: 882-885.
- INIDEP**, 2019: *Avanza el informe sobre los efectos del cambio climático en el Mar Argentino y sus recursos pesqueros*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Sitio web consultado el 20 de octubre de 2019, <https://www.inidep.edu.ar/component/k2/545-avanza-el-informe-sobre-los-efectos-del-cambio-climatico-en-el-mar-argentino-y-sus-recursos-pesqueros.html>
- IPBES**, 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, J. Settele, E.S. Brondizio E.S., H.T. Ngo, M. Guéze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H.M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y.J. Shin, I.J. Visseren-Hamakers, K.J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- IPCC**, 2013: Resumen para responsables de políticas. En: *Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, USA.
- IPCC**, 2014: *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 pp. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).
- IPCC**, 2018: Summary for Policymakers. En: *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- IPCC**, 2019: Summary for Policymakers. En: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. Weyer (eds.)]. En prensa.
- Jahncke, J.**, D.M. Checkley y G.L. Hunt, 2004: Trends in carbon flux to seabirds in the Peruvian upwelling system: effects of wind and fisheries on population regulation. *Fisheries Oceanography*, 13: 208-223.
- Jennerjahn, T.C.**, E. Gilman, K.W. Krauss, L.D. Lacerda, I. Nordhaus y E. Wolanski, 2017: Mangrove ecosystems under climate change. En: *Mangrove ecosystems: a global biogeographic perspective* [Rivera-Monroy, V.H., S.Y. Lee, E. Kristensen y R.R. Twilley (eds)]. pp. 211-244. Cham, Springer International Publishing. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62206-4\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62206-4_7)
- JGM Argentina**, 2017: *Área Marina Protegida Namuncurá – Banco Burdwood. Contribuciones para la Línea de Base y el Plan de Manejo* [Falabella, V. (ed.)]. Presidencia de la Nación-Jefatura de Gabinete de Ministros; Buenos Aires, Argentina, 76 pp.
- Jordà, G.**, Marbà, N. y C.M. Duarte, 2012: Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming. *Nature Climate Change Letters*, DOI: 10.1038/NCLIMATE1533
- Kalikoski, D.C.**, S. Jentoft, A. Charles, D. Salazar Herrera, K. Cook, C. Béné y E.H. Allison, 2018: Understanding the impacts of climate change for fisheries and aquaculture: applying a poverty lens. En: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* [Barange, M., T. Bahri, M. Beveridge, K. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.)]. Documento técnico de pesca y acuicultura de la FAO n.º 627. Roma, FAO, 628 pp.
- Kersting, D.K.**, N. Bensoussan y C. Linares, 2013: Long-Term Responses of the Endemic Reef-Builder *Cladocora caespitosa* to Mediterranean Warming. *Plos One*, 8: e70820.
- Kersting, D.K.**, 2016: *Cambio climático en el medio marino español: impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 166 pp.
- Kifani, S.**, E. Quansah, H. Masski, R. Houssa y K. Hilmi, 2018: Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Eastern Central Atlantic marine fisheries. En: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* [Barange, M. T. Bahri, M. Beveridge, K. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.)]. Documento técnico de pesca y acuicultura de la FAO n.º 627. Roma, FAO, 628 pp.
- Kluger, L.**, M.H. Taylor, M. Wolff, W. Stotz y J. Mendo, 2018: From an open-access fishery to a regulated aquaculture business: the case of the most important Latin American bay scallop (*Argopecten purpuratus*). *Reviews in Aquaculture* 0, 1-17.
- Kovats, R.S.**, R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell y J.-F. Soussana, 2014: Europe. En: *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* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA, pp. 1267-1326.

- Lacoue-Labarthe, T., P.A.L.D. Nunes, P. Ziveri, M. Cinar, F. Gazeau, J.M. Hall-Spencer, N. Hilmi et ál., 2016:** Impacts of ocean acidification in a warming Mediterranean Sea: an overview. *Regional Studies in Marine Science*, 5: 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2015.12.005>
- Lam, V.W.Y., W.W.L. Cheung, G. Reygondeau y U.R. Sumaila, 2016:** Projected change in global fisheries revenues under climate change. *Scientific Reports*, 6: art:32607 (on-line). Citado el 24 de abril de 2018, <https://doi.org/10.1038/srep32607>
- León-Muñoz, J., M. Urbina, J. Iriarte y R. Garreaud, 2018:** Hydroclimatic conditions trigger record harmful algal bloom in western Patagonia (verano de 2016). *Scientific Reports*, 8 (1330): 1-10.
- Leorri, E., B.P. Horton y A. Cearreta, 2008:** Development of a foraminiferabased transfer function in the Basque marshes, N. Spain: Implications for sea-level studies in the Bay of Biscay. *Marine Geology*, 251:60-74.
- Lima, F.P. y D.S. Wethey, 2012:** Three decades of high-resolution coastal sea surface temperatures reveal more than warming. *Nature Communications*, 3: art.704 (online). Citado el 4 de marzo de 2018, <https://doi.org/10.1038/ncomms1713>
- Lionello, P. y A. Sanna, 2008:** Mediterranean wave climate variability and its links with NAO and Indian Monsoon. *Climate Dynamics*, 25:611-623.
- Leonart, J. y F. Maynou, 2003:** Fish stock assessments in the Mediterranean: state of the art. *Scientia Marina*, 67, 37-49.
- Lloret, J., J. Leonart, I. Sole y J.M. Fromentin, 2001:** Fluctuations of landings and environmental conditions in the northwestern Mediterranean Sea. *Fisheries and Oceanography*, 10, 33-50.
- Lloret, J., I. Palomera, J. Salat e I. Sol., 2004:** Impact of fresh-water input and wind on landings of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in shelf waters surrounding the Ebro River delta (northwestern Mediterranean). *Fisheries and Oceanography*, 13, 102-110.
- Lluch-Cota, S.E., M. Tripp-Valdéz, D.B. Lluch-Cota, D. Lluch-Belda, J. Verbesselt, H. Herrera-Cervantes y J. Bautista-Romero, 2013:** Recent trends in sea surface temperature off Mexico. *Atmósfera*, 26(4): 537-546. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-62362013000400008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-62362013000400008)
- Lluch-Cota, S., F. Arreguín-Sánchez, C.J. Salvadeo y P. Del Monte Luna, 2018:** Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Northeast Tropical Pacific marine fisheries. En *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* [Barange, M., T. Bahri, M. Beveridge, K. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds)]. Documento técnico de pesca y acuicultura de la FAO n.º 627. Roma, FAO. 628 pp.
- Losada, I.J., B.G. Reguero, F.J. Méndez, S. Castanedo, A.J. Abascal y R. Mínguez, 2013:** Long-term changes in sea-level components in Latin America and the Caribbean. *Global and Planetary Change*, 104: 34-50. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818113000337?via%3Dihub>
- Macho, G., B. Nieto, S. Villasante, I. Naya, J. Freire, E. Abella, J.M. Parada, A. Simón, A. García-Allut, R. Arnaiz, E. Vázquez, J.M. da Rocha, J.A. de Santiago, A. Parma, J. Lobo Orensanz y J. Molares, 2014:** *The times they are a-changin: the radical and successful transformations of the Galician (NW Spain) artisanal shellfisheries*. World Fisheries Congress on Small-Scale Fisheries, Thailand, 2014.
- MAGFOR, 2013:** *Plan de Adaptación a la variabilidad y el Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Forestal y Pesca en Nicaragua*. Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 131 pp.
- Magrin, G., 2015:** *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL Unión Europea, 80 pp.
- Magrin, G.O., J.A. Marengo, J.-P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R. Scarano y S. Vicuña, 2014:** Central and South America. En: *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* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA, pp. 1499-1566.
- Marbà, N., G. Jord., S. Agusti, C. Girard y C.M. Duarte, 2015:** Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota. *Frontiers in Marine Science*, 2: 56, DOI: 10.3389/fmars.2015.00056
- Marcos, M., D. Gomis, S. Monserrat, E. Álvarez-Fanjul, B. Pérez y J. García-Lafuente, 2005:** Consistency of long sea-level time series in the northern coast of Spain. *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 110: C03008.
- Martín, P., F. Maynou, L. Recasens y A. Sabatés, 2016:** Cyclic fluctuations of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) linked to open-sea convection processes in the northwestern Mediterranean. *Fisheries Oceanography*, 25(3), 229Ocean.
- Massutí, E., S. Monserrat, P. Oliver, J. Moranta, J.L. López-Jurado, M. Marcos, J.M. Hidalgo, B. Guijarro, A. Carbonell y P. Preda, 2008:** The influence of oceanographic scenarios on the population dynamics of demersal resources in the western Mediterranean: hypothesis for hake and red shrimp off Balearic Islands. *Journal of Marine Systems*, 71, 421-438.
- Massutí, E., M. Valls y F. Ordines, 2010:** Changes in the western Mediterranean ichthyofauna: signs of tropicalization and meridianization. En: *Fish Invasions of the Mediterranean Sea: Change and Renewal* [Golani, D. y B. Appelbaum-Golani (eds.)]. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers, pp. 293-312.
- Massut, E., M.P. Olivar, S. Monserrat, L. Rueda y P. Oliver, 2014:** Towards understanding the influence of environmental conditions on demersal resources and ecosystems in the western Mediterranean: Motivations, aims and methods of the IDEADOS project. *Journal of Marine Systems*, 138: 3-19.
- Maynou, F., 2008a:** Environmental causes of the fluctuations of red shrimp (*Aristeus antennatus*) landings in the Catalan Sea. *Journal of Marine Systems*, 71, 294-302.
- Maynou, F., 2008b:** Influence of the North Atlantic Oscillation on Mediterranean deep-sea shrimp landings. *Climate Research*, 36, 253-257.
- McCarthy, N., P. Winters, A.M. Linares y T. Essam, 2012:** *Indicators to Assess the Effectiveness of Climate Change Projects*. The Inter-American Development Bank Technical Notes, 37 pp.
- Mendo, J., M. Wolff, T. Mendo y L. Ysla, 2016:** Scallop fishery and culture in Peru. En: *Scallops – Biology, Ecology, Aquaculture, and Fisheries* [Shumway, S.E. y J. Parsons (eds.)], 3.ª ed., pp. 1089-1109. Elsevier Science, Oxford.
- Mendo, J., W. Wolff, W. Carbajal, I. Gonzales y M. Badjeck, 2008:** Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa peruana. En: *Estado*

actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina [Lovatelli, A., A. Farias e I. Uriarte (eds.)], pp. 101-114. Taller Técnico Regional de la FAO, 20-24 de agosto de 2007. Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura, n.º 12. Roma, FAO.

- Miller, K., A. Charles, M. Barange, K. Brander, V.F. Gallucci, M.A. Gasalla, A. Khan et ál.**, 2010: Climate change, uncertainty, and resilient fisheries: institutional responses through integrative science. *Progress in Oceanography*, 87(1-4): 338-346. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2010.09.014>
- Modica, L., F. Velasco, I. Preciado, M. Soto y S.P. Greenstreet**, 2014: Development of the large fish indicator and associated target for a Northeast Atlantic fish community. *ICES Journal of Marine Science*, 71, 2403-2415.
- Monnereau, I., R. Mahon, P. McConney, L. Nurse, R. Turner y H. Vallès**, 2017: The impact of methodological choices on the outcome of national-level climate change vulnerability assessments: An example from the global fisheries sector. *Fish and Fisheries*, 18(4): 717-731. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/faf.12199>
- Morales-Nin, B., J. Moranta, C. García, M.P. Tugores, A.M. Grau, F. Riera y M. Cerd**, 2005: The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 727-739.
- Morales-Nin, B., J. Moranta, C. García y P. Tugores**, 2007: Evaluation of the Importance of Recreational Fisheries on a Mediterranean Island. *American Fisheries Society Symposium*, 49, 587-592.
- Morales-Nin, B., F. Cardona-Pons, F. Maynou y A.M. Grau**, 2015: How relevant are recreational fisheries? Motivation and activity of resident and tourist anglers in Majorca. *Fisheries Research*, 164, 45-49.
- Moranta, J., M. Palmer, G. Morey y A. Ruiz-Fra**, 2006: Multi-scale spatial variability in fish assemblages associated with Posidonia oceanica meadows in the Western Mediterranean Sea. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 68(3-4), 579-592.
- Murakami, H., R. Mizuta y E. Shindo**, 2012: Future changes in tropical cyclone activity projected by multi-physics and multi-SST ensemble experiments using the 60-km-mesh MRI-AGCM. *Climate Dynamics*, 39: 2569-2584. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-011-1223-x>
- Myers, R.A., J.K. Baum, T.D. Shepherd, S.P. Powers y C.H. Peterson**, 2007: Cascading Effects of the Loss of Apex Predatory Sharks from a Coastal Ocean. *Science*, vol. 315, Issue 5820, pp. 1846-1850. DOI: 10.1126/science.1138657
- Nagy, G.J., M. Bidegain, R.M. Cafferla, W. Norbis, A. Ponce, V. Pshennikov y D.N. Severov**, 2008: Fishing strategies for managing climate variability and change in the estuarine front of the Rio de la Plata. En: *Climate change and adaptation* [Leary, N., J. Adejuwon, V. Barros, I. Burton, J. Kulkarni y R. Lasco (eds.)], pp. 353-370. Sterling, VA, USA, Earthscan.
- Narita, D., K. Rehdanz y R.S.J. Tol**, 2012: Economic costs of ocean acidification: a look into the impacts on global shellfish production. *Clim. Change*, 113, 1049-1063, DOI: 10.1007/s10584-011-0383-3
- Newman, S.P., E.H. Meesters, C.S. Dryden, S.M. Williams, C. Sanchez, P.J. Mumby y N.V.C. Polunin**, 2015: Reef flattening effects on total richness and species responses in the Caribbean. *Journal of Animal Ecology*, 84(6): 1678-1689. Disponible en: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2656.12429>
- Nurse, L.A., R.F. McLean, J. Agard, L. Briguglio, V. Duvat-Magnan, N. Pelesikoti, E. Tompkins y A. Webb**, 2014: Small islands. En: *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* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee et ál. (eds.)]. Cambridge, UK y New York, Cambridge University Press, pp. 1613-1654. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap29\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap29_FINAL.pdf)
- Nurse, L.A. y J.L. Charlery**, 2016: Projected SST trends across the Caribbean Sea based on PRECIS downscaling of ECHAM4, under the SRES A2 and B2 scenarios. *Theoretical and Applied Climatology*, 123(1): 199-215. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00704-014-1346-1>
- Oerder, V., F. Colas, V. Echevin, F. Codron, J. Tam y A. Belmadani**, 2015: Peru-Chile upwelling dynamics under climate change. *Journal of Geophysical Research*, 120(2): 1152-1172. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/2014JC010299>
- Oliveros-Ramos, R., S. Yunne-Jai, D. Espinoza-Morriberón, P. Verley, V. Echevin, J. Tam y D. Gutierrez**, 2017: *Peruvian anchoveta bioclimatic and population projections under CMIP5 scenarios*. Workshop on regional climate change scenarios for Peru upwelling and anchovy. Lima, 15-17 de noviembre de 2017.
- OPYPA**, 2017: Talleres de adaptación al cambio climático en escuelas agrarias de Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Sitio web consultado el 20 de octubre de 2019, <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/se-realizaron-talleres-adaptacion-cambio-climatico-escuelas-agrarias-uruguay>
- Ottersen, G., D.O. Hjermann y N.C. Stenseth**, 2006: Changes in spawning stock structure strengthen the link between climate and recruitment in a heavily fished cod (*Gadus morhua*) stock. *Fisheries Oceanography*, 15(3), 230-243.
- Oxenford, H.A. e I. Monnereau**, 2017: Impacts of climate change on fish and shellfish in the coastal and marine environments of Caribbean Small Island Developing States (SIDS). *Commonwealth Marine Economies Programme: Caribbean marine climate change report card: science review*, 2017: 83-114. Disponible en: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/605075/8\\_Fish\\_and\\_Shellfish.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/605075/8_Fish_and_Shellfish.pdf)
- Oxenford, H.A. e I. Monnereau**, 2018: Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Western Central Atlantic marine fisheries, Capítulo 9, pp. 147-168. En: *Impacts of Climate Change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* [Barange, M., T. Bahri, M. Beveridge, K. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.)]. FAO Fisheries Technical Paper 627.
- Palanisamy, H., M. Becker, B. Meyssignac, O. Henry y A. Cazenave**, 2012: Regional sea level change and variability in the Caribbean Sea since 1950. *Journal of Geodetic Science*, 2(2): 125-123. Disponible en: <https://doi.org/10.2478/v10156-011-0029-4>
- Palomera, I., M.P. Olivar, J. Salat, A. Sabatés, M. Coll, A. García y B. Morales-Nin**, 2007: Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Progress in Oceanography*, 74, 377-396.
- PNA-Agro**, 2019: *Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario*. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. República de Uruguay, 128 pp.
- PANAgCC**, 2019: *Plan de Acción Nacional de Agro y Cambio Climático*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina. Gabinete Nacional de Cambio Climático. Versión preliminar, 120 pp.

- Parada, J.M., J. Molares y X. Otero, 2012:** *Estuaries and Coasts*, 35: 132-142.
- Pascual, J., J. Salat y M. Palau, 1995:** Evolución de la temperatura del mar entre 1973 y 1994 cerca de la costa catalana. En: *Proceedings of the international Colloquium «The Mediterranean Sea in the 21st century: Who for?»*. Montpellier.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese y F. Torres, 1998:** Fishing down marine food webs. *Science*, 278: 860-863.
- Pauly, D. y D. Zeller, 2014:** *Global Atlas of Marine Fisheries: A Critical Appraisal of Catches and Ecosystem Impacts*. Island Press, 520 pp.
- Payne, M.R., 2013:** Fisheries: Climate change at the dinner table. *Nature*, 497(7449), 320.
- Perry, A., P. Low, J. Ellis y J. Reynolds, 2005:** Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308, 1912-1915.
- Perry, R.I., R.E. Ommer, M. Barange y F. Werner, 2010:** The challenge of adapting marine social-ecological systems to the additional stress of climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(5-6): 356-363. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.10.004>
- Petitgas, P., S. Magri y P. Lazure, 2006:** One-dimensional biophysical modelling of fish egg vertical distributions in shelf seas. *Fisheries Oceanography*, 15: 413-428.
- Phillips, B.F. y M. Perez-Ramirez (eds.), 2017:** *Climate change impacts on fisheries and aquaculture: a global analysis*. John Wiley and Sons Inc., 1048 pp.
- Poloczanska, E.S., C.J. Brown, W.J. Sydeman, W. Kiessling, D.S. Schoeman, P.J. Moore et ál., 2013:** Global imprint of climate change on marine life. *Nat. Clim. Chang.*, 3, 919-925, DOI: 10.1038/nclimate1958
- Pita, P., D. Fernández-Márquez, M. Antelo, G. Macho y S. Villasante, 2018:** Socioecological changes in data-poor S-fisheries: A hidden shellfisheries crisis in Galicia (NW Spain). *Marine Policy*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.09.018>
- Popova, E., A. Yool, V. Byfield, K. Cochrane, A.C. Coward, S.S. Salim, M.A. Gasalla et ál., 2016:** From global to regional and back again: common climate stressors of marine ecosystems relevant for adaptation across five ocean warming hotspots. *Global Change Biology*, 22(6): 2038-2053.
- Porter, J.R., L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell y M.I. Travasso, 2014:** Food security and food production systems. En: *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* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA, pp. 485-533.
- Pörtner, H.O. y M.A. Peck, 2010:** Climate change effects on fishes and fisheries: towards a cause-and-effect understanding. *Journal of Fish Biology*, 77: 1745-1779.
- Pörtner, H.-O., D.M. Karl, P.W. Boyd, W.W.L. Cheung, S.E. Lluch-Cota, Y. Nojiri, D.N. Schmidt y P.O. Zavialov, 2014:** Ocean systems. En: *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* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA, pp. 411-484.
- Prieto, E., C. González-Pola, A. Lavín y N.P. Holliday, 2015:** Interannual variability of the northwestern Iberia deep ocean: Response to largescale North Atlantic forcing. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 120, 832-847.
- PRODUCE, 2016a:** *Diagnóstico del sector pesquero y acuícola frente al cambio climático y lineamientos de adaptación*. Ministerio de la Producción, 21 pp.
- PRODUCE, 2016b:** *Proyecto Adaptación al Cambio Climático del Sector Pesquero y del Ecosistema Marino - Costero del Perú (PE-G1001/PE-T1197)*. Ministerio de la Producción. Dirección General de Sostenibilidad Pesquera. Sitio web consultado el 23 de noviembre de 2017, <http://www.produce.gob.pe/documentos/pesca/dgsp/notas-informativas/dgsp-nota-informativa-proyecto.pdf>
- Punzón, A., A. Serrano, F. Sánchez, F. Velasco, I. Preciado, J.M. González-Irusta y L. López-López, 2016:** Response of a temperate demersal fish community to global warming. *Journal of Marine Systems*, 161: 1-10.
- Raven, J., K. Caldeira, H. Elderfield, O. Hoegh-Guldberg, P. Liss, U. Riebesell, J. Sheperd, C. Turley y A.J. Watson, 2005:** *Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide*, vol. 12/05, Policy document. The Royal Society, London.
- Reid, K., 2018:** Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Southern Ocean marine fisheries, Capítulo 17. En: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* [Barange, M., T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith y F. Poulain (eds.)]. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper n.º 627. Rome, FAO, 628 pp.
- Rijnsdorp, A.D., M.A. Peck, G.H. Engelhard, C. Möllmann y J.K. Pinnegar, 2009:** Resolving the effect of climate change on fish populations. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 1570-1583.
- Ríos, A.F., F.F. Pérez y F. Fraga, 2001:** Longterm (1977-1997) measurements of carbon dioxide in the Eastern North Atlantic evaluation of anthropogenic input. *Deep-Sea Research II*, 48: 2227-2239.
- Romero-Lankao, P., J.B. Smith, D.J. Davidson, N.S. Diffenbaugh, P.L. Kinney, P. Kirshen, P. Kovacs y L. Villers Ruiz, 2014:** North America. En: *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* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA, pp. 1439-1498.
- Rouyer, T., J.-M. Fromentin, F. Menard, B. Cazelles, K. Briand, R. Pianet, B. Planque et ál., 2008:** *Complex interplays among population dynamics, environmental forcing, and exploitation in fisheries*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol. 105, pp. 5420-5425.
- Sadovy, Y. y W.L. Cheung, 2003:** Near extinction of a highly fecund fish: the one that nearly got away. *Fish and Fisheries*, 4, 86-99.
- Salat, J. y J. Pascual, 2002:** The oceanographic and meteorological station at L'Estartit (NW Mediterranean). En: *CIESM, 2002, Tracking long term hydrological change in the Mediterranean Sea*. CIESM workshop series, n.º 16.

- Salat, J.** y J. Pascual, 2006: *Principales tendencias climatológicas en el Mediterráneo noroccidental a partir de más de 30 años de observaciones oceanográficas y meteorológicas en la costa catalana*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A(5).
- Salvatteci, R.,** D. Field, D. Gutiérrez, T. Baumgartner, V. Ferreira, L. Ortlieb, A. Sifeddine, D. Grados y A. Bertrand, 2018: Multifarious anchovy and sardine regimes in the Humboldt Current System during the last 150 years. *Global Change Biology*, 24(3): 1055-1068.
- Sánchez, F.** y J. Gil, 2000: Hydrographic mesoscale structures and Poleward Current as a determinant of hake (*Merluccius merluccius*) recruitment in southern Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 152-170.
- Sánchez, L.** y O. Reyes, 2015: *Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Una visión general*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Santiago de Chile. Disponible en [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265_es.pdf)
- Santos, A.M.P.,** A. Peliz, J. Dubert, P.B. Oliveira, P.B., M.M. Angélico y P. Ré, 2004: Impact of a winter upwelling event on the distribution and transport of sardine (*Sardina pilchardus*) eggs and larvae off western Iberia: a retention mechanism. *Continental Shelf Research*, 24(2), 149-165.
- Selig, E.,** K. Kleisner, O. Ahoobim, F. Arocha, A. Cruz-Trinidad, R. Fujita, M. Hara, L. Katz, P. McConney, B. Ratner, L. Saavedra-Díaz, A.-M. Schwarz, D. Thiao, E. Torell, S. Troëng y S. Villasante, 2017: A typology of fisheries management tools: using experience to catalyse greater success. *Fish and Fisheries*, 18(3): 543-570.
- Shady, R.** y D. Cáceda, 2008: *Áspero, la Ciudad Pesquera de la Civilización Caral. Recuperamos su historia para vincularla con nuestro presente*. Proyecto Especial Arqueológico Caral-Supe. Instituto Nacional de la Cultura, 28 pp.
- Shelton, C.,** 2014: *Climate change adaptation in fisheries and aquaculture – compilation of initial examples*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular n.º 1088. Rome, FAO. 34 pp.
- Simpson, S.D.,** S. Jennings, M.P. Johnson, J.L. Blanchard, P.J. Schon, D.W. Sims y M.J. Genner, 2011: Continental shelf-wide response of a fish assemblage to rapid warming of the sea. *Current Biology*, 21(18): 1565-1570. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2011.08.016>
- Smetacek, V.** y A. Zingone, 2013: Green and golden seaweed tides on the rise. *Nature*, 504: 84-88.
- Soares, H.C.,** D.F.M. Gherardi, L.P. Pezzi, M.T. Kayano y E.T. Paes, 2014: Patterns of interannual climate variability in large marine ecosystems. *Journal of Marine Systems*, 134: 57-68. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2014.03.004>
- Soto, D.** y R. Quiñones, 2013: *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: Potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura n.º 29. Roma, FAO. 335 pp.
- Soto, D.,** J. Leon-Munoz, J. Dresdner, C. Luengo, F.J. Tapia y R. Garreaud, 2019: Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: understanding the biophysical, socioeconomic and governance links. *Reviews in Aquaculture*, 11, 354-374.
- Stramma, L.,** E.D. Prince, S. Schmidtko, J. Luo, J.P. Hoolihan, M. Visbeck, D.W.R. Wallace, P. Brandt y A. Körtzinger, 2012: Expansion of oxygen minimum zone may reduce available habitat for tropical pelagic fishes. *Nature Climate Change*, 2: 33-37.
- STECF,** 2018: *The 2018 Annual Economic Report on the EU Fishing Fleet*. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF-18-07). Publications Office of the European Union, Luxembourg, JRC112940, ISBN: 9789279793905, DOI: 10.2760/56158
- Subasinghe, R.P.,** J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan y P. Sorgeloos, 2012: *Farming the waters for people and food*. En: Global Conference on Aquaculture 2010 (proceedings of the global conference on aquaculture 2010, Phuket, 22-25 de septiembre de 2010). FAO, Rome, Italy y NACA, Bangkok, Thailand.
- SUBPESCA,** 2015: *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura*. Ministerio de Economía, Chile, 39 pp.
- TCN,** 2015: *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Argentina). Informe País 2015, 264 pp. Disponible en: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Argnc3.pdf>
- Tester, P.,** R.L. Feldman, A.W. Nau, S.R. Kibler y R.W. Litaker, 2010: Ciguatera fish poisoning and sea surface temperatures in the Caribbean Sea and the West Indies. *Toxicon*, 56(5): 698-710. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.02.026>
- Tunnell, J.W. Jr.,** 2017: Shellfish of the Gulf of Mexico. En: *Habitats and biota of the Gulf of Mexico: before the Deepwater Horizon Oil Spill, Volume 1: Water quality, sediments, sediment contaminants, oil and gas seeps, coastal habitats, offshore plankton and benthos, and shellfish* [Ward, C.H. (ed.)]. London, Springer Open, pp. 769-839. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3447-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3447-8_8)
- UNIVISION,** 2018: *Chile estrena 3 áreas marinas protegidas más grandes que Texas y California juntas*. Planeta. Conservación de especies. Sitio web consultado el 20 de octubre de 2018, <https://www.univision.com/noticias/planeta/chile-estrena-3-areas-marinas-protegidas-mas-grandes-que-texas-y-california-juntas>
- Van Hooijdonk, R.,** J.A. Maynard, Y. Liu y S.-K. Lee, 2015: Downscaled projections of Caribbean coral bleaching that can inform conservation planning. *Global Change Biology*, 21(9): 3389-3401. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/gcb.12901>
- Van Tussenbroek, B.I.,** J. Cortés, R. Collin, A.C. Fonseca, P.M.H. Gayle, H.M. Guzmán, G.E. Jácome et al., 2014. Caribbean-wide, longterm study of seagrass beds reveals local variations, shifts in community structure and occasional collapse. *Plos One*, 9: e90600 (on-line). Citado el 26 de marzo de 2018, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098377>
- Van Tussenbroek, B.I.,** H.A. Hernández Arana, R.E. Rodríguez-Martínez, J. Espinoza-Avalos, H.M. Canizales-Flores, C.E. González-Godoy, M.G. Barba-Santos, A. Vega-Zepeda y L. Collado-Vides, 2017: Severe impacts of brown tides caused by *Sargassum* spp. on nearshore Caribbean seagrass communities. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1-2): 272-281. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.057>
- Vargas-Yáñez, M.,** F. Moya, M.C. García-Martínez, E. Tel, P. Zunino, F. Plaza et al., 2010: Climate change in the Western Mediterranean Sea 1900-2008. *Journal of Marine Systems*, 82: 171-176.
- Vargas-Yáñez, M.,** F. Moya, M.C. García-Martínez, J. Rey, M. González y P. Zunino, 2009: Relationships between Octopus vulgaris landings and environmental factors in the northern Alboran Sea (Southwestern Mediterranean). *Fisheries Research*, 99, 159-167.
- Vergara, W.,** 2009: *Assessing the Potential Consequences of Climate Destabilization in Latin America*. Latin America and Caribbean Region

- sustainable development working paper n.º 32. Washington DC, World Bank Group, 117 pp.
- Villamor, B., C. Gonzalez-Pola, A. Lavin, L. Valdés, A.L. De Lanzós, C. Franco y P. Carrera, 2011:** Environmental control of Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) recruitment in the southern Bay of Biscay: case study of failure in the year 2000. *Fisheries Oceanography*, 20(5), 397-414.
- Villasante, S., G. Macho, J. Giraldez, S. Rivero-Rodríguez, J. Isusu de Rivero, S. Harper, D. Zeller y D. Pauly, 2016:** Spain (Northwest). pág. 397. En: *Global Atlas of Marine Fisheries: A critical appraisal of Catches and Ecosystem Impacts* [Pauly, D. y D. Zeller (eds.)]. Island Press, Washington DC.
- Villasante, S., G. Macho, N. Calvo, D. Wetthey, S. Woodin y E. Vázquez, 2018:** Social adaptation to climate change in Galician (NW Spain) shellfisheries. *International Workshop. Interdisciplinary approaches to the study of human and molluscs' interactions: from prehistory to present*. French Museum of Natural History Paris, France, 31 de enero-2 de febrero de 2018.
- Vinagre, C., F.D. Santos, H. Cabral y M.J. Costa, 2011:** Impact of climate warming upon the fish assemblages of the Portuguese coast under different scenarios. *Regional Environmental Change*, 11, 779-789.
- Vögler, R., F. Arreguín-Sánchez, D. Lercari, P. Monte-Luna y D. Calliari, 2015:** The effects of long-term climate variability on the trophodynamics of an estuarine ecosystem in southern South America. *Ecological Modelling*, 317: 83-92.
- Walther, G.R., 2010:** Community and Ecosystem Responses to Recent Climate Change. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365, 2019-2024.
- Wang, D., T.C. Gouhier, B.A. Menge y A.R. Ganguly, 2015:** Intensification and spatial homogenization of coastal upwelling under climate change. *Nature*, 518: 390-394. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature14235>
- Ward, C.H. y J.W. Jr. Tunnell, 2017:** Habitats and biota of the Gulf of Mexico: an overview. En: *Habitats and biota of the Gulf of Mexico: before the Deepwater Horizon oil spill, Volume 1: Water quality, sediments, sediment contaminants, oil and gas seeps, coastal habitats, offshore plankton and benthos, and shellfish* [Ward, C.H. (ed.)]. London, Springer Open, pp. 1-54. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4939-3447-8\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4939-3447-8_1)
- Ward, R.D., D.A. Friess, R.H. Day y R.A. MacKenzie, 2016:** Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(4): e01211 (on-line). Citado el 28 de marzo de 2018, <https://doi.org/10.1002/ehs2.1211>
- World Bank, FAO & WorldFish Center, 2012:** *Hidden Harvest: The Global Contribution of Capture Fisheries*. Informe n.º 66469-GLB. Washington DC, World Bank, 92 pp.
- Worm, B., E.B. Barbier, N. Beaumont, J.E. Duffy, C. Folke, B.S. Halpern, J.B.C Jackson et ál., 2006:** Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, vol. 314, pp. 787-790, <https://science.sciencemag.org/content/314/5800/787>
- Worm, B., R. Hilborn, J.K. Baum, T.A. Branch, J.S. Collie, C. Costello, M.J. Fogarty, E.A. Fulton, J.A. Hutchings, S. Jennings, O.P. Jensen, H.K. Lotze, P.M. Mace, T.R. McClanahan, C. Minto, S.R. Palumbi, A.M. Parma, D. Ricard, A.A. Rosenberg, R. Watson y D. Zeller, 2009:** Rebuilding Global Fisheries. *Science*, vol. 325. 46 pp.
- Xunta de Galicia, 2018:** *Pesca de Galicia. Estadísticas oficiales de pesca*. Sitio web consultado el 12 octubre 2019, [www.pescadegalicia.gal](http://www.pescadegalicia.gal)
- Yáñez, E., N.A. Lagos, R. Norambuena, C. Silva, J. Letelier, K.P. Muck, G. San Martín, S. Benítez, B.R. Broitman, H. Contreras, C. Duarte, S. Gelcich, F.A. Labra, M.A. Lardies, P.H. Manríquez, P.A. Quijón, L. Ramajo, E. González, R. Molina, A. Gómez, L. Soto, A. Montecino, M. Ángela Barbieri, F. Plaza, F. Sánchez, A. Aranís, C. Berna y G. Böhm, 2018:** Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Aquaculture in Chile, pp 239-332 En: *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture: A Global Analysis* [Phillips, B.F. y M. Pérez-Ramírez (eds.)], vol. I, 1.ª edición, 1048 pp.
- Ye, Y. y N.L. Gutierrez, 2017:** Ending fishery overexploitation by expanding from local successes to globalized solutions. *Nature Ecology & Evolution*, 1. Sitio web consultado el 5 de mayo de 2018, <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0179>
- Zavala, R., D. Gutiérrez, R. Morales, A. Grünwaldt, N. Gonzales, J. Tam, C. Rodríguez y S. Bucaram (eds.), 2019:** *Avances del Perú en la adaptación al cambio climático del sector pesquero y del ecosistema marino-costero*. Monografía del BID, Serie IDB-MG-679, Lima, 124 pp.