

Con el apoyo de:



Documento Plan de Adaptación del sector acuícola marino español al Cambio Climático

Proyecto AQUADAPT: Plan de Adaptación del sector de la acuicultura marina española al cambio climático

Fecha de publicación: 2018



UniversidadeVigo



Este documento ha sido elaborado en el marco del proyecto AQUADAPT “Plan de Adaptación del sector de la acuicultura marina española al cambio climático”, liderado por el Campus do Mar representado por la Universidade de Vigo (UVIGO) y la Universidade de Santiago de Compostela (USC), en colaboración con el Centro Tecnológico del Clúster de la Acuicultura de Galicia (CETGA), el Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía (CTAQUA), y con el apoyo de la Fundación Biodiversidad.

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto.

Con el apoyo de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica. El proyecto se enmarca en el proyecto LIFE IP INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”, que coordina el Ministerio, a través de la Fundación Biodiversidad.

Con el apoyo de:



ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	1
1 INTRODUCCIÓN	6
1.1 El cambio climático	6
1.2 El cambio climático y el sector acuícola	8
1.3 Objetivo del documento y del proyecto AQUADAPT	11
2 CONTEXTO DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	13
2.1 Contexto institucional	13
2.2 Contexto I+D+i	17
2.3 Contexto sectorial	19
2.4 Contexto social	22
3 GRUPOS DE INTERÉS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y ACUICULTURA	24
4 VARIABLES ASOCIADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO CON IMPACTO EN EL SECTOR	27
5 CASOS DE ESTUDIO Y DIAGNÓSTICO DEL SECTOR	29
5.1 Casos de estudio	29
5.2 Diagnóstico: caracterización del sector, análisis de impactos y vulnerabilidad	30
6 PLAN DE ADAPTACIÓN DE LA ACUICULTURA MARINA ESPAÑOLA AL CAMBIO CLIMÁTICO	37
6.1 Objetivos, impacto y alcance del Plan de Adaptación	38
6.2 Ejes, líneas de actuación y acciones	39
6.2.1 Eje 1. Aumento del conocimiento científico y promoción de la I+D+i	40
6.2.2 Eje 2. Mejora de la gobernanza y de la legislación/normativa	40
6.2.3 Eje 3. Disponibilidad y acceso a financiación específica	41
6.2.4 Eje 4. Transferencia de conocimiento, comunicación y sensibilización	41
6.3 Implementación del Plan de Adaptación	46
6.4 Viabilidad del Plan de Adaptación	47
6.5 Seguimiento y Evaluación del Plan de Adaptación	48
7 CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS	49
8 BIBLIOGRAFÍA	51
9 ACRÓNIMOS	57

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento es el resultado del proyecto titulado “**Plan de adaptación del sector de la acuicultura marina española a los efectos del cambio climático**” (AQUADAPT) financiado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) (*Convocatoria de ayudas para realización de actividades en el ámbito de la biodiversidad terrestre, biodiversidad marina y litoral 2016*. BOE, nº 83, 6 de abril de 2016).

El proyecto AQUADAPT está liderado por el Campus do Mar en el que participan investigadores de la Universidade de Vigo (UVIGO) y de la Universidade de Santiago de Compostela (USC) y entidades empresariales del territorio nacional como el Clúster de Acuicultura de Galicia (CETGA) y el Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía (CTAQUA). También cuenta con la participación a nivel nacional de la Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR) y la Red de Experimentación de Acuicultura (REMA).

El objetivo principal del proyecto es contribuir a la adaptación del sector de la acuicultura marina (rodaballo, dorada, lubina) a los efectos del cambio climático en el territorio nacional. Los objetivos específicos son:

- Incrementar el conocimiento de los impactos del cambio climático y de riesgos por área geográfica, especie cultivada y sistema de cultivo.
- Elaborar un Plan de Adaptación al cambio climático para la acuicultura marina en el horizonte 2050 como herramienta de apoyo a la planificación y gestión.
- Promocionar la sostenibilidad del Plan de Adaptación mediante el diseño de un plan de acción y comunicación.

El proyecto se centra en el cultivo de tres especies de peces marinos, el rodaballo (*Scophthalmus maximus L. 1758*), la dorada (*Sparus aurata L. 1758*) y la lubina (*Dicentrarchus labrax L. 1758*) cuya producción destaca a nivel nacional e internacional y abarca dos sistemas de cultivo: las instalaciones de tierra en circuito abierto y las jaulas flotantes en el mar. Para la medición y análisis del impacto se han considerado dos regiones del litoral español, el NW del Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo con dos casos de estudio: Galicia por su importancia en producción de rodaballo y la Comunidad Valenciana por su importancia en dorada y lubina.

El presente estudio recoge en un solo documento los principales resultados de las diferentes actividades realizadas en el marco del proyecto AQUADAPT para llegar finalmente a su objetivo final: “Elaboración de un Plan de adaptación de la acuicultura marina española al cambio climático y diseño de un Plan de Acción para su puesta en marcha”.

En el apartado de **Introducción** se explica brevemente el concepto de cambio climático, las posibles respuestas (mitigación y adaptación) y la amenaza actual que supone para el sector acuícola, considerado por la FAO como vulnerable ante el cambio climático. Este sector es muy importante como fuente de alimentos sana y saludable para la población y como actividad socio económica a nivel internacional, europeo, nacional y regional.

En la sección de **Contexto** se describe el marco internacional, europeo y nacional en “materia de adaptación” al cambio climático en el que se enmarca el sector acuícola. En él se realiza una selección de los organismos y entidades implicados en la lucha contra el cambio climático en relación con la adaptación y se describen sus iniciativas y acciones (estrategias, planes, programas, informes) ya bien por las directrices que marcaron o por su impulso y vigencia. Todo ello con un enfoque de códruple hélice: institucional, académico, sectorial y social. Es en el apartado del contexto sectorial donde se describe la situación concreta del sector acuícola frente al cambio climático. El análisis del contexto refleja la prioridad que la adaptación al cambio climático está teniendo en muchas de las agendas políticas. El sector de la acuicultura está cada vez más considerado en las estrategias y los planes, aunque a nivel nacional existe la necesidad de profundizar en el conocimiento de los impactos del cambio climático sobre el sector y en el diseño de medidas de adaptación. Ante este escenario y esta necesidad, nace el proyecto AQUADAPT, descrito anteriormente.

En el apartado de **Grupos de interés en acuicultura y cambio climático** se hace una selección de los principales agentes públicos y privados con influencia en el ámbito del cambio climático y la acuicultura, clasificados según su pertenencia a la Administración, sector empresarial, agentes I+D+i o a la sociedad, indicando su rol y sus competencias en el marco del proyecto AQUADAPT como resultado de la actividad “A2. Mapeo de grupos de interés”.

En el apartado de **Variables asociadas al cambio climático con impacto en el sector** se identifican las variables asociadas al cambio climático con una mayor repercusión sobre la acuicultura de las especies y sistemas de cultivo objetivo. Esta identificación ha sido realizada dentro del proyecto como parte de la actividad “A1. Identificación y Análisis de Variables” a partir de la consulta de fuentes primarias y secundarias (revisión bibliográfica, consultas con especialistas) y con la participación de los miembros del proyecto, tanto del sector empresarial como del ámbito académico. Las variables ambientales seleccionadas son: i) **temperatura**; ii) **oxígeno**; iii) **oleaje** y iv) **eventos extremos (temporales)**. En base a las variaciones en estas variables, algunos de los impactos biológicos, económicos y sociales más relevantes para el sector, que constituyen la “**situación teórica de partida**” para el análisis posterior son:

- ✓ **Impactos biológicos:** i) mayor vulnerabilidad ante enfermedades e incremento de mortalidad; ii) alteraciones fisiológicas de las especies cultivadas (crecimiento, maduración y reproducción); iii) cambios en el nivel de oxígeno disuelto y/o en la temperatura del agua y iv) estrés y disminución del bienestar animal por aumento de eventos extremos.
- ✓ **Impactos económicos:** i) aumento de costes de producción por un incremento de prevención y tratamiento de enfermedades; ii) pérdidas económicas directas por escapes debidos a roturas o deficiencias en las instalaciones o por la reducción de la densidad de cultivo; iii) pérdidas económicas de producción por incremento de las reparaciones y daños estructurales (debido a eventos extremos) y de las labores de limpieza; iv) aumento de costes por primas de seguros; v) perjuicios económicos directos y/o daños en la confianza de los clientes por desabastecimiento o encarecimiento del producto y vi) cambios en los costes de materias primas (piensos, alevines), mano de obra y energía.

- ✓ Impactos sociales: i) variaciones en el número y calidad de los empleos en el sector; ii) inaccesibilidad al producto por los consumidores debido a precios elevados; iii) efectividad de la gobernanza (estrategias, planes, regulaciones); v) alteración de la calidad del producto; iv) apertura del sector acuícola a la Administración y a la sociedad, y v) capacidad de monitoreo del desarrollo y estado del sector.

En el apartado de **Casos de estudio y Diagnóstico del sector** sintetiza la situación actual del sector acuícola frente al cambio climático y se identifican sus principales necesidades a partir de dos casos de estudio localizados en dos zonas geográficas del territorio nacional: uno en la zona atlántica en Galicia y otro en la zona mediterránea en la Comunidad Valenciana. En estas áreas se seleccionaron un grupo de empresas en base a su importancia en la producción de las especies objetivo (rodaballo, dorada y lubina), ampliando esta colaboración con empresas de Murcia, Andalucía y las Islas Canarias. También se incluyeron los principales fabricantes de piensos acuícolas que forman parte de la cadena de valor. El diagnóstico incluye una caracterización del sector, un análisis de los potenciales impactos del cambio climático y un análisis de vulnerabilidad, todo ello centrado en las especies de estudio (dorada, rodaballo y lubina), los sistemas de cultivo (jaulas e instalaciones de tierra) y las áreas geográficas seleccionadas (Océano Atlántico y Mar Mediterráneo) a nivel nacional.

El análisis de los casos de estudio se llevó a cabo mediante la cumplimentación directa de unos cuestionarios por parte de las empresas con preguntas sobre los posibles impactos biológicos, económicos y sociales asociados al cambio climático y se concluyó lo siguiente:

- Con relación al medio marino, el sector de los productores no ha detectado episodios de hipoxia ni una mayor frecuencia de oleaje intenso o eventos extremos (temporales) en los últimos cinco años, aunque las empresas discrepan en si se ha producido un aumento de temperatura del agua de mar.
- Respecto a los impactos biológicos en la producción, el sector no ha detectado, en los últimos cinco años, un incremento de patologías en las especies, ni cambios en la maduración y aunque sí ha registrado un aumento del crecimiento y mejores valores del índice de conversión, lo fundamentan en el mejor manejo y calidad de los piensos.
- Desde un punto de vista económico, las empresas del sector no tienen claro si se han producido cambios en los costes de producción debido al cambio climático, aunque coinciden en que no han aumentado las labores de mantenimiento y reparaciones.
- En la actualidad, el sector productivo no conoce demasiado los planes actuales de adaptación y considera la necesidad de mejorar la gobernanza y las líneas de financiación. Aunque no está tomando ninguna medida de adaptación frente al cambio climático sí las considera de cara al futuro. En la actualidad los productores no están notando los efectos del cambio climático, que esperan a partir de 5 años, al contrario que los fabricantes de piensos que ya los detectan.

Como parte del diagnóstico, el análisis de vulnerabilidad del sector permitió, mediante la herramienta DAFO, seleccionar los siguientes puntos críticos que posteriormente sirvieron de guía para priorizar y diseñar las medidas de adaptación:

- Conocimiento científico y del sector empresarial sobre el impacto del cambio climático en el sector de la acuicultura.
- Normativa y trámites administrativos no adecuados a las medidas de adaptación relacionadas con la adaptación de las instalaciones y/o traslado de las mismas (ej. nuevas licencias).
- Disponibilidad y acceso a fuentes de financiación específicamente dirigidas a la adaptación del sector acuícola al cambio climático.
- Colaboración entre grupos de interés en el marco de la transferencia de conocimiento y diseño de medidas de adaptación aplicables a lo largo de la cadena de valor.

El diseño de los Casos de estudio y el Diagnóstico del sector se llevaron a cabo de forma participativa en colaboración con los socios del proyecto y otras entidades de interés para el ámbito del proyecto, a través de dos talleres de trabajo, para tal efecto, como parte de las actividades del proyecto “A.3 Celebración de workshop kick-off y de preparación para la elaboración del diagnóstico” y “A5. Elaboración de diagnóstico participativo”.

En el último apartado del documento se describe el **Plan de Adaptación del sector de la acuicultura marina española al cambio climático** para el horizonte 2050, elaborado a partir de los puntos críticos identificados mediante el Diagnóstico, y que considera las siguientes líneas de actuación alineadas con 4 ejes relacionados con los objetivos del proyecto (código: E1: eje 1; L1: Línea 1):

E1: Incremento del conocimiento científico y del sector empresarial sobre el impacto del cambio climático en el sector de la acuicultura.

- L1. Definición conjunta de las prioridades de investigación básica y aplicada.
- L2. Desarrollo de proyectos de investigación básica y aplicada en colaboración con empresas sobre el efecto de las posibles variables ambientales, económicas y sociales que afecta a los peces y al proceso productivo.
- L3. Monitorización y generación de registros biológicos, químicos y físicos.
- L4. Disponibilidad y accesibilidad a información ambiental, económica y social: Creación de un repositorio de datos (*open science cloud*).

E2: Refuerzo del marco normativo y administrativo en el contexto de la adaptación del cambio climático.

- L1. Revisión de la consideración de la acuicultura como actividad estratégica en los planes de gestión de usos del litoral.
- L2: Revisión y adecuación del marco normativo de obtención y gestión de concesión y licencias de actividad en materia de adaptación del sector.
- L3. Elaboración coordinada de planes de adaptación a nivel nacional y autonómico o bien Integración de la adaptación al cambio climático en los planes de gestión sectorial.
- L4. Coordinación entre las políticas de mitigación y adaptación para la optimización de la lucha del sector frente al cambio climático.

E3: Disponibilidad y acceso a fuentes de financiación dirigidas a la adaptación del sector acuícola al cambio climático.

- L1. Incorporación de nuevas líneas de investigación prioritarias en los Planes nacionales y autonómicos de I+D+i.
- L2. Incorporación de la adaptación de la acuicultura al cambio climático en los planes de financiación nacional y autonómica.
- L3. Incorporación en los fondos FEMP y FEDER de líneas específicas de adaptación al cambio climático.
- L4. Análisis de opciones de financiación privada que contemple los riesgos del cambio climático.
- L5. Búsqueda de incentivos económicos y/o fiscales a nivel nacional, autonómico y local para entidades que desarrollen una acuicultura con enfoque ecosistémico.

E4: Colaboración con grupos de interés para la transferencia de conocimiento a lo largo de la cadena de valor

- L1. Creación de foros colaborativos interinstitucionales y multidisciplinares moderados por la Administración.
- L2. Comunicación, concienciación y sensibilización.
- L3. Formación y transferencia: cursos de formación especializada, revisión de programas docentes, proyectos de I+D+i colaborativos, con el sector productivo (Ej. doctorado industrial. Proyectos de transferencia, etc.

Este Plan de Adaptación constituye la actividad del proyecto “A.6. *Elaboración de un Plan de Adaptación del sector acuícola marino al Cambio Climático, por especie cultivada y sistema de cultivo, a través de la integración de todas las aportaciones de los grupos de trabajo*” y ha sido diseñado de forma participativa por los socios del proyecto y por expertos externos.

Este Plan de Adaptación se pondrá en marcha mediante un **Plan de Acción** con acciones específicas dirigidas a reforzar la capacidad de adaptación del sector al cambio climático en el corto plazo de dos años. Estas acciones promoverán el compromiso y la implicación de diferentes actores (Administración, Agentes I+D+i, sector empresarial y sociedad) sobre aspectos ambientales, económicos y sociales y se diseñarán como parte de la actividad “A7. Diseño de un plan de acción para la puesta en marcha del Plan de Adaptación con la involucración de los grupos de interés público – privado (Administración, sector privado, Universidad y sociedad)”.

Con la implementación gradual del Plan de Adaptación se contribuirá a avanzar en las directrices establecidas por el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) a través de la Fundación Biodiversidad para el desarrollo de su línea de actuación en materia de cambio climático. También contribuirá a la consecución de los objetivos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y su tercer programa de trabajo (3PT- PNACC) que constituyen el marco de referencia nacional en materia de adaptación al cambio climático. Todo ello redundará en la mejora de la comprensión de los impactos del cambio climático sobre el sector, en la disminución de su vulnerabilidad frente al cambio climático y en el mantenimiento de su competitividad y sostenibilidad en el horizonte 2050.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 El cambio climático

Concepto de cambio climático

El cambio climático es, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 1988), “un cambio en el estado del clima que puede ser identificado (por ejemplo, utilizando técnicas estadísticas) por cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un periodo prolongado, generalmente décadas por periodos más largos”. Según el IPCC, el cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o forzamientos externos como las modulaciones de los ciclos solares, las erupciones volcánicas y los cambios antropogénicos persistentes en la composición del uso del suelo (IPCC, 2013a).

El IPCC, incluye además en su definición la descrita por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) como “un cambio en el clima atribuido directa o indirecta a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos de tiempo comparables” (ONU, 1992).

Ambas definiciones recogen en esencia lo que significa el cambio climático y el IPCC destaca con relación a la definición de la CMNUCC, que ésta hace una distinción entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2013a).

Este origen antropogénico del cambio climático no solo es debido al excesivo crecimiento de la población humana sino a la gran cantidad de recursos naturales que explota para su desarrollo, a los cambios en el uso del suelo y en definitiva a la enorme capacidad que tiene el ser humano para transformar el planeta y alterar las concentraciones de gases de efecto invernadero, entre otras (Vitousek *et al.*, 1997; Ellis, 2011).

Amenaza del cambio climático

Según el IPCC, en su cuarto informe de evaluación (AR4) el calentamiento del sistema climático por la acción del hombre es inequívoco (IPCC, 2014) y se debe en gran parte al incremento observado en las concentraciones antropogénicas de gases de efecto invernadero (ONU, 2010).

Algunas de las evidencias son el aumento global de la temperatura del aire y de los océanos, cambios en las precipitaciones, el derretimiento del hielo y la nieve, y el incremento del nivel del mar, cambios en la distribución geográfica de especies, entre otros (IPCC, 2013b).

El cambio climático representa una amenaza urgente y potencialmente irreversible para las sociedades humanas y el planeta, con efectos adversos y consecuencias directas e indirectas.

Además, es un problema de desarrollo especialmente en los países más pobres con una población más vulnerable y con menos capacidad de adaptación, a pesar de haber contribuido mucho menos a la aparición del problema (ONU, 2010; RIOCC, 2006).

La lucha frente al cambio climático

La lucha frente al cambio climático es una prioridad en las principales agendas políticas internacionales y nacionales (FAO, 2012), pues al tratarse de un problema global exige la cooperación y participación responsable y una respuesta de todos los países apropiada según sus circunstancias y capacidades (ONU, 2010; ONU, 2015). Dado que la mayor parte de las emisiones mundiales históricas de gases de efecto invernadero han tenido su origen en los países desarrollados, éstos son los que deben de asumir el liderazgo en la lucha contra el cambio climático y sus efectos adversos (ONU, 2010).

Esta cooperación internacional a largo plazo, en el marco de lo establecido por la CMNUCC, y según la visión descrita en los Acuerdos de Cancún (ONU, 2010) trata la mitigación, la adaptación, la financiación, el desarrollo y la transferencia de tecnología y el fomento de la capacidad de manera equilibrada, integrada y completa. Esta última actividad, la del fomento de capacidad la considera como una actividad de carácter transversal.

La mitigación y la adaptación son dos posibles respuestas al cambio climático y el IPCC las define como:

- Mitigación: Intervención humana para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2013a).
- Adaptación: proceso de ajuste al clima real o esperado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación busca moderar el daño o explotar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima esperado y sus efectos (IPCC, 2013a).

Entre las acciones de mitigación dado el imparable desarrollo y crecimiento de la población, existe la necesidad del uso de tecnologías respetuosas con el medio ambiente y la cooperación internacional para su transferencia, desde los países más desarrollados donde generalmente se crean por sus altos ingresos y mayor capacidad de innovación, hacia los países menos desarrollados con el fin de disminuir la emisión de GEI y la contaminación (Adger *et al.*, 2003). Esta responsabilidad común pero diferenciada ya se pusiera de manifiesto en las directrices que marcó la CMNUCC (ONU, 1992) y el IPCC (IPCC, 2000) para la cooperación y transferencia de tecnología desde una perspectiva sostenible.

La adaptación al cambio climático es necesaria y complementaria a las acciones de mitigación (MAGRAMA, 2007). Mientras que la mitigación actúa sobre las causas, mediante la estabilización de las concentraciones de los GEI a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático, la adaptación aborda la reducción o eliminación de los efectos adversos

y el aprovechamiento de las oportunidades que ocasiona el cambio climático (Martínez, 2010).

La adaptación al cambio climático puede contribuir a reducir los efectos negativos del cambio climático y proteger a las personas, los medios de vida y los ecosistemas, pero no puede sustituir los esfuerzos de mitigación de modo que ambas respuestas deben de ser tratadas con la misma prioridad (ONU, 2010). Es más, las acciones de mitigación deben de mantenerse para reducir las necesidades de adaptación y acelerar el proceso de adaptación ahorrando costes a largo plazo. Incluso en muchas ocasiones, la viabilidad de las estrategias de adaptación depende fuertemente del nivel de mitigación (RIOCC, 2006).

La adaptación, como parte de la respuesta mundial a largo plazo frente al cambio climático es también un reto mundial que incumbe a todos los países, desde el nivel internacional hasta el local, con el fin de aumentar la resiliencia y disminuir la vulnerabilidad (ONU, 2015) y que debería de basarse en una sólida información científica e integrarse en las políticas y medidas socioeconómicas y ambientales.

Tanto en el contexto internacional a través de la CMNUCC como en el contexto europeo a través de diferentes estrategias elaborados por la Comisión europea (CE), la adaptación al cambio climático ha ido cobrando cada vez más importancia.

Las iniciativas de adaptación deben ser definidas e implementadas a nivel nacional o subregional e incluso sectorial, pues los impactos y las vulnerabilidades son específicos de cada lugar y de cada sector de actividad (OECC, 2006). A nivel nacional, la Oficina Española de cambio Climático perteneciente al Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) ha desarrollado el Plan nacional de adaptación al cambio climático (PNACC) (OECC, 2006) en el que reconoce que España es un país muy vulnerable al cambio climático por su situación geográfica y sus características socioeconómicas. Este Plan, como se verá más adelante en el presente documento, tiene como principal objetivo la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de distintos sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos españoles.

1.2 El cambio climático y el sector acuícola

La acuicultura es una actividad socioeconómica muy importante como fuente de alimentación sana y saludable, de alta calidad y valor nutritivo para gran parte de la población mundial (EATiP, 2012), especialmente en los países en desarrollo. Proporciona numerosos puestos de trabajo pues además del sector productivo tiene asociada una importante cadena de valor (laboratorios, transformación, transporte, comercio) que vincula los productores con los proveedores y con los consumidores finales (EATiP, 2012).

En 2011, según la FAO, la acuicultura produjo 63,6 millones de toneladas (tn), lo que representa a nivel mundial el 49% de todos los alimentos acuáticos destinados al consumo humano, igualando el suministro de alimentos de la pesca (EATiP, 2012).

En Europa, para el año 2030 existen predicciones de que el sector acuícola proveerá 4,5 millones de tn al año, por valor de 14 mil millones de euros, y ofreciendo más de 150.000 puestos de trabajo directos (EATiP, 2012).

En España la acuicultura marina es también una actividad importante en el desarrollo económico y social con una producción acuícola que alcanzó en 2015 un total de 289.821 tn con un valor de primera venta de 407,2 millones de euros (EATiP, 2012). La producción de peces alcanzó en 2016 un total de 47.635 tn, destacando la producción de lubina (21.324 tn) y dorada (16231 tn) y en menor medida la de rodaballo con 7396 tn (APROMAR, 2017).

Este sector, aunque está en auge, se enfrenta a una serie de desafíos para mantener su competitividad como es el “cambio climático” que afecta a variables ambientales que rigen su sostenibilidad. De hecho, la FAO a nivel internacional considera la acuicultura como un sector vulnerable ante el cambio climático (FAO, 2017a).

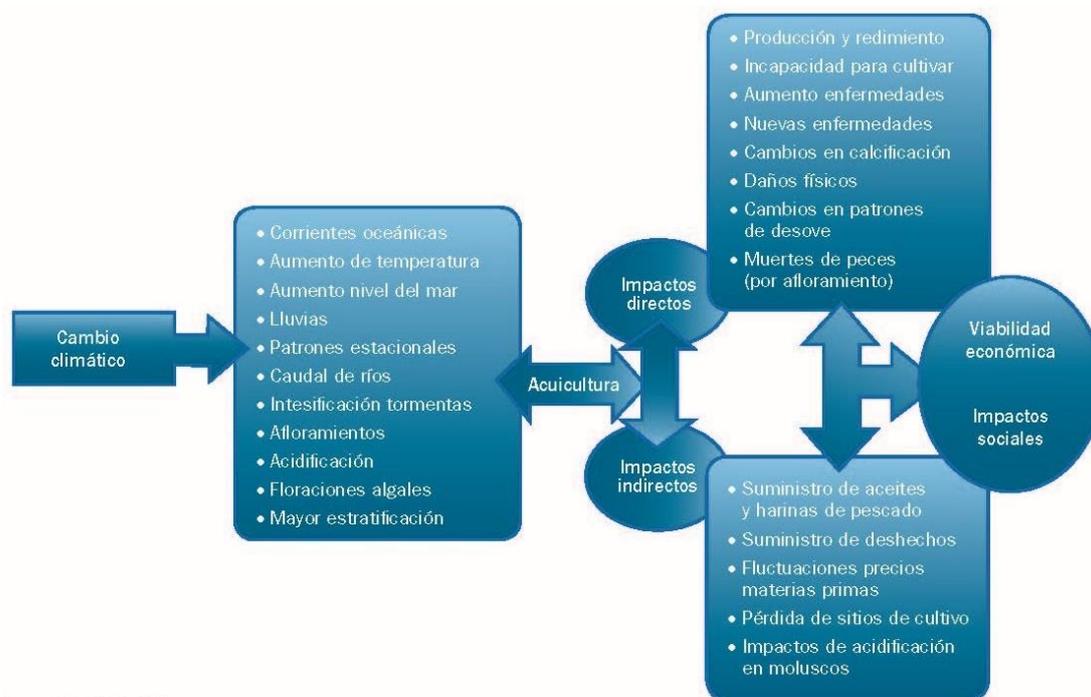


Figura 1. Impactos del cambio climático en la acuicultura. (Fuente: FAO/NACA en FOESA 2013)

La identificación y el análisis de los impactos de este fenómeno en el sector acuícola es compleja debido a la diversidad de las especies que se producen, tipos de sistemas de cultivo, la escala e intensidad de la actividad, variedad de áreas geográficas, etc. (Handyside *et al.*, 2006). Además, por otro lado, es necesario la comprensión de los factores derivados del cambio climático (cambios biofísicos), sus vías de impacto, su variabilidad y los riesgos que plantean.

La complejidad radica también en que en este contexto de cambio climático las especies marinas ya están ya expuestas a factores estresantes no relacionados con el cambio climático (ej. contaminación) por lo que su vulnerabilidad aumenta (Holymard, 2014).

Algunos de los cambios producidos por efecto del cambio climático en el medio marino y que pueden tener un impacto en el sector acuícola son el aumento de la temperatura del agua, cambios en los niveles de oxígeno, la subida del nivel del mar, cambios en precipitaciones, variaciones de las características físico-químicas del agua de mar, cambio en la distribución de especies, variaciones en la intensidad y frecuencia de eventos extremos, entre otras (Frost *et al.*, 2012; Handisyde *et al.* 2006; Holymard, 2014; IPCC, 2013b; Silva & Soto, 2009) (Figura 1).

Con relación a la acuicultura marina de peces, como éstos son alimentados con piensos, *a priori* no son tan vulnerables como otros grupos faunísticos (ej. moluscos) cuyo alimento depende en mayor medida de la idoneidad de las condiciones oceanográficas (FOESA, 2013). No obstante, la materia prima de estos piensos basada principalmente en harinas y aceites de pescado, proviene de pesquerías (anchoveta peruana) que dependen a su vez de variaciones de fenómenos como “El niño” y “La Niña” (FOESA, 2013), por lo que también se ven afectados por el cambio climático.

Concretamente, en España, la acuicultura de peces marinos es una actividad especialmente vulnerable y sensible debido a que, como se verá más adelante en el presente documento, se realiza en zonas costeras expuestas a condiciones adversas, las especies cultivadas dependen de las condiciones ambientales, existe poca diversificación de cultivos en una misma empresa y porque del sector dependen muchos puestos de trabajo a lo largo de la cadena de valor, entre otros.

El sector acuícola ha mostrado su resiliencia y adaptabilidad frente a muchas circunstancias adversas y es posible que pueda responder positivamente al cambio climático (FOESA, 2013). Para guiar y fortalecer la respuesta del sector es necesaria la implicación, colaboración y coordinación de todos los agentes y grupos de interés (gobierno, agentes I+D+i, sector empresarial y sociedad) en el desarrollo de acciones que consideren aspectos ambientales, económicos y sociales.

Son varios los planes y estrategias a nivel internacional, europeo y nacional que marcan las directrices y principales líneas de actuación para el desarrollo sostenible del sector acuícola, en los que “la adaptación” ha cobrado importancia.

En España, el PNACC (OECC, 2006) y su Tercer programa de trabajo (3PT-PNACC) (OECC, 2014), han considerado la acuicultura como un sector sensible y vulnerable con necesidad de adaptación. Además, varios informes han profundizado en la interacción del cambio climático y la acuicultura (FOESA, 2013; García & Remiro, 2014). No obstante, no existe un Plan específico a nivel nacional dirigido a la adaptación del sector acuícola al cambio climático. En este escenario y ante esta necesidad surge el presente proyecto AQUADAPT cuyos objetivos y alcance se explicará más adelante (Véase Apdo. 3).

1.3 Objetivo del documento y del proyecto AQUADAPT

El presente documento recoge los principales resultados de las actividades realizadas en el marco del proyecto titulado “**Plan de adaptación del sector de la acuicultura marina española a los efectos del Cambio climático**” (AQUADAPT) financiado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica (*Convocatoria de ayudas para realización de actividades en el ámbito de la biodiversidad terrestre, biodiversidad marina y litoral 2016*. BOE, nº 83, 6 de abril de 2016).

AQUADAPT es un proyecto liderado por el Campus do Mar en el que participan investigadores de la Universidad de Vigo (UVIGO) y de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) y entidades empresariales del territorio nacional como el Clúster de Acuicultura de Galicia (CETGA) y el Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía (CATQUA). También cuenta con la participación de la Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR) y la Red de Experimentación de Acuicultura (REMA).

Es una iniciativa que surge con el fin de profundizar en el conocimiento del impacto del cambio climático en el sector de la acuicultura marina y diseñar acciones de adaptación dirigidas a disminuir la vulnerabilidad del sector y aumentar su resiliencia en el marco temporal 2050. Dichas acciones de adaptación, específicas para el sector, se implementarán a nivel nacional o subregional, pues los impactos y las vulnerabilidades son específicos de cada lugar y de cada sector de actividad. Los objetivos del proyecto se detallan en la Figura 2.



Figura 2. Objetivos del proyecto AQUADAPT

El proyecto se centra en el cultivo de tres especies de peces marinos, el rodaballo (*Scophthalmus maximus L. 1758*), la dorada (*Sparus aurata L. 1758*) y la lubina (*Dicentrarchus labrax L. 1758*) cuya producción destaca a nivel nacional e internacional (APROMAR, 2017).

El estudio abarca dos sistemas de cultivo: las instalaciones de tierra en circuito abierto y las jaulas flotantes en el mar. En las instalaciones de tierra se desarrolla todo el ciclo de cultivo de rodaballo y las fases de cría (*hatchery*) y pre-engorde de la dorada y lubina y en las jaulas marinas se desarrolla el engorde de dorada y lubina. Las jaulas son estructuras muy expuestas a las condiciones ambientales y las instalaciones de tierra, aunque menos vulnerables, pueden ver afectada su estructura en condiciones desfavorables (ej. tuberías de captación de agua).

Para la medición y análisis del impacto se han considerado dos regiones del litoral español, el NW del Océano Atlántico (Galicia) y el Mar Mediterráneo, seleccionando dos casos de estudio: uno en Galicia, por su importancia en producción de rodaballo y otro en la Comunidad Valenciana por su importancia en cultivo de dorada y lubina en el Mar Mediterráneo.

A continuación, se representan las diferentes fases del proyecto AQUADAPT (Figura 3).

FASES DEL PROYECTO AQUADAPT



Figura 3. Fases del proyecto AQUADAPT

El objetivo principal del documento es la elaboración, en la fase final, de un Plan de adaptación del sector acuícola marino al cambio climático en el territorio nacional con el diseño de las principales líneas estratégicas de adaptación dirigidas a disminuir su vulnerabilidad y mantener/aumentar su sostenibilidad. Dentro del proyecto se corresponde con la actividad “A6. *Elaboración de un Plan de adaptación de la acuicultura marina española al cambio climático, por especie cultivada y sistema de cultivo, a través de la integración de todas las aportaciones de los grupos de trabajo*” y constituye el entregable A.6.-E.2. del proyecto (próximamente disponible en página web del proyecto: <http://aquadapt.campusdomar.gal/>).

Para poner en marcha el Plan de Adaptación, se diseñará, además, un Plan de Acción en el plazo de dos años, con acciones concretas que se describirán en la siguiente actividad del proyecto “A7. *Diseño de un plan de acción para la puesta en marcha del Plan de Adaptación con la involucración de los grupos de interés público – privado (Administración, sector privado, Universidad y sociedad)*”.

Se contribuye así a avanzar en las directrices establecidas por el MITECO a través de la Fundación Biodiversidad para su línea de actuación en materia de cambio climático y también a la consecución de los objetivos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y su tercer programa de trabajo (3PT- PNACC) en relación con el primer eje sobre “evaluación sectorial de impactos, vulnerabilidad y adaptación” que incluye a la acuicultura entre sus sectores prioritarios (OECC, 2014).

2 CONTEXTO DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

A continuación, se describe el marco general de los antecedentes y su alcance a través de una selección de los organismos y entidades implicados en la lucha contra el cambio climático en materia de adaptación. También se describen sus iniciativas y acciones (estrategias, planes, programas, informes) que deben de ser consideradas, unas por las directrices que marcaron y son un referente y otras por su vigencia. El contexto incluye un enfoque desde cuatro ámbitos: institucional, académico, sectorial y social. Es en el apartado del contexto sectorial cuando se describirá la situación del sector acuícola frente al cambio climático.

2.1 Contexto institucional

2.1.1 Internacional

La **Organización de Naciones Unidas (ONU)** crea la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático (CMNUCC)** (ONU, 1992) que es el primer acuerdo internacional de gran escala para hacer frente al cambio climático de forma cooperativa. Su objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones los de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático en un plazo suficiente para que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando la protección de la producción de alimentos y permitiendo el desarrollo económico sostenible (ONU, 1992). Uno de sus Programas de Trabajo trata sobre los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático (FAO, 2011) con el fin de fortalecer la capacidad de adaptación al cambio climático de todas las Partes.

- En 2005 entra en vigor el **Protocolo de Kioto** (ONU, 2005), un acuerdo internacional autónomo vinculado a la CMNUCC, adoptado en la Conferencia de las partes (CP) cuyo objetivo principal es, entre varios países, fortalecer y complementar lo establecido en la CMNUCC con acciones de prevención y adaptación al cambio climático con los siguientes compromisos: 1) Crear programas nacionales de mitigación y adaptación; 2) Promover transferencia de tecnologías ambientales; 3) Cooperar en investigación y observación internacional de cambio climático y 4) Apoyar educación, capacitación y concienciación social en cambio climático.
- En 2005, se establece el programa quinquenal "**Programa de Trabajo de Nairobi**" que asesora a los países de la CMNUCC (especialmente aquéllos en desarrollo) para la comprensión de los efectos, la vulnerabilidad y la toma de decisiones sobre acciones prácticas de adaptación y respuesta frente al cambio climático en base a información científica, técnica y socioeconómica (ONU, 2005). Gran parte de las acciones de sus 9 áreas de trabajo plantean objetivos sobre adaptación.

- Los **Acuerdos de Cancún** (ONU, 2010) contribuyen en el marco de la CMNUCC a avanzar en la adaptación, mitigación, mecanismos de financiación, desarrollo y transferencia de tecnología y en el fomento de la capacidad. Todo ello con un enfoque de adaptación considerando los grupos, comunidades y ecosistemas vulnerables e integrándolo en las políticas y medidas sociales, económicas y ambientales. En ellos se plantean decisiones para que las Partes contribuyan mediante: evaluaciones de impactos y vulnerabilidades, fortalecimiento de capacidades institucionales, análisis de necesidades financieras, estrategias de gestión de riesgo, mejora del entendimiento, cooperación, investigación y desarrollo, difusión y transferencia de tecnologías, fortalecimiento de los sistemas de datos, etc. Se establece además un Comité de Adaptación para promover y reforzar las medidas de adaptación de la CMNUCC.
- El **Acuerdo de París** (ONU, 2015) vinculado a la CMNUCC sienta las bases jurídicas que afectan a la toma de decisiones sobre mitigación, adaptación, pérdidas y daños, financiación, desarrollo y transferencia de tecnología, fomento de la capacidad, transparencia de las medidas y la facilitación de su aplicación y cumplimiento. En él se señala la necesidad de adaptación y se solicitan iniciativas (recomendaciones, apoyos, exámenes, métodos para evaluación de necesidades, medidas de defensa y resiliencia, refuerzo de cooperación regional, etc.) a distintas entidades (Comité de adaptación, Grupo de expertos para los países menos adelantados, Fondo verde para el clima).

La **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura** (FAO) ha publicado numerosos informes sobre cambio climático entre los que destaca el reciente estudio titulado “**El trabajo de la FAO sobre cambio climático**” (2017) y el programa marco “**Framework Programme on Climate Change Adaptation (FAO-Adapt)**” (FAO, 2011) que orienta y propone acciones prioritarias de adaptación, así como apoyo para su implementación. FAO-Adapt fomenta alianzas sobre adaptación entre agencias de la ONU, instituciones internacionales de I+D+i y financiación y organizaciones regionales.

La **ONU** a través de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1951) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crea el **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático** (IPCC, 1988) como referente científico para la toma de decisiones en el marco de la CMNUCC. Proporciona, en el ámbito del conocimiento, evaluaciones científicas, técnicas y socioeconómicas políticamente relevantes, pero no vinculantes, sobre el origen, la magnitud y el alcance del cambio climático. Uno de sus órganos son los grupos de trabajo (GT) cuyos revisores elaboran informes de evaluación, como es el **Grupo de Trabajo II** (GT- II) que aborda la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y naturales al cambio climático, las consecuencias y opciones de adaptación. Destacan los informes de evaluación (AR1, AR2, AR3, AR4 y AR5) por su visión global y rigurosa del conocimiento científico, técnico y socioeconómico, causas, impactos y estrategias de respuesta.

La **Red iberoamericana de Oficinas de Cambio climático** (RIOCC) integra las oficinas nacionales de cambio climático de 21 países iberoamericanos para el intercambio y la comunicación sobre las prioridades, retos y propuestas sobre cambio climático. Una de sus áreas temáticas

prioritarias es la “Adaptación al cambio climático” con el **Programa Iberoamericano de Adaptación al Cambio Climático (PIACC)** cuyo objetivo es fortalecer el desarrollo y la aplicación de estrategias de adaptación y asesorar a sus miembros en evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, en el marco de la CMNUCC (RIOCC, 2006).

2.1.2 Europeo

La **Comisión europea (CE)** con el **Libro verde “Adaptación al cambio climático en Europa: Opciones de actuación para la UE”** (CE, 2007a) centra las acciones prioritarias para la Unión Europea (UE) en cuatro ejes: 1) Tomar medidas tempranas; 2) Integrar la adaptación en la acción exterior, 3) Reducir la incertidumbre con el conocimiento y la investigación sobre el clima y 4) Implicar a la sociedad, empresas y sector público en las estrategias de adaptación. En este libro se considera la necesaria inclusión de las medidas de adaptación en la política marítima, la legislación y los programas comunitarios de financiación y ya se puso de manifiesto como grandes variaciones de temperatura podían afectar a las piscifactorías (CE, 2007a).

Posteriormente, la CE con el **Libro Blanco sobre “Adaptación al Cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación”** (CE, 2009a) establece un marco estratégico para la reducción de la vulnerabilidad de la UE ante el cambio climático a través de cuatro pilares: 1) Desarrollo de conocimiento, 2) Integración de la adaptación en la política europea, 3) Instrumentos de financiación y 4) Cooperación Internacional. Incluye tres documentos sectoriales sobre agricultura, salud y cuestiones relativas al agua, costas y medio marino y considera que el cambio climático impactará sobre la pesca y acuicultura (CE, 2009a).

En 2013, la CE crea la **Estrategia Europea de Adaptación al cambio climático** (CE, 2013a) que constituye el marco europeo de cooperación en materia de adaptación al cambio climático. Sus tres objetivos fundamentales son: 1) Promover acciones de adaptación (estrategias, planes, mecanismos de financiación, compromisos), 2) Facilitar la toma de decisiones con programas de investigación y la plataforma de información Climate-adapt y 3) Fomentar la adaptación de los sectores más vulnerables. Esta estrategia proporciona una visión de los principales impactos en las zonas costeras y marinas a nivel ambiental, económico y social y reconoce la sensibilidad y vulnerabilidad de la acuicultura a los efectos del clima (CE, 2013a).

La **Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 1994)** de la UE informa sobre el estado del medio ambiente a los responsables de las políticas medioambientales, la comunidad científica, el sector empresarial, ONGs, y otros sectores de la sociedad. Una de sus cuatro áreas temáticas es la lucha contra el cambio climático con el desarrollo de varios informes técnicos sobre acciones y planes de adaptación (EEA, 2012; EEA, 2014; EEA, 2015a). Entre los más recientes destaca el **“National monitoring, reporting and evaluation on climate change adaptation in Europe”** (EEA, 2015b) sobre la revisión y evaluación de políticas de adaptación y el informe **Climate change impacts and vulnerabilities in Europe -An indicator-based report”** (EEA, 2016).

En este último se evalúan los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad y los riesgos en el ecosistema, salud humana y sociedad en Europa. Incluye políticas de adaptación en la UE, a nivel transnacional y a nivel nacional (incluso macro-regiones) a distintos niveles de gobernanza que interactúan con las políticas de mitigación y reducción del riesgo de desastres.

2.1.3 Nacional

La **Comisión Interministerial para el Cambio Climático** como órgano para el seguimiento y la propuesta de políticas relacionadas con cambio climático elabora la **Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (EEDS)** (MAGRAMA, 2007a) que se enmarca a nivel europeo dentro de la **Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE (EDS)** (CE, 2006), siendo en ambas el cambio climático y la energía limpia una de sus áreas prioritarias. A través de la estrategia española (EEDS), en el contexto de conservación y sostenibilidad ambiental, se actúa para la integración de la adaptación en la planificación de los sectores económicos y el desarrollo de acciones de mitigación (energía renovable, eficiencia energética). Para estas acciones el **Consejo nacional del Clima** (CNC, 1998) como órgano interministerial asesor del Gobierno en la elaboración y seguimiento de políticas sobre cambio climático desarrolló dentro de esta EEDS, la **Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia 2007-2020** (MAGRAMA, 2007b) que promueve una energía limpia con acciones de adaptación complementarias a las de mitigación para la reducción de impactos o explotación de oportunidades del cambio climático.

El MITECO a través de la Oficina Española de cambio climático (OECC) en sus acciones de lucha frente al cambio climático, creó en 2006, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) como marco de referencia y coordinación nacional para las iniciativas y actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España (OECC, 2006). Su objetivo principal es la integración de las medidas de adaptación en las políticas sectoriales y de gestión de recursos naturales vulnerables al cambio climático, para contribuir al desarrollo sostenible en el siglo XXI (FOESA, 2013). Este PNACC se estructura en cuatro ejes de actuación -1) Evaluación sectorial de impactos, 2) Integración en la normativa de la adaptación, 3) Movilización de actores y 4) Establecimiento de un sistema de indicadores- y dos pilares básicos -1) Coordinación administrativa y 2) Potenciación de la I+D+i orientada a las necesidades del Plan- (Figura 4).

Este Plan se ejecuta a través de programas de trabajo y concretamente en el Tercer Programa de Trabajo 2014-2020 (3PT-PNACC) (OECC, 2014) considera las zonas costeras como áreas prioritarias con el desarrollo de la **Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española (MAGRAMA, 2016)**. El proyecto AQUADAPT está alineado especialmente con los objetivos de este 3PT-PNACC que da importancia a la vertiente privada y empresarial de la adaptación.



Figura 4. Estructura del Segundo Programa de Trabajo del PNACC (Fuente: PNACC, 2006)

Para finalizar, a nivel institucional otro de los órganos nacionales con competencias en cambio climático es la **Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático (CCPCC)**, formada por representantes de las Administraciones públicas que incluye un grupo de Trabajo sobre Impactos y Adaptación con el fin de coordinar e integrar la acción de adaptación entre las comunidades autónomas con sinergias entre planes, programas de adaptación, resultados, evaluaciones y metodologías.

2.2 Contexto I+D+i

El conocimiento científico es fundamental para la toma de decisiones y especialmente en relación con el cambio climático, debido a sus diferentes componentes y complejas interacciones. También es necesario de cara a conocer y minimizar los posibles impactos del cambio climático que afecten a los distintos sectores socio económicos y concretamente a la acuicultura de las especies objetivo (ej. pérdidas por eventos extremos, mayor incidencia de patologías por aumento de temperatura, etc.). A continuación, se mencionan algunos de los organismos, actividades y programas de I+D+ a nivel internacional, europeo y nacional que marcan las directrices de la investigación y cuando sea posible, su relación con cambio climático y adaptación.

2.2.1 Internacional

El **Programa Mundial de Investigación sobre el Clima (PMIC)** con el apoyo del Consejo Internacional de la Ciencia (CIC), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) tiene como objetivo desarrollar el conocimiento científico del sistema físico climático y de sus propios procesos para realizar predicciones climáticas a nivel global y local, medir la influencia de la actividad humana en el clima e interpretar los cambios en la frecuencia y severidad de eventos extremos y en definitiva aumentar su comprensión y reducir la incertidumbre.

El **Programa de Investigación sobre Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación al Cambio Climático** (PROVIA, 2013) es una iniciativa global de las agencias del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO) y la OMM cuyo objetivo es orientar a investigadores, planificadores y responsables políticos en la investigación sobre vulnerabilidad, impactos y adaptación al Cambio Climático.

2.2.2 Europeo

La **Estrategia 2020: Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador** (2010-2020) tiene como objetivo principal el desarrollo en Europa de un crecimiento en estas tres vertientes, y propone cinco objetivos específicos en materia de empleo, investigación y e innovación, cambio climático y energía, educación y lucha contra la pobreza (CE, 2010). Con relación al clima, propone la lucha contra el cambio climático con una mayor reducción de emisiones, la explotación de nuevas tecnologías y el uso eficiente de los recursos, la mejora de la capacidad de prevención y respuesta ante riesgos climáticos y todo a través de medidas de adaptación que contribuirían a la seguridad alimentaria global.

El **Programa Europeo Horizonte 2020 (2014-2020)** como programa marco de la UE para la investigación y la innovación que apoya la **Estrategia “Europa 2020”** (CE, 2013b) tiene tres objetivos estratégicos: 1) Crear una ciencia excelente para reforzar la posición mundial de la Unión Europea; 2) Desarrollar tecnologías y sus aplicaciones para mejorar la competitividad europea y 3) Investigar las grandes cuestiones que afectan a los ciudadanos europeos. Para llevar a cabo el tercer objetivo, el proyecto H2020 dentro de sus siete retos, incluye en su reto 5 “*Acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de los recursos y materias primas*” líneas de actuación relacionadas con la lucha contra el cambio climático, la adaptación y la prevención de riesgos. AQUADAPT se alinea por tanto con parte de los objetivos de este programa.

En 2011, la **Estrategia Atlántica Europea** con el fin de revitalizar la economía marina y marítima en la zona atlántica europea creó el Plan de Acción de la Estrategia (CE, 2011) que incluye las prioridades y objetivos para el desarrollo y el impulso del crecimiento azul en dicho espacio atlántico. Una de las medidas acordadas en el Plan es la cooperación en investigación oceánica para evaluar mejor las consecuencias del cambio climático.

2.2.3 Nacional

El Ministerio de Economía y competitividad (MINECO) elaboró la **Estrategia Española de Ciencia y Tecnología (2013-2020)** cuyo objetivo es guiar las actividades de I+D+i hacia ocho grandes retos (MINECO, 2012). Entre ellos, el reto 2 corresponde a la “*Seguridad y calidad alimentaria; actividad agraria productiva y sostenible; sostenibilidad de recursos naturales, investigación marina y marítima*” y el reto 5 corresponde a la “*Acción sobre cambio climático y eficiencia en la utilización de recursos y materias primas*”. Ambos contemplan explícitamente la adaptación al cambio climático como área para el desarrollo de actividades de I+D+i. El proyecto AQUADAPT

contribuye a desarrollar ambos retos ya que promueve la producción y gestión sostenible de la acuicultura y su adaptación al cambio climático.

El **Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020** incluye el cambio climático en dos de sus retos sociales (MINECO, 2017). En el reto 2 “Bioeconomía: sostenibilidad de los sistemas de producción primaria y forestales, seguridad y calidad alimentaria, investigación marina y marítima y bioproductos” las actividades de I+D+i se dirigen a la gestión sostenible y mejora de la competitividad de sectores bioeconómicos (ej. pesca y acuicultura) considerando la mitigación y adaptación al cambio climático. En el reto 5 “Cambio Climático y Utilización de Recursos Naturales y Materias Primas” la investigación se orienta hacia la sostenibilidad de las actividades que afectan a los recursos naturales con las siguientes prioridades temáticas relacionadas con AQUADAPT: 1) Impacto y vulnerabilidad al cambio climático, 2) Riesgos, desastres naturales y comportamiento de infraestructuras críticas, 3) Inteligencia ambiental, recogida, tratamiento, análisis y preservación de datos y 11) Fomento de ciencia ciudadana y cambio climático.

2.3 Contexto sectorial

La implicación del sector y el conocimiento de su entorno es clave para el diseño de las políticas de adaptación al cambio climático y la toma de decisiones. A continuación, se indican organismos y entidades, así como sus iniciativas (estrategias, planes e informes) que promueven la sostenibilidad del sector y su adaptación al cambio climático.

2.3.1 Internacional

La FAO publicó en 2012 la **Estrategia para la pesca, la acuicultura y el cambio climático 2001-2016** (FAO, 2012b) que define seis ámbitos prioritarios de acción en materia de adaptación al cambio climático: 1) Conocimiento para evaluación de impactos y adaptación, 2) Gobernanza para la adaptación, 3) Resiliencia de los medios de subsistencia, 4) Conservación de la biodiversidad, 5) Tecnologías innovadoras y 6) Gestión de riesgo de desastres. La FAO dentro de estas áreas, considera como principales acciones de adaptación al cambio climático del sector acuícola, la mejora de: el conocimiento de las políticas para el cambio climático; la gestión de la acuicultura con un enfoque ecosistémico; la evaluación y seguimiento de las repercusiones y los riesgos naturales; fondos para ayuda en caso de desastre; integración del sector en las estrategias de mitigación y adaptación de otros sectores y la identificación de recursos y entidades para financiación de estrategias de adaptación, etc.

Entre los informes que publicó la FAO sobre el cambio climático y sus repercusiones en la acuicultura, destacan en materia de adaptación, el informe “**Climate change adaptation in fisheries and aquaculture- compilation of initial examples**” (Shelton, 2014) en el que hace una selección de las potenciales medidas de adaptación a nivel global, regional y local de la pesca y la acuicultura y el informe “**Estrategias para la Adaptación de la Acuicultura al cambio climático**” (FAO, 2017b) en el que revisa los factores críticos y establece medidas de adaptación

para una acuicultura sostenible con enfoque ecosistémico que incluyan la gestión de riesgos y estudios de viabilidad con análisis de coste-beneficio.

2.3.2 Europeo

La estrategia “**Construir un futuro sostenible para la acuicultura - Nuevo impulso a la Estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura europea**” (CE, 2009b) de la Comisión Europea (COM (2009)0162) sigue la estela de la Estrategia para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Europea (CE, 2002b) con el objetivo principal de identificar las causas del estancamiento de la producción acuícola en la UE aumentando la producción y el empleo mediante: 1) Fomento de la competitividad del sector (investigación y desarrollo tecnológico, ordenación del territorio, mercados, desarrollo internacional), 2) Asentamiento de las bases para un crecimiento sostenible del sector (compatibilidad entre acuicultura y medio ambiente, calidad de especies, alimentación segura y saludable) y 3) Mejora de la imagen y la gobernanza del sector (legislación europea, reducción de carga administrativa, comunicación social, seguimiento del sector).

En 2013, la CE realizó la Comunicación titulada “**Directrices estratégicas para el desarrollo sostenible de la acuicultura de la UE**” (COM (2013) 0229) orientada al desarrollo sostenible de la acuicultura con orientaciones estratégicas para guiar a los Estados miembros en la definición de sus objetivos nacionales en cuatro ámbitos prioritarios: 1) Simplificación de los trámites administrativos y reducción de plazos para nuevas licencias de granjas acuícolas; 2) Ordenación del espacios; 3) Refuerzo de la competitividad del sector en la UE y 4) Fomento de condiciones de competencia equitativas (CE, 2013c). En esta comunicación, indica que cada Estado Miembro deberá establecer un plan estratégico plurianual nacional acuícola en el período 2014-2020 (Reglamento (UE) n.º 1380/2013, art. 34). El Parlamento ha aprobado además varias resoluciones para fortalecer el sector acuícola de la Unión (Gerhard, 2018).

En la **Estrategia 2020: Una estrategia para el crecimiento inteligente, sostenible e integrador (2010-2020)**, una de las prioridades estratégicas es el desarrollo y revitalización de la acuicultura en Europa y un aumento de su competitividad a partir de un nivel sólido de investigación e innovación (CE, 2010).

La **Plataforma Europea de Tecnología e Innovación en Acuicultura (EATiP)** incluye entre sus grupos de trabajo las plataformas “EATiP Mirror platforms” (MiPs) formadas por clústeres acuícolas multisectoriales basados en la industria, que facilitan la implementación de actividades de I+D+i a nivel regional/nacional con tres prioridades: 1) Estrechar la relación entre consumidores y el sector acuícola, 2) Asegurar una acuicultura sostenible y 3) Consolidar el papel de la acuicultura en la sociedad (EATiP, 2012).

2.3.3 Nacional

El MITECO, a través de OECC ha desarrollado en el marco del PNACC (2006) el **Tercer Programa de trabajo (3PT-PNACC)** (OECC, 2014) centrado en el horizonte 2014-2020 (referido anteriormente en el Apdo. 2.1 como parte del contexto institucional) y dentro de la evaluación sectorial de impactos incluye como prioritaria la línea **“Impactos y adaptación al cambio climático sobre la acuicultura en España”**. El Proyecto AQUADAPT se alinea con el 3PT-PNACC y cuenta con la participación directa del sector.

El Observatorio español de acuicultura (FOESA) y la Fundación Biodiversidad, ambos pertenecientes al MITECO, han desarrollado la **“Estrategia para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Española (EDSAE)”** (FOESA, 2012) cuyo objetivo principal es la planificación y gestión de la acuicultura en España en el horizonte 2030. Sus tres objetivos principales son: 1) Promover la acuicultura en España; 2) Contribuir al desarrollo social y económico rural y litoral y 3) Fomentar la protección de los recursos naturales. Considera el “cambio climático” una de las importantes amenazas del sector, alineándose el proyecto AQUADAPT con sus objetivos estratégicos 1 y 2 y con 4 objetivos específicos de los 6 totales: 2) Reforzar la competitividad del tejido empresarial y su internacionalización; 3) Fomentar la coordinación entre agentes; 4) Optimizar la I+D+i en el desarrollo sostenible del sector y 6) Mejorar la percepción social del sector.

El MITECO, en materia de cambio climático y acuicultura ha llevado a cabo iniciativas como el proyecto de OESA y la FB **“Cambio climático y Acuicultura”** (FOESA, 2013) y el informe de OESA y la OECC **“Impactos del cambio climático sobre la acuicultura en España”** (García & Remiro, 2014) en los cuales se profundiza en los impactos del cambio climático en el sector acuícola y se proponen líneas para minimizar sus efectos. El proyecto AQUADAPT está relacionado con estos proyectos, pero centrado en las especies y sistemas de cultivo objetivo.

El **Plan estratégico de innovación y desarrollo tecnológico-Pesca y Acuicultura 2014-2020** elaborado por la Secretaría General de Pesca (SGP) y el sector pequero y acuícola (MAGRAMA, 2013a) tiene como objetivo principal aumentar la competitividad y el liderazgo de la pesca y la acuicultura española mediante la innovación y el desarrollo tecnológico. Persigue además los siguientes objetivos específicos: 1) Diagnosticar las variables que más condicionan la innovación y el desarrollo tecnológico actual; 2) Determinar las líneas prioritarias de innovación y desarrollo tecnológico; 3) Analizar las necesidades, capacidades tecnológicas y de innovación existentes a nivel nacional y 4) Proponer medidas estratégicas para mejorar las necesidades anteriores.

El Plan dentro de la actividad “Desbloquear el potencial de los recursos acuáticos vivos (pesca y acuicultura)” considera el reto prioritario de “abordar los efectos y la adaptación a los cambios ambientales, como el cambio climático y las interacciones entre acuicultura y el ecosistema acuático” y menciona la necesidad de la integración de los fondos FEMP y FEDER. En este sentido, los objetivos de AQUADAPT se alinean con las prioridades del Plan.

El MITECO a través de la Fundación OESA creó el **Plan Estratégico Plurianual de acuicultura 2014-2020 (PEAE)** (MAGRAMA, 2013b) con 4 objetivos estratégicos: 1) Simplificación de los procesos administrativos, 2) Desarrollo sostenible mediante inversiones productivas y ordenación del espacio; 3) Refuerzo de la competitividad y 4) Fomento de condiciones equitativas, todos ellos dirigidos a la sostenibilidad de la acuicultura y considerando el cambio climático como una de las amenazas.

El proyecto AQUADAPT se alinea dentro de este Plan con el objetivo 3 (OE3) y con tres de sus líneas estratégicas asociadas: la línea 3 (LE3): “Refuerzo de los aspectos medioambientales” al considerar el cambio climático en una de sus acciones “Mejora del conocimiento de interacciones entre acuicultura y cambio climático...”; la línea LE4: “Potenciación de la sanidad y el bienestar animal” por el posible aumento de patologías ante el cambio climático y la LE5: “Refuerzo de la competitividad del sector a través de la I+D+i” mediante la transferencia de I+D+i entre éste y la Universidad.

La **Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y la Acuicultura (PTEPA)** (<https://ptepa.es/>) canaliza los intereses en I+D+i desde el sector hacia la Administración, potenciando la colaboración entre ciencia-industria y el desarrollo y la transferencia tecnológica. Cuenta con el apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) y el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y organismos de apoyo a la I+D+i Pesquera y Acuícola nacional.

2.4 Contexto social

A continuación, se indican organismos, entidades y plataformas, así como sus iniciativas para la mayor comunicación, capacitación y concienciación de la sociedad en materia de cambio climático. Estas acciones son esenciales para mejorar la comprensión y la percepción social sobre cuestiones científicas y tecnológicas relacionadas con el cambio climático y para promover una mayor participación ciudadana en este ámbito.

2.4.1 Internacional

El **Programa de trabajo de Doha** (ONU, 2012) sobre el artículo 6 de la CMNUCC, aprobado en una de las decisiones de la Conferencia de la Partes (Decisión 15/C.P.18) sienta las bases para la acción en el ámbito de las actividades relacionadas con este artículo –educación, formación, sensibilización, participación y acceso del público a la información, así como la cooperación internacional. Según este programa, todas estas actividades son importantes para el logro del objetivo del último de la CMNUCC y para la aplicación de medidas de adaptación y comunicación. También son fundamentales para el desarrollo sostenible a largo plazo, para la elaboración de políticas efectivas y para la colaboración activa de los ciudadanos.

Destacan varias plataformas digitales como **Un Climate Change learning Partnership (UN CC: learn)** (<https://www.unclearn.org/>) y **Climate Change Information Network (CC:INET)** (https://unfccc.int/cc_inet/cc_inet/items/3514.php) que promueven el intercambio de información sobre cambio climático para la comunicación, educación y mejora de la sensibilización y participación del público en cuestiones del cambio climático a nivel mundial.

2.4.2 Europeo

La **Plataforma Europea de Adaptación al Clima (CLIMATE-ADAPT)** (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>) es una plataforma web de acceso libre desarrollada por la CE (Dirección General por el clima, DG CLIMA, entre otros) y la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA). Promueve el acceso e intercambio de información en materia de adaptación sobre los sectores e iniciativas de los Estados Miembros (incluidas las estrategias nacionales y regionales) y, contribuye además al desarrollo de medidas de adaptación al cambio climático en Europa.

Por otro lado, la **red EIONET** (<http://cca.eionet.europa.eu/>) proporciona información y evaluación del estado del medioambiente generada por la EEA mediante la colaboración institucional como apoyo a la gestión, formulación y evaluación de políticas medioambientales. La Red abarca seis centros temáticos expertos, uno de ellos sobre Impactos del cambio climático, vulnerabilidad y adaptación y promueve además la cooperación y participación ciudadana.

Igualmente, la **Plataforma EU Climate action** (https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_en) proporciona información sobre cambio climático específica para los ciudadanos acerca del apoyo público y los beneficios de la acción por el clima, publicaciones y sugiere acciones para sociedad, incluida la juventud.

2.4.3 Nacional

El MITECO a través de la **OECC** junto con la **Fundación Biodiversidad** ha creado la **Plataforma AdapteCCa** (<http://www.adaptecca.es/>), para el intercambio y consulta de información sobre adaptación al cambio climático en España. Sigue las directrices de la plataforma europea *Climate Adapt* y facilita la coordinación y transferencia de información, conocimiento y experiencias en materia de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático entre las Administraciones españolas, la comunidad científica, planificadores, gestores, etc. Permite además el acceso a diferentes planes de adaptación al cambio climático a nivel regional.

El **Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM)** (1987) perteneciente al MITECO como centro nacional de referencia ha creado el **Portal de Educación y Comunicación frente al Cambio Climático** (<http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>) para difundir sus líneas de trabajo: recopilación y difusión de información sobre educación ambiental; diseño y desarrollo de programas de sensibilización y participación ciudadana; elaboración de materiales educativos y exposiciones; organización y apoyo a seminarios, debates; desarrollo y ejecución de acciones formativas; cooperación con

entidades públicas y privadas para la promoción de la educación ambiental, etc.

Orta iniciativa es la plataforma “Comunidad #PorElClima” (<https://porelclima.es/>) que la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES) con el apoyo de la Fundación Biodiversidad ha creado para la difusión de proyectos, experiencias y buenas prácticas de adaptación al cambio climático de empresas, entidades y Administraciones públicas en España.

Por último, la **Plataforma Española de Acción Climática** (<https://accionporelclima.es/la-plataforma>) es una iniciativa puesta en marcha por diferentes entidades (OECC, Grupo Español de Crecimiento Verde, Red Española del Pacto Mundial, Ecodes y Climate-Kic) para la promoción y difusión de estrategias y prácticas innovadoras sobre acción climática de empresas y administraciones con el fin de responder a la necesaria mitigación y adaptación al cambio climático.

3 GRUPOS DE INTERÉS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y ACUICULTURA

Como se ha explicado anteriormente, al abordar el contexto del sector acuícola frente al cambio climático, es importante trabajar de forma conjunta en la adaptación del sector en los aspectos identificados de forma común como prioritarios, teniendo en cuenta las fortalezas y debilidades, las oportunidades y los retos existentes, en este caso a nivel nacional pero siempre en el marco de lo establecido por la Comisión Europea y la CMNUCC.

Este trabajo conjunto se realiza mediante la colaboración de diferentes grupos de interés, entendidos como aquellas personas u organizaciones que comparten un objetivo común y su actividad gira en torno a su logro. En este sentido, para el desarrollo del proyecto AQUADAPT, se han recopilado los diferentes grupos de la cuádruple hélice (Figura 5) con interés en acuicultura y cambio climático a través de diferentes actividades (investigación, gestión, administración, producción acuícola, formación, divulgación, etc.)

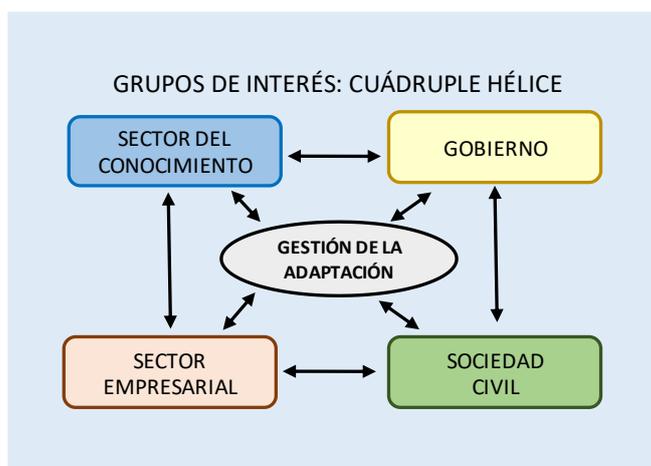


Figura 5. Modelo de cuádruple hélice

El análisis de estos grupos se realizó a partir de la consulta bibliográfica y del conocimiento y experiencia de los socios de AQUADAPT y sirve para conocer en mayor profundidad la capacidad e influencia de cada agente en la adaptación del sector privado al cambio climático. Una vez seleccionados en función de su importancia se establece su rol y grado de participación para asegurar su involucración en el diseño y la ejecución del Plan de Adaptación.

En el ámbito académico, cada vez son más los grupos de investigación especializados en acuicultura que incorporan la adaptación al cambio climático en sus líneas de trabajo. El sector empresarial acumula también experiencia y conocimiento acerca del potencial de la acuicultura y las necesidades y prioridades del sector, necesitando ser informado de los posibles efectos del cambio climático con el fin de adelantarse a sus consecuencias. La Administración, a nivel supranacional, nacional y autonómico, puede además facilitar la adaptación del sector al cambio climático a través de financiación, normativa, planes de gestión, etc.

Las organizaciones, plataformas, medios de comunicación que promuevan acciones relacionadas directa o indirectamente con la acuicultura y el cambio climático son clave en la medida que representan a la sociedad y contribuyen a su formación y sensibilización en esta materia. Estas diferentes categorías se muestran en la Tabla 1.



Con el apoyo de:



Tabla 1. Grupos de interés

Grupo de interés	Descripción	Identificación actores	Rol en Acuicultura	Rol en Cambio Climático	Influencia sobre objetivos de AQUADAPT	Influencia de AQUADAPT sobre su actividad	Rol en AQUADAPT	Priorización
Administración	Gestión administrativa del sector: facilitador y normativa	Administración Nacional Administración Autonómica Administración supranacional	Planificación y gestión	Planificación y gestión	Alta	Alta	Participante en el proceso de diseño de plan de adaptación.	Media
Investigación y formación	Investigación y formación aplicada en el marco de la acuicultura y del cambio climático y acuicultura.	Centros de investigación Grupos de investigación de Universidades	Investigación: proyectos	Investigación: proyectos	Alta	Media	Facilitador de información	Media
Sector privado	Empresas y organizaciones empresariales representativas de los diferentes eslabones de la cadena de valor.	Organizaciones empresariales Plataformas Empresas representativas de las especies y área geográfica de AQUADAPT.	Desarrollo sectorial	Incorporación medidas	Alta	Alta	Participante y facilitador de información. Beneficiario de resultados	Alta
Sociedad civil	Organizaciones representativas de los intereses de la sociedad en general. Organizaciones y empresas puente entre los grupos anteriores y la sociedad.	Medios de comunicación Sindicatos y organizaciones y trabajadores Organizaciones de consumidores Personas con influencia en el sector (blogs)	Consumidor de productos acuícolas y apoyo del sector	Sensibilización y divulgación	Alta	Baja	Comunicación	Media



4 VARIABLES ASOCIADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO CON IMPACTO EN EL SECTOR

Para el diseño de las medidas de adaptación del sector acuícola marino al cambio climático ha sido necesaria la previa identificación de las variables ambientales asociadas al cambio climático con una mayor repercusión en las especies (dorada, rodaballo y lubina) y sistemas de producción (instalaciones en tierra y jaulas en el mar) objetivo de estudio.

Este análisis e identificación de las variables ha sido realizado por los socios del proyecto AQUADPAT, mediante la utilización de herramientas primarias (fuentes bibliográficas) y secundarias (consultas con especialistas, talleres de trabajo).

En la Figura 6, se resumen los efectos del cambio climático en el medio marino sobre variables simples (T: temperatura, S: salinidad, O₂: oxígeno, CO₂: dióxido de carbono,) y compuestas (oleaje, circulación, estratificación) en las que intervienen varios factores a la vez. En color rojo se indican las variables simples que desencadenan gran parte de los impactos en el mar, en color verde se indican las variables de naturaleza bio-geo química y en color azul se indican variables compuestas (algo más complejas) afectadas por la interacción de varias variables.

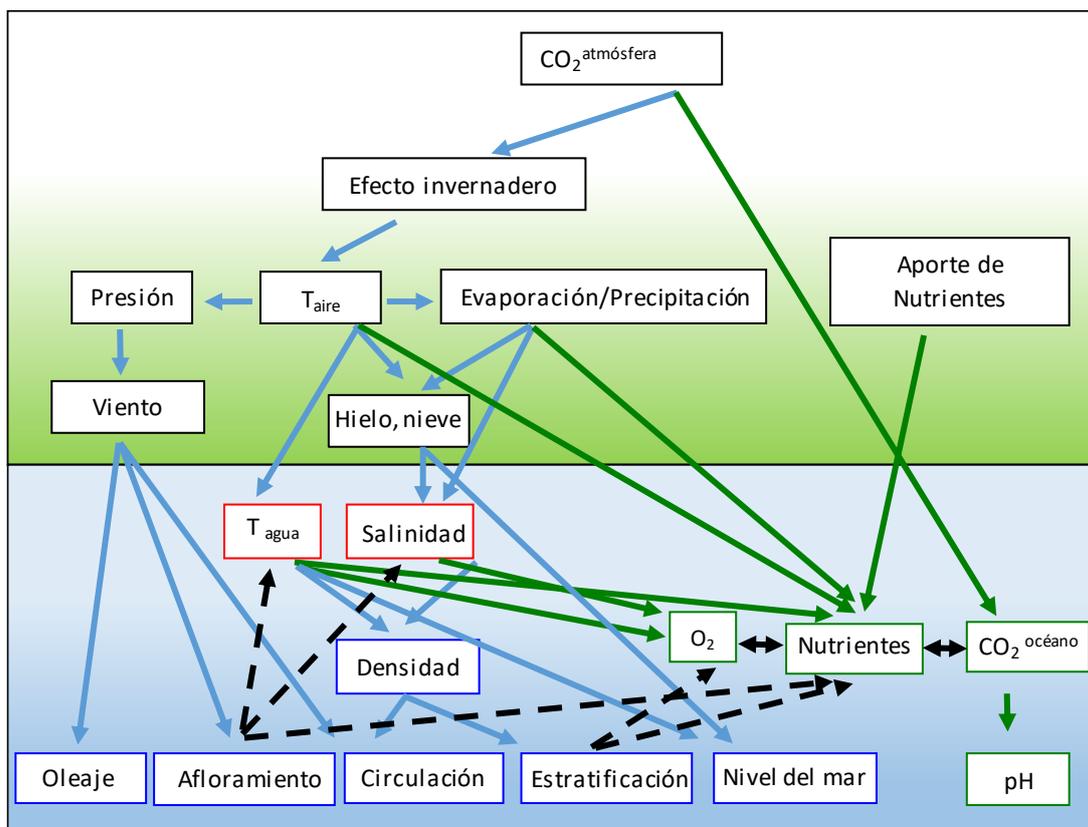


Figura 6. Mapa conceptual de los efectos del cambio climático en el mar

A partir de este mapa conceptual (Figura 6), con el fin de simplificar, las variables seleccionadas que podrían afectar en mayor medida al cultivo de las especies objetivo según los sistemas de cultivo y áreas geográficas elegidas son: la **temperatura**, el **oxígeno**, el **oleaje** y los **eventos extremos (temporales)**.

Con relación a la temperatura del océano, el IPCC proporciona mapas de escenarios futuros considerando los niveles de emisión de los gases de efecto invernadero. Uno de sus grupos de trabajo (AR5) ha definido cuatro escenarios de emisión, denominados Sendas Representativas de Concentración (RCP, en inglés), considerando en el escenario de menor emisión (RCP2,6) un aumento de 0,6°C y en el ario de mayor emisión (RCP8,5) un aumento de 2,0 °C (IPCC, 2013b).

Una vez identificadas las variables ambientales con un mayor impacto sobre la acuicultura de las especies objetivo, se identificaron sus principales impactos biológicos, económicos y sociales (Figura 7), entendiendo como impactos los efectos que estas variables ejercen sobre los sistemas naturales y humanos como consecuencia del cambio climático.

Asociados a los diferentes impactos se propusieron una serie de indicadores con el objetivo de medir, de cara a un futuro, el impacto directamente en las propias empresas. Un indicador suele tener tres cualidades básicas: simplificación, cuantificación y comunicación y en términos generales, puede ser definido como “la parte observable de un fenómeno que permite valorar otra porción no observable por dicho fenómeno” (Chevalier et al., 1992). La identificación de estos impactos y sus indicadores constituyeron la situación “teórica o hipotética” previa al posterior análisis de impactos directamente realizado en el propio sector.

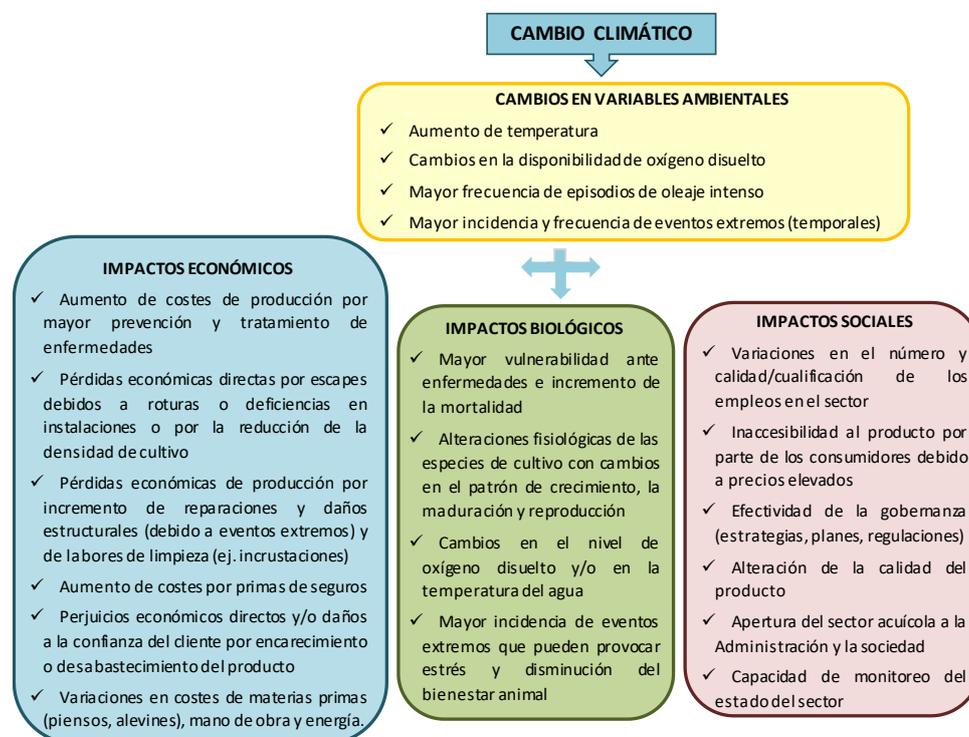


Figura 7. Impacto del cambio climático en el marco del proyecto AQUADAPT

(Para más información sobre las variables e indicadores identificados véase el entregable A1-E1 con los resultados de la actividad “A1. Identificación y análisis de variables asociadas al cambio climático que afectan a la acuicultura de las especies objetivo” realizada en el proyecto AQUADAPT y disponible en la página web: <http://aquadapt.campusdomar.gal/>)

5 CASOS DE ESTUDIO Y DIAGNÓSTICO DEL SECTOR

5.1 Casos de estudio

Para la realización del diagnóstico del sector se diseñaron dos casos de estudio (Figura 8) seleccionados por desarrollarse en sistemas de cultivo totalmente diferentes, uno en tanques en tierra con suministro continuo de agua marina, pero con una elevada protección frente a eventos extremos para el rodaballo, y otro en jaulas ubicadas en el medio marino con una mayor exposición a las condiciones meteorológicas para la lubina y la dorada.



Figura 8. Diseño de casos de estudio en el proyecto AQUADAPT

A nivel geográfico el caso de estudio de rodaballo se sitúa en la zona atlántica en la Comunidad Autónoma de Galicia y el de la lubina y la dorada se sitúa en la zona mediterránea en la Comunidad Valenciana. También se ha abierto la participación a empresas de Murcia, Andalucía y las Islas Canarias. En esta última localidad utilizan el mismo sistema de cultivo que en el Mar Mediterráneo, pero los impactos esperados del cambio climático son diferentes.

Para llevar a cabo el estudio se seleccionaron un grupo de empresas en base a su importancia y representación en el cultivo de las especies de estudio: rodaballo, lubina y dorada. La actividad de las empresas seleccionadas es principalmente la producción, aunque también se incluyeron los principales fabricantes de piensos acuícolas que forman parte de la cadena de valor y disponen de información de primera mano sobre el estado del sector y especialmente sobre la situación sanitaria del mismo, con el fin de abarcar diferentes intereses y perspectivas.

En la encuesta han participado 7 empresas productoras de dorada y lubina que constituyen el 70% de la producción nacional de dorada y lubina, 3 empresas de rodaballo que suponen el 70% de la producción nacional de esta especie y 2 empresas fabricantes de piensos que representan el 75% de la producción nacional de piensos acuícolas.

5.2 Diagnóstico: caracterización del sector, análisis de impactos y vulnerabilidad

Según el 3PT-PNACC (OECC, 2014) el “ciclo de adaptación” comienza con la generación y análisis de datos para la evaluación sectorial de los impactos y la vulnerabilidad. En este sentido, la elaboración del diagnóstico del sector acuícola ha sido un paso previo a la elaboración del Plan de Adaptación y el Plan de Acción de la Acuicultura marina española al cambio climático, con el fin de elaborar una síntesis de la situación actual del sector e identificar sus principales necesidades.

El diagnóstico ha sido realizado por el equipo investigador del Campus do Mar, constituido por científicos de la Universidade de Vigo y Universidade de Santiago de Compostela junto con representantes del Clúster de Acuicultura de Galicia (CETGA) y el Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía (CTAQUA). También ha participado a nivel nacional la Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR) y la Red de Experimentación de Acuicultura (REMA). Para su elaboración también ha sido indispensable la colaboración previa de empresas del sector con la cumplimentación directa de unos cuestionarios y la colaboración en el taller de trabajo, organizado para tal efecto, de expertos externos representantes de la Administración con competencia en cambio climático (OECC, y MeteoGalicia) e investigadores de diferentes disciplinas relacionadas con cambio climático y acuicultura pertenecientes a otros centros de investigación (IEO, CETMAR, UVIGO).

Este diagnóstico incluyó tres apartados diferenciados: 1) Caracterización del sector; 2) Análisis de impactos y 3) Análisis de la vulnerabilidad del sector frente al cambio climático.

A. Caracterización del sector

La acuicultura es una actividad socioeconómica importante generadora de riqueza y empleo directo e indirecto para muchos profesionales de diferentes sectores y fuente nutricional de alimento que contribuye a la seguridad y salud alimentaria global (FAO, 2016).

La producción de peces de acuicultura en España supuso en 2016 un total de 47.635 tn. Además, se estima, una producción de peces marinos de acuicultura de 91.300 tn en 2025 y 121.800 tn en 2030 con valores de producción de 659 y 938 millones de euros respectivamente (APROMAR, 2017).

La acuicultura marina en España es un sector que genera riqueza y empleo. En cuanto a las cifras de empleos directos en acuicultura, alcanzó en 2015 las 18.076 personas que contando el empleo indirecto aumentaron hasta los 45.190 puestos de trabajo (APROMAR, 2016). En este empleo indirecto se incluyen puestos de trabajo en actividades de transformación, distribución y comercialización de los productos acuícolas que constituyen una importante cadena de valor (MAGRAMA, 2013). El empleo de la acuicultura en España podría alcanzar 30.000 personas en 2030 (APROMAR, 2017).

Rodaballo

España fue el principal país productor de rodaballo en el año 2016 con un total de 7396 tn (APROMAR, 2017), siendo Galicia la principal Comunidad Autónoma con el 99% de la producción de esta especie. En cuanto a su comercialización, en el 2016 se alcanzó un valor de producción de 63,5 millones de euros (APROMAR, 2017).

Dorada

En 2015 se situaba como la tercera especie más importante en términos de producción (16.231 tn) en España por detrás del mejillón (220.449 tn) y la lubina (17.376 tn) (APROMAR, 2016). En 2016 se alcanzó un volumen de producción de 13.740 tn con un valor de 79,4 millones de euros. La Comunidad Valenciana fue el mayor productor de dorada a nivel nacional en 2016, con 5.619 tn (40,9% del volumen total), seguida por Murcia (3.368 tn), Canarias (2.492 tn), Andalucía (1.605 tn) y Cataluña (730,0 tn) (APROMAR, 2017).

Lubina

En 2015 se situó como la segunda especie más importante en producción acuícola en España, con 21.324 tn después del mejillón (225.307 tn), alcanzando en 2016 una producción de 23.445 tn con un valor de 132,9 millones de euros (APROMAR, 2017). En 2016, la región de Murcia ha encabezado la producción con 8.164 tn seguida por Andalucía (6.081 tn), Canarias (5.507 tn), Comunidad Valenciana (3.457 tn) y Cataluña (236 tn) (APROMAR, 2017).

B. Análisis de Impactos

El análisis de impactos se realizó a partir de los dos casos de estudio descritos anteriormente (Véase Apdo. 5.1), ambos seleccionados por su importancia y representación en el cultivo de las especies de estudio: rodaballo, lubina y dorada.

Instrumento de medida

Se realizaron encuestas directamente en las empresas del sector con el objetivo principal de recopilar información sobre los efectos del impacto del cambio climático en su actividad. Estos cuestionarios incluyeron preguntas generales para caracterizar las empresas en base al tipo de especie cultivada (dorada, lubina o rodaballo), tipo de instalaciones utilizadas (tanques en tierra o jaulas en el mar), etapa del ciclo de cultivo (cría, pre-engorde y engorde), número de instalaciones, volumen de producción anual (nº alevines y toneladas de engorde), número de empleados (ratio por sexos) y volumen de facturación anual. También incluyeron preguntas específicas para analizar los impactos desde una perspectiva biológica/ambiental, económica y social y se agruparon en tres bloques: a) Estado medio acuático, b) Valoración de los efectos y c) Medidas previstas del sector para hacer frente al cambio climático. Los cuestionarios (véase entregable A5-E1 disponible en: <http://aquadapt.campusdomar.gal/>) fueron diferentes en función de si estaban dirigidos a explotaciones acuícolas o a fabricantes de piensos.

Conclusiones

Las principales conclusiones obtenidas en los cuestionarios realizados a la cadena de valor del sector de la acuicultura se resumen a continuación:

- Entre los productores de rodaballo no está claro que se haya detectado una variación de temperatura en el agua de mar en los últimos cinco años. De manera opuesta, la mayoría de los productores de dorada y lubina, sí han hecho referencias a un aumento de temperatura. En cualquier caso, no han identificado efectos negativos en su producción por el momento.
- No se han detectado episodios de hipoxia ni en las empresas de rodaballo, que utilizan instalaciones de tierra con oxigenación en el agua de toma, ni en las granjas de dorada y lubina que incluyen jaulas marinas.
- Los productores de rodaballo no han detectado un aumento en la frecuencia e intensidad de oleaje y de temporales, mientras que los productores de dorada y lubina tienen dudas al respecto. En ningún caso han detectado efectos negativos en sus instalaciones, pero de existir eventos extremos en el futuro, los productores de dorada y lubina (instalaciones de jaulas) indican consecuencias como pérdidas de stock (escapes) y variaciones en la supervivencia.
- Los productores de rodaballo no han percibido, en los últimos cinco años, un incremento de patologías ni de vulnerabilidad ante enfermedades por efectos del cambio climático, a diferencia de los productores de dorada y lubina que discrepan entre sí. En ambos casos no han detectado una mayor duración de los episodios de patologías, y existen discrepancias entre los productores sobre si ha habido mayor uso de vacunas y medicamentos terapéuticos.
- En los últimos cinco años, todas las granjas cuestionadas han registrado un aumento del crecimiento de los peces (SGR) y mejores valores del índice de conversión (FCR) debido posiblemente a un mejor manejo y utilización de los piensos, pero hay dudas sobre los

cambios en las tallas de maduración.

- Todas las granjas de rodaballo han incrementado las densidades de cultivo y un aumento en la ratio de producción operario/granja como medida de optimización de las granjas y mayor rendimiento por m³. Las empresas de dorada y lubina han mantenido constantes las densidades (excepto una) y discrepan en el aumento/descenso de la ratio operario/granja.
- Los productores de rodaballo no tienen claro en sí se ha producido cambios en los costes de producción. Los productores de dorada y lubina, aunque detectan cambios, discrepan en la tendencia de éstos (aumento/descenso). Existe unanimidad en que no se han incrementado los costes por un aumento de las labores de mantenimiento y limpieza de las instalaciones.
- El Plan Nacional de Adaptación al Cambio climático (PNACC) es desconocido para los productores de dorada y lubina, medianamente conocido para los productores de rodaballo y conocido por los fabricantes de piensos.
- Las líneas de financiación a nivel nacional para la adaptación del sector al cambio climático son medianamente conocidas por las empresas de rodaballo y desconocidas para las empresas de dorada y lubina y los fabricantes de piensos.
- Se considera que la acuicultura no está bien representada a nivel institucional y que la mejora de la gobernanza es una herramienta para aumentar la rentabilidad de la actividad acuícola.
- En la actualidad, los productores acuícolas y los fabricantes de pienso no están tomando ninguna medida de adaptación frente al cambio climático.
- En general, los productores acuícolas no han percibido impactos del cambio climático. Los fabricantes de pienso, al contrario, ya han detectado un impacto como consecuencia de una mayor escasez en el suministro de ciertas materias primas que afecta a la composición de los piensos y a su coste, incrementándolo.
- En el horizonte 2050, ante posibles cambios de temperatura del agua de mar, en el escenario 1 (aumento de 0,6°C) todos esperan un impacto mínimo o nulo y en el escenario 2 (aumento de 2°C), los productores de dorada y lubina señalan posibles impactos negativos tales como menor disponibilidad de oxígeno, aumento de patologías durante el verano, incremento de costes de control de temperatura, etc.
- En el horizonte 2050, ante posibles periodos de hipoxia, los productores de las tres especies contemplan la reducción de la densidad de los cultivos, y en el caso concreto de los productores de rodaballo, proponen el aumento de la oxigenación en el agua de toma.
- En el horizonte 2050, ante una posible mayor incidencia de temporales que provoquen daños estructurales, los productores contemplan medidas como la renovación de las instalaciones, la mejora de la tecnología y el incremento de los costes destinados a mantenimiento y reubicación de jaulas.

- En este mismo horizonte, ante posibles cambios en la operatividad por eventos extremos, los productores tendrían previsto una mayor especialización del personal y mayor automatización.
- Los productores creen el periodo de tiempo en el que los efectos del cambio climático tendrán efectos en su industria es a partir de cinco años. Al contrario, los fabricantes de piensos afirman que ya están notando en la actualidad los efectos del cambio climático.

C. Análisis de vulnerabilidad: sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación. DAFO

La vulnerabilidad de la actividad acuícola al cambio climático depende de la combinación de tres factores: 1) **Exposición** de la actividad a variables del cambio climático, 2) **Sensibilidad** de la actividad a las variables del cambio climático y 3) **Potencial de adaptación** y capacidad de resiliencia del sector ante el cambio climático (FAO, 2012a) (Figura 9).

Análisis de vulnerabilidad

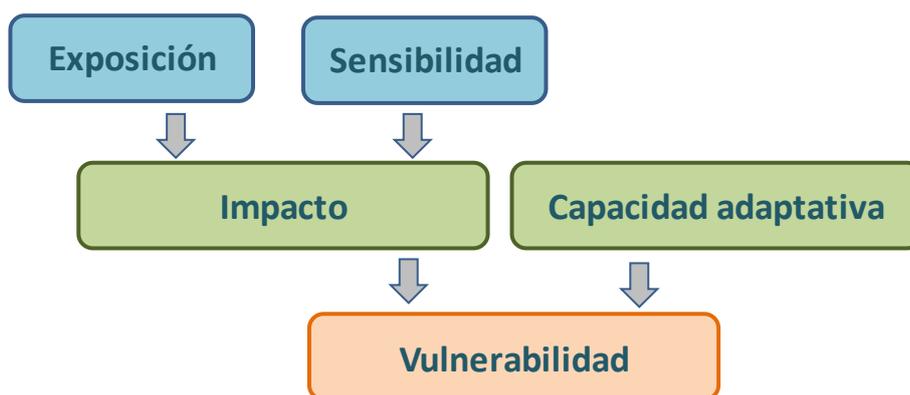


Figura 9. Análisis de vulnerabilidad (Modificado de SCWA)

En el cultivo de las especies objetivo, las variables ambientales asociadas al cambio climático con efecto sobre la acuicultura seleccionadas para el presente estudio, han sido la temperatura, el oxígeno, el oleaje intenso y los eventos extremos (temporales). La exposición de la actividad a estas variables y sus variaciones pueden provocar en el sector impactos de naturaleza biológica, económica y social.

Atendiendo a estos aspectos anteriores, la acuicultura de peces marinos en España es una actividad especialmente vulnerable y sensible debido a que:

- Se realiza típicamente en zonas costeras, ya bien sea en instalaciones fijas en tierra, estuarios, o estructuras en el mar muy expuestas a condiciones meteorológicas desfavorables (ej. jaulas flotantes).

- Se cultivan especies poiquilotermas, totalmente dependientes de las condiciones ambientales cuya variación afecta al metabolismo en general (crecimiento, reproducción, estrés, etc.) y puede favorecer la susceptibilidad a patologías debido a la mayor facilidad de transmisión de patógenos en el medio acuático que en el terrestre.
- Las empresas presentan una baja diversificación de cultivo de especies debido a que la viabilidad del cultivo es altamente dependiente de las condiciones ambientales y a la elevada dificultad e inversión que conlleva desarrollar técnicas de cultivo para nuevas especies. Por ello en la mayor parte de los casos cultivan una o dos especies, (ej. dorada y lubina, rodaballo y lenguado), normalmente con requerimientos biológicos similares y por tanto igualmente sensibles ante cualquier impacto y ante la incidencia de patologías, suponiendo en algunos casos un riesgo para la empresa.
- Debido a la necesidad de establecerse en zonas con una elevada calidad ambiental, las empresas de acuicultura suelen estar ubicadas en zonas rurales, alejadas de grandes núcleos de población y por tanto tienen una gran importancia en el entorno social y económico a nivel local debido a su capacidad para generar empleo.
- Existen muchas empresas que forman parte de la cadena de valor y que dependen de la viabilidad de la acuicultura.

Los casos de estudio analizados son sensibles al cambio climático debido a los aspectos anteriores. Las empresas que utilizan las jaulas como sistema de cultivo son especialmente vulnerables por los costes económicos que conllevan en los episodios de eventos extremos (temporales y oleaje intenso). La variación de variables ambientales por efecto del cambio climático (Ej. aumento de temperatura, disminución de oxígeno disuelto) afecta al metabolismo de los peces y puede favorecer su susceptibilidad a enfermedades.

Sin embargo, el sector acuícola a pesar de su vulnerabilidad tiene posibilidades de adaptación según las características del entorno como el potencial de I+D+i, la capacidad de innovación tecnológica, la estructura de la gobernanza, el desarrollo social y económico, entre otros, que pueden magnificar o reducir los efectos del cambio climático (FAO, 2012a).

Análisis DAFO

El análisis de vulnerabilidad se completó con la elaboración de un análisis DAFO sobre la acuicultura de las especies y sistemas productivos de estudio (Figura 10).

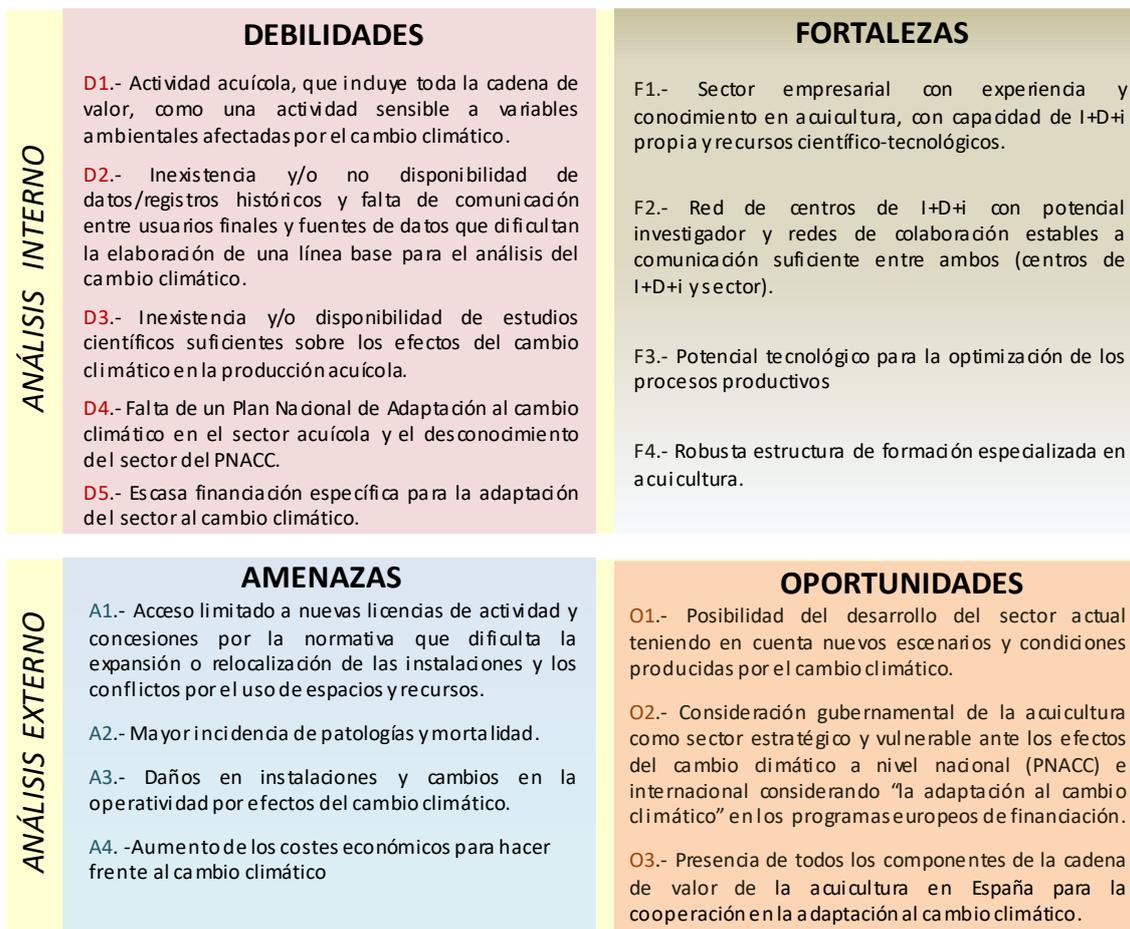


Figura 10. Análisis DAFO del sector frente al cambio climático

A partir del Análisis DAFO realizado por el grupo de trabajo interinstitucional del proyecto, se identificaron los siguientes “puntos críticos” a partir de los cuales se diseñaron las posibles medidas de adaptación al cambio climático:

- Conocimiento científico y del sector empresarial sobre el impacto del cambio climático en el sector de la acuicultura.
- Normativa y trámites administrativos no adecuados a las posibles medidas de adaptación relacionadas con la adaptación de las instalaciones y/o su traslado (ej. nuevas licencias).
- Escasa disponibilidad y acceso a fuentes de financiación dirigidas a la adaptación del sector acuícola al cambio climático.
- Colaboración entre grupos de interés en el marco de la transferencia de conocimiento y diseño de medidas de adaptación aplicables a lo largo de la cadena de valor.

(Para más información sobre el Diseño de los casos de estudio y el Diagnóstico del sector, véase el entregable A5-E1 con los resultados de la actividad “A5. Elaboración de diagnóstico participativo” realizada en el proyecto AQUADAPT y disponible en la página web: <http://aquadapt.campusdomar.gal/>).

6 PLAN DE ADAPTACIÓN DE LA ACUICULTURA MARINA ESPAÑOLA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los océanos son de vital importancia para el mantenimiento de la acuicultura por la dependencia que tienen las especies cultivadas de las condiciones ambientales (temperatura, salinidad, solubilidad del oxígeno, etc.) (Callaway et al., 2012) pero la capacidad del medio para proporcionar este servicio es sensible al cambio climático (Holmyard, 2014). El cambio climático afecta a las propiedades físicas y químicas del medio marino y éstas a su vez afectan a la biología y al metabolismo de los organismos marinos (Holymard, 2014) y, en consecuencia, sus efectos repercuten en la acuicultura marina directamente vinculada al medio.

La problemática del cambio climático es un enorme reto desde el punto de vista científico y económico. Como se ha comentado anteriormente, se puede abordar desde dos vertientes, la mitigación que consiste en la reducción de emisiones, y en la adaptación con la adopción de medidas para adaptarse a los cambios.

La respuesta de adaptación, aunque debe de ser global y alinearse con las directrices establecidas a nivel internacional por la CMNUCC y la Comisión Europea y a nivel nacional siguiendo lo establecido por el PNACC, debe ser considerada también a nivel regional y local dadas las peculiaridades de los diferentes sectores económicos y las zonas geográficas.

En España, el MITECO a través de la OECC con el desarrollo del PNACC (OECC, 2006) ha priorizado, a través de su 3PT-PNACC (2014), el avance en el conocimiento de los impactos, la vulnerabilidad y las posibles medidas de adaptación de diferentes sectores como el medio marino (Kersting et al., 2016), la ganadería (Rubia & Roig, 2017), la apicultura (López et al., 2017), la gestión costera (Losada et al., 2014), entre otros.

Por otro lado, son diversas las Comunidades Autónomas, como Andalucía (Junta de Andalucía, 2011), Canarias (Martínez, 2010), Cataluña (OCCC, 2012), Extremadura (Observatorio Extremeño de cambio Climático, 2014), Comunidad Valenciana (Factor CO2, 2016), entre otras, y gobiernos locales que cuentan con estrategias y planes de adaptación al cambio climático, pero no específicas para el sector de la acuicultura.

El presente Plan de Adaptación se integra plenamente en el PNACC y contribuye a la consecución de parte de sus objetivos centrandos sus esfuerzos en el **sector de la acuicultura** y en las especies

(rodaballo, dorada y lubina) y sistemas de cultivo objetivo (instalaciones en tierra y jaulas marinas) representativos del territorio nacional.

6.1 Objetivos, impacto y alcance del Plan de Adaptación

El objetivo del presente Plan de Adaptación es contribuir a la adaptación del sector acuícola marino al cambio climático en el territorio español en el horizonte 2050, teniendo en cuenta los diferentes impactos sobre las áreas, especies y sistema de cultivo objetivo con el fin de reducir su vulnerabilidad.

El Plan de Adaptación tendrá un impacto a nivel nacional en todas aquellas comunidades que cultiven especies y sistemas de cultivo similares a las abordadas en el Plan, en la medida que:

- Aumentará la comprensión de los efectos del cambio climático en el sector y contribuirá al cumplimiento de las directrices y compromisos establecidas para nuestro país en materia de adaptación a nivel internacional (CMNUCC), europeo (Comisión Europea) y nacional (PNACC).
- Promoverá la mejora del conocimiento científico y técnico sobre los efectos del cambio climático en el sector, los requerimientos de las especies y el funcionamiento del ecosistema del que depende la actividad acuícola. Esto constituirá un input fundamental para la adopción de decisiones por parte de la Administración y será clave para guiar a los agentes de I+D+i y al sector respecto de las líneas y áreas de trabajo prioritarias para avanzar en la adaptación.
- Contribuirá al refuerzo del marco legislativo y administrativo en materia de adaptación al cambio climático, con la agilización y simplificación de los trámites administrativos y la adecuación de la normativa para facilitar la adaptación del sector y mantener su sostenibilidad.
- Potenciará la financiación e inversión pública y privada en el sector privado, los centros de investigación y los centros de formación para acelerar y reducir/respaldar los costes de la adaptación del sector acuícola más allá del mayor conocimiento de los efectos del cambio climático.
- Ayudará al fortalecimiento de las capacidades en la sociedad mediante acciones de comunicación y de formación y al incremento de la sensibilización y conciencia social sobre la importancia del cambio climático.
- Permitirá establecer y mantener colaboraciones y alianzas público-privadas entre diferentes grupos de interés (Administración, agentes de I+D+i, empresas y organizaciones empresariales, organizaciones sociales, etc.), algunas ya realizadas en el proceso del diseño de este Plan. Estas alianzas promoverán su participación e implicación en las diferentes iniciativas relativas a la adaptación del sector en el ámbito productivo, normativo, legislativo, científico, entre otros, y contribuirán a la transferencia de conocimiento a lo largo de la cadena de valor.

Además, el presente Plan de Adaptación cobra valor añadido por el proceso de diseño desarrollado en el marco del proyecto AQUADAPT, siempre de carácter inclusivo y participativo

entre representantes del sector productivo, de la Administración y de las entidades de I+D+i miembros del ámbito académico, con la puesta en común del conocimiento y experiencia existente tanto para el establecimiento del diagnóstico como para el diseño del Plan de Adaptación.

El carácter del Plan es continuo y abierto en el tiempo y deberá ser por tanto adaptativo en la medida que se puedan añadir nuevas medidas y acciones en función de las necesidades del sector y a medida que se va avanzando en su adaptación.

Si bien está planteado en el horizonte 2050, el alcance de este Plan propone medidas y acciones concretas a ejecutar mediante el Plan de acción asociado durante los dos primeros años (corto plazo) y dar respuesta a las necesidades más urgentes identificadas.

6.2 Ejes, líneas de actuación y acciones

El diseño del Plan de Adaptación parte del diagnóstico previo desarrollado por el sector de la acuicultura marina (Figura 11) que permitió la identificación conjunta de los aspectos críticos que afectan de forma obvia a la adaptación del sector frente al cambio climático y que condicionan por tanto su competitividad y sostenibilidad. A partir de estos factores críticos se establecieron también los ejes y sus respectivas líneas de actuación que a su vez conllevan asociadas una serie de acciones prioritarias que podrán ser desarrolladas a corto plazo mediante el Plan de Acción que llevará asociado.



Figura 11. Componentes del Plan de Adaptación (Adaptado del PNACC-OECC, 2006).

Debido a las características de la acuicultura como una actividad en la que se explotan recursos naturales, el Plan está diseñado bajo un enfoque ecosistémico que afecta de forma transversal a todas las líneas y acciones y consiste en realizar una gestión del sector acuícola respetuosa con el medio marino que sustenta la propia actividad.

El Plan de Adaptación de la acuicultura marina al cambio climático en el territorio nacional se estructura en 4 ejes que se describen a continuación.

6.2.1 Eje 1. Aumento del conocimiento científico y promoción de la I+D+i

Eje 1. Incremento del conocimiento científico y del sector empresarial sobre el impacto del cambio climático en el sector de la acuicultura.

La adaptación al cambio climático debe de ser concebida como una herramienta de progreso e innovación del sector acuícola en la medida que contribuye a reducir su vulnerabilidad. Para que el sector sea competitivo son claves los esfuerzos y recursos de investigación e innovación dirigidos a aspectos ambientales, económicos, sociales e institucionales relacionados con el cambio climático. Estos esfuerzos deben de incluir no solo la generación de conocimiento básico y aplicado sino también la mejora del acceso y disponibilidad a la información.

Es clave que la comunidad científica monitorice y disponga de información robusta sobre las variables ambientales asociadas al cambio climático que afectan al sector para así realizar proyecciones a corto, medio y largo plazo de su evolución. Al mismo tiempo la comunidad científica debe ser capaz de articular mecanismos de gestión de esos datos periódicos y sistematizados, facilitando su disponibilidad para que sean consultados y aplicados a escala local por expertos, gestores, etc. El conocimiento tiene que abordar no solo datos objetivos de la dimensión biológica y física del cambio climático, sino que debe abarcar la evaluación y cuantificación de los impactos a nivel económico y social relacionado con el sector acuícola, para que éste pueda planificarse, valorar alternativas de gestión y adaptarse ante los cambios.

6.2.2 Eje 2. Mejora de la gobernanza y de la legislación/normativa

Eje 2: Refuerzo del marco normativo y administrativo en el contexto de la adaptación del cambio climático.

Facilitar la adaptación y anticiparse a los efectos del cambio climático resulta clave para reducir los efectos negativos del cambio climático en el sector y así disminuir los costes económicos y sociales de adaptación, lo cual supone la adecuación del marco normativo a un sector vulnerable (Ministerio de Producción, 2015; Martínez, 2010), la inclusión de las medidas de adaptación del sector en los planes de gestión sectorial, y la elaboración de planes específicos para el sector a nivel nacional y autonómico.

6.2.3 Eje 3. Disponibilidad y acceso a financiación específica

Eje 3: Disponibilidad y acceso a fuentes de financiación específicamente dirigidas a la adaptación del sector acuícola al cambio climático.

Los retos que plantea el cambio climático requieren esfuerzos conjuntos por parte del sector privado, la comunidad científica y los centros de formación que a su vez necesitan del respaldo y apoyo financiero y de inversión de instituciones públicas y privadas a través de planes europeos, nacionales y autonómicos de I+D+i e inversión privada, para poder facilitar la adaptación y aminorar los posibles costes asociados.

Para que pueda existir este apoyo es necesario también avanzar en el conocimiento de los posibles costes de los impactos y de las medidas de adaptación, para que las instituciones puedan priorizar los distintos planes, proyectos e iniciativas y sus mecanismos de financiación.

6.2.4 Eje 4. Transferencia de conocimiento, comunicación y sensibilización

Eje 4: Colaboración de los grupos de interés para fomentar la transferencia de conocimiento a lo largo de la cadena de valor.

La adaptación del sector acuícola no puede ser efectiva si no se realiza de forma conjunta entre los diferentes actores interesados (Administración, agentes I+D+i, sector empresarial y sociedad civil). Una efectiva gestión del conocimiento mediante redes de investigación y de transferencia de tecnología y la coordinación entre los diferentes grupos de interés por medio de plataformas tecnológicas, es indispensable para un buen rendimiento y transferencia de la inversión en I+D (EATIP, 2012).

El conocimiento científico generado en materia de cambio climático debe ser transferido además a la sociedad para que ésta tome conciencia y responsabilidad de la problemática del cambio climático (ej. Iniciativas de ciencia ciudadana: www.observadoresdelmar.cat) y apoye las iniciativas de adaptación del sector acuícola. El fortalecimiento de estas medidas en la sociedad a diferentes niveles (comunicación, educación, capacitación y sensibilización) con respecto al cambio climático ya fueron establecidas en la CMNUCC (ONU, 1992) y en los Acuerdos de Cancún (ONU, 2010).

En este contexto social se debería, además, poner en valor la acuicultura como una actividad productiva sostenible y respetuosa con el medio ambiente que disminuye la presión de la pesca extractiva, como fuente de alimento saludable para gran parte de la población, generadora de puestos de trabajos y como actividad dinamizadora en el rural, etc. con el fin de promover y apoyar la inversión en I+D+i, el consumo de productos acuícolas, entre otras opciones de participación ciudadana.

A continuación se describen las líneas de actuación asociadas a cada eje, así como las posibles acciones previstas dentro de cada una de ellas (Tablas 2, 3, 4 y 5).



Tabla 2. EJE 1: MEJORA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y PROMOCIÓN DE LA I+D+i

EJE 1	INCREMENTO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y DEL SECTOR EMPRESARIAL SOBRE EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR DE LA ACUICULTURA	
<p>El incremento del conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el sector incide directamente en la toma de decisiones a nivel empresarial (infraestructuras, sistemas productivos, especies, otros). También constituye un input fundamental para la Administración para la revisión y adecuación de la normativa y la regulación, al tiempo que resulta clave para guiar a la comunidad científica y los centros de formación respecto a sus líneas y áreas de trabajo, especies, procesos, sistemas, otros.</p>		
Líneas de actuación	Descripción	Acciones
<p>L1. Definición conjunta de las prioridades de investigación básica y aplicada</p>	<p>La identificación conjunta entre el sector empresarial y la comunidad científica de las necesidades más urgentes de investigación básicas y aplicadas contribuiría a disminuir la vulnerabilidad, mejorar la resiliencia y agilizar la adaptación del sector acuícola frente a al cambio climático. Estas prioridades deben incluir el aumento de la comprensión del funcionamiento de las especies y los ecosistemas ante el cambio climático y de las consecuencias sociales y económicas, todo ello para avanzar en el desarrollo y promoción de un enfoque ecosistémico de la acuicultura.</p>	<p>L1-A1. Mesa de trabajo entre instituciones académicas y sector para la identificación de las prioridades y lagunas de conocimiento en el ámbito de estudio. L1-A2. Diseño y elaboración conjunta de un documento en el que se identifiquen las líneas prioritarias de investigación que ayuden a la adaptación del sector.</p>
<p>L2. Desarrollo de proyectos de investigación básica y aplicada en colaboración con empresas sobre el efecto de las posibles variables ambientales, económicas y sociales que afecta a los peces y al proceso productivo.</p>	<p>Para avanzar en la adaptación del sector al cambio climático es clave aumentar el conocimiento científico, a través de estudios de investigación básica en Universidades y centros de I+D+i y también en colaboración con las empresas, sobre los procesos, mecanismos y variables ambientales cuya variación por efecto del cambio climático pueden originar un impacto en la acuicultura marina de peces.</p>	<p>L2-A1. Identificación de estudios científicos centrados en el conocimiento de los impactos y riesgos del cambio climático en la acuicultura con la participación de actores públicos y privados. L2-A2. Diseño de proyectos científicos para la participación en planes y programas de I+D+i europeos, públicos y privados, dirigidos a avanzar en el conocimiento de los impactos y riesgos del cambio climático en la acuicultura. L2-A3. Puesta en marcha de los estudios con la implicación de agentes público y privados.</p>
<p>L3. Monitorización y generación de registros biológicos, químicos y físicos.</p>	<p>Existe la necesidad, tanto desde el sector empresarial como desde el ámbito de I+D+i, de trabajar en el diseño de herramientas y métodos para la generación y el seguimiento de datos temporales (a diferentes escalas) con los que conocer la evolución histórica de variables biológicas, químicas y físicas. Este repositorio de información acorde con estructuras existentes (otras redes u observatorios) permitiría la elaboración de una línea base, conocer su evolución y contribuiría al análisis de los efectos del cambio climático y a la toma de decisiones.</p>	<p>L3-A1. Diseño y puesta en marcha de una red de observatorios para el seguimiento de las variables biológicas, químicas, físicas y económicas y su evolución a través de indicadores. L3-A2. Selección y uso de indicadores (ambientales, económicos y sociales) que permitan medir en el sector los impactos y riesgos del cambio climático. L3-A3. Diseño de protocolos y directrices para la inclusión de sistemas de monitorización en la gestión de la empresa incluyendo indicadores.</p>
<p>L4. Disponibilidad y accesibilidad a información sobre variables ambientales, económicas y sociales: Creación de repositorio de datos (open science cloud).</p>	<p>Una eficiente adaptación al cambio climático implica la mejora de la comunicación entre los usuarios finales y los que generan los datos (Ej. científicos, meteorólogos) así como el mejor y mayor acceso a la información (tanto la generada por el sector como por la comunidad científica) a través de un repositorio de datos (Ej. plataforma de ciencia con acceso abierto) que aproveche y rentabilice estructuras ya existentes.</p>	<p>L4-A1. Creación y/o mejora de una base o repositorio de datos temporales estandarizada con acceso abierto para el sector y la comunidad científica L4-A2. Refuerzo de la colaboración entre la Agencia Estatal de Meteorología y los servicios meteorológicos regionales para mejorar la comprensión de la información existente sobre proyecciones climáticas y regionalización.</p>

Con el apoyo de:



Tabla 3. EJE 2. MEJORA DE LA GOBERNANZA Y LA LEGISLACIÓN

EJE 2		
REFUERZO DEL MARCO NORMATIVO Y ADMINISTRATIVO EN MATERIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO		
Agilización, adecuación y simplificación de los trámites administrativos y de la normativa para favorecer la adaptación del sector al cambio climático y mantener sus ratios de productividad y rentabilidad.		
Líneas de actuación	Descripción	Acciones
L1. Revisión de la consideración de la acuicultura como actividad estratégica en los planes de gestión de usos del litoral.	Existe la necesidad de promoción de políticas nacionales que consideren la acuicultura como un sector estratégico y vulnerable ante el cambio climático en los planes de gestión y planificación territorial del litoral. Este reconocimiento supone la movilización de recursos y la creación de acciones y estrategias específicas para fortalecer el sector frente al cambio climático.	L1-A1. Creación de una mesa de trabajo para la negociación conjunta entre el sector y las instituciones públicas, así como otros grupos de interés (Ej. Universidad) con competencias en la planificación y gestión del litoral para la consideración de la acuicultura como una actividad socioeconómica estratégica y vulnerable al cambio climático. L1-A2. Elaboración de un documento argumental que le sirva de apoyo a la Administración Pública y otros grupos de interés. Este documento lo realizará el grupo de trabajo.
L2. Revisión y adecuación del marco normativo de obtención y gestión de concesión y licencias de actividad en materia de adaptación del sector.	Con el fin de mantener la productividad, rentabilidad y la adaptación local del sector al cambio climático, es necesaria la agilización y simplificación de determinados trámites y procedimientos administrativos. Estas mejoras incluyen la revisión de la legislación que supone una mejor adecuación de la normativa reguladora que afecta a las nuevas licencias y a las concesiones para la reubicación de instalaciones, entre otras.	L2-A1. Desarrollo de instrumentos normativos vinculantes o de planes, que lleven asociados la generación de estas normas, para la mejora y agilización del marco jurídico aplicable (licencias, concesiones) y el establecimiento de unos compromisos que favorezcan la adaptación del sector.
L3. Elaboración coordinada de planes de adaptación a nivel nacional y autonómico o bien integración de la adaptación al cambio climático en los planes de gestión sectorial.	Para garantizar la sostenibilidad y competitividad del sector es necesario el desarrollo de planes de adaptación específicos para el sector acuícola de modo integral a nivel nacional y autonómico. Además también es necesaria la introducción a nivel institucional y político del enfoque de adaptación al cambio climático en las directrices de los planes y programas de gestión sectorial.	L3-A1. Iniciativas de colaboración interinstitucional y multidisciplinar para el diseño y elaboración conjunta de planes de adaptación del sector nacionales y autonómicos. Las iniciativas (talleres de trabajo, mesas redondas, reuniones...) deberán estar integradas por representantes del sector, academia e instituciones públicas que fijan las estrategias en materia de cambio climático (Ej. Oficina Española de Cambio Climático). L3-A2. Reuniones de la Mesa de trabajo para la introducción del enfoque prioritario de la adaptación del sector acuícola en los planes (actuales y nuevos) de gestión del sector.
L4. Coordinación entre las políticas de mitigación y adaptación para optimización de la lucha del sector frente al cambio climático.	La implementación del enfoque ecosistémico de la acuicultura supone a nivel político el desarrollo de estrategias, planes, legislación, etc., que apoyen la protección de las especies y el medio marino, estableciendo sinergias entre las políticas de mitigación y las de adaptación, pues cuanto menos sean las emisiones de gases de efecto invernadero, menor será el esfuerzo y coste de la adaptación.	L4-A1. Mesa de trabajo interinstitucional y multidisciplinar, preferiblemente moderada por la Administración, para la coordinación de las necesidades de adaptación.



Con el apoyo de:



Tabla 4. EJE 3: DISPONIBILIDAD Y ACCESO A FINANCIACIÓN ESPECÍFICA

EJE 3	DISPONIBILIDAD Y ACCESO A FUENTES DE FINANCIACIÓN DIRIGIDAS A LA ADAPTACIÓN DEL SECTOR ACUÍCOLA AL CAMBIO CLIMÁTICO	
Los retos generados por el cambio climático en el sector exigen esfuerzos de inversión al sector privado, a la comunidad científica y a los centros de formación. La disponibilidad de instrumentos específicos de financiación públicos y privados contribuiría en gran medida a la aceleración de la adaptación, más allá del mayor conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el sector.		
Líneas de actuación	Descripción	Acciones
L1. Incorporación de nuevas líneas de investigación prioritarias en los Planes nacionales y autonómicos de I+D+i	La acuicultura es una actividad con problemas específicos ante el cambio climático y con necesidad de financiación para acelerar y promover su adaptación, por lo que deben de considerarse líneas concretas de financiación para el sector en los Planes nacionales y autonómicos de I+D+i.	L1-A1. Grupo de trabajo interdisciplinar e interinstitucional para la elaboración de un documento en el que se identifiquen y concreten las líneas prioritarias de investigación. L1-A2. Inclusión de dichas líneas específicas en los planes y programas de financiación nacionales y autonómicos de I+D+i sobre la adaptación del sector.
L2. Incorporación de la adaptación de la acuicultura al cambio climático en los planes de financiación nacional y autonómica.	La acuicultura es una actividad vulnerable ante al cambio climático y por lo tanto debe de ser incluida en los planes de adaptación (actuales y futuros) nacionales y autonómicos de I+D+i para acceder a su financiación y acelerar la adaptación.	L2-A1. Creación de una solicitud para la inclusión de la adaptación de la acuicultura al cambio climático en los planes de financiación existentes y futuros.
L3. Incorporación en los fondos FEMP y FEDER de líneas específicas de adaptación al cambio climático	Aprovechando que el FEMP y el FEDER promueven una acuicultura sostenible e integran en sus programas la atenuación del cambio climático y adaptación a sus efectos, es necesario incorporar en ellos líneas específicas prioritarias para la adaptación del sector y así acceder a su financiación.	L3-A1. Solicitud de la inclusión en los fondos europeos (Ej., FEMP) de líneas específicas sobre la adaptación del sector al cambio climático para la captación de fondos.
L4. Análisis de opciones de financiación privada que contemple los riesgos del cambio climático	La búsqueda y captación de posibles fondos privados (ej. creación de seguros específicos) contribuiría a la mejor prevención, predicción y gestión de los posibles riesgos que genere el cambio climático sobre el sector (cambios en rendimiento y producción, impactos en la cadena de valor, daños en estructuras). Se trata de fomentar la participación del sector privado en inversiones que haga el sector en materia de adaptación al cambio climático (Ej. renovación de instalaciones, reubicación de jaulas).	L4-A1. Creación de productos privados bancarios (créditos) y seguros específicos que consideren específicamente los posibles riesgos por efecto del cambio climático y financien o cofinancien medidas de adaptación en el sector.
L5. Búsqueda de incentivos económicos y/o fiscales a nivel nacional, autonómico y local para entidades que desarrollen una acuicultura con enfoque ecosistémico	La actividad acuícola en la medida que sea desarrollada bajo unas buenas prácticas respetuosas con el medioambiente y el ecosistema del que depende (reducción de emisiones y de huella de carbono (HC), acuicultura multitrofica, análisis de ciclo de vida (ACV) y ahorro energético, etc.) podría ser incentivada con algún tipo de ventaja económica y/o fiscal, que incremente la resiliencia del medio y del propio sector frente al cambio climático.	L5-A1. Valoración positiva del uso de protocolos de buenas prácticas en la actividad acuícola para el acceso a incentivos económicos y/o fiscales que ayuden en la adaptación al cambio climático.



Con el apoyo de:



Tabla 5. EJE 4: TRANSFERENCIA, COMUNICACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN

EJE 4	COLABORACIÓN ENTRE GRUPOS DE INTERÉS EN EL MARCO DE LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO A LO LARGO DE LA CADENA DE VALOR	
En el sector de la acuicultura es clave el modelo de colaboración de cuádruple hélice (Administración, Academia, Sector empresarial y Sociedad civil) y el refuerzo de la interacción continua entre los diferentes agentes y grupos de interés para que la generación de conocimiento repercuta en la adaptación específica en los ámbitos productivo, normativo, legislativo, científico, entre otros.		
Líneas de actuación	Descripción	Acciones
L1. Creación de foros colaborativos interinstitucionales y multidisciplinares moderados por la Administración.	Para una eficiente transferencia de conocimiento que repercuta en la adaptación del sector es necesario el intercambio continuo de información, el diseño y la coordinación de acciones (entre otras) entre diferentes grupos de interés. Esto sería posible mediante la creación de una mesa/foro/grupo de trabajo sostenible en el tiempo y moderado por la Administración en la que las medidas de adaptación desde el punto de vista científico, legislativo y administrativo abarcarían el sector productivo y todos los eslabones de la cadena de valor.	L1-A1. Creación de una mesa de trabajo de expertos a nivel nacional (alineado con estructuras sectoriales ya existentes) con carácter interinstitucional y multidisciplinar y moderado por la Administración. L1-A2. Promoción de la posible participación del coordinador de la mesa en foros internacionales sobre cambio climático. L1-A3. Delimitación de los objetivos, las tareas y la temporalización para la consecución de los objetivos.
L2. Comunicación, concienciación y sensibilización.	La concienciación y el fomento de la participación activa de la sociedad en materia de cambio climático es clave también para avanzar en la adaptación del sector. Esto es posible a través de la difusión del conocimiento mediante la realización de actividades presenciales (talleres, conferencias, jornadas), el desarrollo de herramientas digitales de difusión (redes, webs, foros, blogs, plataformas, etc.) o la elaboración de material divulgativo (pósters, trípticos, etc.), entre otros. Para ello es importante la coordinación y alienación de las nuevas iniciativas con otras existentes.	L2-A1. Difusión y comunicación en actos públicos como foros anuales, jornadas, seminarios, campañas de formación y sensibilización, etc. L2-A2. Creación de plataformas digitales (web, blog, foro, etc.) para el intercambio y distribución de información sobre adaptación de la acuicultura al cambio climático. L2-A3. Elaboración de materiales divulgativos en diferentes soportes (digital o papel).
L3. Formación y transferencia: cursos de formación especializada, revisión de programas docentes, proyectos de I+D+i colaborativos, con el sector productivo (ej. doctorado industrial, proyectos de transferencia, etc.).	La transferencia del conocimiento sobre los impactos del cambio climático en el sector y de las medidas de adaptación y los beneficios de éstas, es clave para que la investigación gane credibilidad y en consecuencia los apoyos de diferentes actores. Esta transferencia crea y fortalece capacidades en los diferentes sectores y se puede llevar a cabo a través de la revisión de los contenidos de los planes docentes, la puesta en marcha de proyectos colaborativos de transferencia al sector productivo, cursos especializados, campañas formativas, cursos para la enseñanza de las buenas prácticas en el sector, doctorados industriales para promover la I+D+i en las empresas, etc.	L3-A1. Desarrollo de campañas informativas en el sector y cursos de formación para creación de capacidades en materia de adaptación y acuicultura. L3-A2. Revisión de los programas docentes relacionados con acuicultura con la inclusión de contenidos específicos (impactos de cambio climático, adaptación) y la promoción de una mayor especialización. L3-A3. Establecimiento de colaboraciones entre Universidades y sector (Ej. doctorados industriales) o proyectos colaborativos de transferencia para el desarrollo de proyectos I+D+i en las empresas acuícolas.



6.3 Implementación del Plan de Adaptación

Uno de los objetivos principales del proyecto AQUADAPT consiste en que el Plan de Adaptación no se circunscriba solo al plano teórico, sino que el mismo pueda realmente ser aplicado por el propio sector productivo en beneficio de su desarrollo y competitividad.

Las medidas de adaptación tienen diferentes efectos, diferentes niveles de posibilidades de aplicación y distintos tiempos de implantación y de costes (Resco, 2015). En este sentido, hay que diferenciar entre las medidas a largo plazo y las medidas a corto y medio plazo. Las medidas a largo plazo, que es el horizonte 2050 en el presente Plan de Adaptación, necesitan de una mayor inversión o tiempo para su generación e implantación (ej. generación de repositorios de datos temporales de variables ambientales, cambios en la normativa para reubicación de cultivos o modificación de infraestructuras, etc.).

Sin embargo, las medidas a corto plazo, son aquellas de más fácil implementación o que deben dar respuesta a las necesidades más urgentes del sector centrándose en aspectos específicos para mantener su productividad y competitividad (ej. campañas para aumentar el conocimiento del sector a cerca de los impactos del cambio climático y la existencia de planes como el PNACC; introducción de la adaptación en la planificación sectorial; creación de grupo de trabajo interinstitucional e interdisciplinar con agentes de interés en acuicultura y cambio climático, etc.).

A medio plazo, se incluirán aquellas medidas que afectan a cambios en la forma de gestionar la actividad acuícola, como son la posible reubicación de las jaulas o los cambios en la reorientación de los costes (control del riesgo mediante seguros, aumento de costes de mantenimiento y reparaciones, tratamiento de enfermedades), entre otras.

En el presente Plan de Adaptación, una vez definidas para cada eje, las líneas de actuación y las acciones necesarias para la consecución del Plan de Adaptación, se diseñará un Plan de Acción asociado con la selección de unas acciones prioritarias para su posible ejecución en el corto plazo (2 años) que pueda ser medible a través de indicadores de logro y metas.

El Plan de Acción constituye, por tanto, la herramienta necesaria para la implementación más inmediata y en el corto plazo del Plan de Adaptación, y para su diseño es clave asegurar la participación e involucración de los diferentes grupos de interés con el desarrollo de un plan de trabajo que detalle las tareas necesarias asociadas a cada acción, los recursos técnicos y de financiación asignados, los agentes implicados, los plazos de ejecución, etc. Este proceso será flexible y se irá modificando según vayan cambiando las necesidades y capacidades de adaptación del sector por lo que precisa del establecimiento de medidas de seguimiento y evaluación.

6.4 Viabilidad del Plan de Adaptación

Para lograr la viabilidad del Plan es necesario identificar las limitaciones de conocimiento, medioambientales, económicas, legislativas, y sociales que puedan condicionar su ejecución.

Las medidas establecidas en el Plan de adaptación dirigidas a incrementar el conocimiento científico y la inversión en I+D+i, son viables debido al elevado potencial investigador existente en el entorno, tanto de recursos humanos como de infraestructuras (centros I+D+i y centros tecnológicos) en las áreas de investigación relacionadas. También contribuye a la viabilidad del Plan la existencia de un sector acuícola que aporta experiencia, asistencia técnica, conocimiento e incluso dispone de instalaciones para el desarrollo de experimentos piloto. Por otro lado, existen diferentes Planes nacionales e internacionales que financian iniciativas de I+D+i y que cada vez más incluyen la adaptación al cambio climático en sus prioridades.

Con relación a los **aspectos ambientales**, en el Plan de Adaptación se consideran medidas para el desarrollo de una acuicultura sostenible y ecosistémica. La sostenibilidad garantiza un entorno habitable para todos a largo plazo y abarca al menos tres componentes fundamentales que cumple la acuicultura: la conservación del medio ambiente y sus recursos, el bienestar económico y la igualdad social. El enfoque ecosistémico implica el desarrollo de una actividad que respete el medio ambiente y más concretamente el medio marino y las especies que lo habitan y que en su conjunto soportan la propia actividad.

Desde el punto de **vista legislativo**, la normativa vigente no limita la viabilidad del Plan ya que las medidas de adaptación establecidas en el mismo no son contrarias a la legislación existente en la Comunidad Europea, a nivel estatal, autonómico y local. No obstante, dado que entre las medidas se solicita la adecuación de la normativa para favorecer el acceso a nuevas licencias y concesiones, modificación de infraestructuras, entre otras, el único obstáculo son los plazos de aprobación y aplicación de las modificaciones de la normativa solicitadas.

A la hora de valorar la viabilidad del Plan de Adaptación desde el punto de vista **económico** sería necesario conocer en mayor detalle el alcance y las características de las acciones previstas y analizar su costes y beneficios (Factor CO₂, 2016). Se deberían calcular además el coste de otras alternativas para buscar aquella más económica. Esto tiene cierta dificultad y además se suma que muchos costes y beneficios no son solo de tipo financiero, sino que afectan al medioambiente, al empleo de las personas y en definitiva a la responsabilidad social del sector de la acuicultura. A veces los beneficios son el coste de los daños evitados o los beneficios acumulados tras la aplicación de las medidas de adaptación (Factor CO₂, 2016) y los costes pueden ser las consecuencias de no aplicar medidas de adaptación, entre otros.

No obstante, las medidas planteadas en el Plan de Adaptación no necesitan de una gran inversión económica ya que se utilizarían en la medida de lo posible las estructuras y redes ya establecidas. Por ejemplo, en el caso de la monitorización de datos (físicos, químicos, biológicos) se empezaría por constituir una plataforma que actuase como repositorio de información donde volcar los datos que generan organismos ya existentes (Ej. datos climáticos generados por la AEMET). Otra acción prevista como la formación de un grupo de trabajo de carácter interinstitucional e interdisciplinar tampoco necesita de grandes esfuerzos económicos para su constitución. En cualquier caso, todas las acciones necesitan de un apoyo económico que podrían ser asumible a través de la solicitud de financiación mediante planes nacionales e internacionales que dan apoyo financiero a iniciativas en materia de adaptación.

Desde el punto de **vista social**, no existen barreras sociales ni culturales que puedan dificultar la viabilidad del Plan de Adaptación. La acuicultura es una actividad socio económica importante a nivel internacional y nacional y que genera riqueza y empleo en el entorno local. En este sentido las medidas de adaptación establecidas en el Plan de Adaptación, dirigidas a mantener su competitividad, no supondrían un problema para la sociedad, en la medida que son compatibles con el uso de los recursos y espacios. Además, el enfoque ecosistémico y sostenible de las medidas de adaptación planteadas respetan los intereses de la población cada vez más capacitada, concienciada y sensibilizada con la conservación y protección del medio ambiente.

6.5 Seguimiento y Evaluación del Plan de Adaptación

El presente Plan de Adaptación que ha sido diseñado en el horizonte temporal de 2050, necesita ser supervisado y evaluado por los agentes con competencias para su óptima implantación para así adaptarse a los retos sociales y económicos que se planteen en los próximos 30 años.

Estas labores de seguimiento y evaluación permitirán conocer el grado de consecución de los objetivos propuestos en el Plan de Adaptación y por tanto la eficacia de la implementación de las medidas propuestas y su evolución en un entorno cambiante (MAGRAMA, 2016).

Permitirán identificar por un lado aquellas carencias que necesiten ser subsanadas en función de nuevas necesidades e incidencias que vayan ocurriendo y por otro lado fortalecer aquellas medidas que están siendo aplicadas correctamente y favorecen la adaptación del sector.

De este modo, en el contexto del cambio climático, en el que existen muchas incertidumbres, se podrá durante el desarrollo del Plan de Adaptación, en función de la experiencia y las nuevas situaciones, reorientar las futuras acciones.

Para la labor de seguimiento y evaluación del plan se propone identificar un organismo responsable con competencias en adaptación al cambio climático (Ej. OECC) que a su vez debería elaborar un informe sobre el desarrollo del presente Plan de Adaptación. Para este seguimiento sería muy positivo utilizar indicadores de logro de resultados y de gestión ya existentes.

7 CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS

Hasta el inicio del proyecto AQUADAPT se ha profundizado poco en la adaptación del sector de la acuicultura marina española al cambio climático aun siendo considerado un sector socioeconómico importante y vulnerable ante el mismo. Esta situación se puede observar ante la inexistencia de un Plan actual de Adaptación del sector, aunque como se ha mencionado en este documento, constituye una excepción los esfuerzos realizados por la Administración (MITECO) con los informes de “**Cambio climático y Acuicultura**” (OESA-FB) en 2013 y “**Impactos del cambio climático sobre la acuicultura en España**” a través de la OECC (García & Remiro, 2014).

En este sentido, este Plan de Adaptación contribuye a avanzar en lo planteado en estos informes previos, pero orientando la adaptación del sector acuícola marino español en el horizonte 2050 y centrado en las especies de dorada, rodaballo y lubina y en dos sistemas de cultivo, las instalaciones en tierra y las jaulas marinas.

Conclusiones

Como resultado del diseño del Plan de Adaptación se han obtenido las siguientes conclusiones principales:

1. La acuicultura es una actividad socio económica vulnerable al cambio climático que necesita de la adaptación para el mantenimiento de su competitividad y sostenibilidad. Las líneas y acciones prioritarias para su adaptación deben ir dirigidas a:

- el avance en el conocimiento científico sobre variables, especies, ecosistemas y cambio climático (impactos y sus costes, diseño de medidas de adaptación y sus costes, escenarios plausibles de futuro),
- la creación de una mayor disponibilidad y acceso a bases de datos,
- la mejora de la gobernanza (diseño de planes, priorización de ayudas para adaptación, agilización de trámites administrativos),
- el aumento de opciones de financiación (futuras inversiones, ayudas para costes de adaptación),
- la adaptación de la legislación y.
- la promoción de la transferencia de conocimiento entre diferentes agentes de interés.

2. Las medidas de Adaptación deben aplicarse a través del desarrollo de una acuicultura sostenible y con un enfoque ecosistémico respetando el medio marino y las especies que sustentan la propia actividad.

3. El Plan de adaptación será efectivo si cuenta con la involucración y el compromiso de diferentes grupos de interés (Administración, Agentes I+D+i, Sector y sociedad).

4. Las medidas de adaptación previstas en el Plan de adaptación deben ser conocidas por la sociedad con el fin de aumentar su concienciación y sensibilidad con el cambio climático y en la medida de lo posible promover su participación activa y apoyo al sector acuícola.

Próximos pasos

En el sector acuícola, así como en otros sectores productivos (pesca, ganadería, agricultura, apicultura, etc.), son numerosas las lagunas de conocimiento que existen sobre aspectos concretos de las especies, los ecosistemas, los efectos sociales y económicos del cambio climático, así como en las interacciones de éste con las diferentes variables y, en este sentido, son muchas las áreas que merecen especial atención (Rubio & Roig, 2017).

No obstante, a pesar de la complejidad, las incertidumbres y las limitaciones identificadas, en el presente Plan de Adaptación realizado en el marco del proyecto AQUADAPT, se ponen de manifiesto las necesidades más urgentes del sector. Es en la dirección que marcan las líneas establecidas en el Plan de Adaptación donde se centrarán los próximos pasos con acciones concretas a desarrollar en el corto plazo (2 años) mediante el **Plan de Acción para la puesta en marcha del Plan de Adaptación** que será diseñado en la siguiente actividad del proyecto AQUADAPT “A7. *Diseño de un plan de acción para la puesta en marcha del Plan de Adaptación con la involucración de los grupos de interés público – privado (Administración, sector privado, Universidad y sociedad)*”.

8 BIBLIOGRAFÍA

Adger, W.N.; Saleemul Huq, S. & Brown, K. 2003. Adaptation to climate change in the developing world. *Progress in Development Studies*, 3(3): 179-195.

APROMAR, 2016. La acuicultura marina en España. 89 pp.

APROMAR. 2017. La acuicultura marina en España. 93 pp

Boletín Oficial del Estado (BOE), 2016. Resolución de 11 de marzo de 2016, de la dirección de la Fundación Biodiversidad por la que se aprueba la publicación de Convocatoria de ayudas para realización de actividades en el ámbito de la biodiversidad terrestre, biodiversidad marina y litoral 2016. (BOE, nº 83, 6 de abril de 2016).

Callaway, R.; Shinn, A.P.; Grenfell, S.E.; Bron, J.E.; Burnell, G.; Cook, E.J. & Crumlish, M. 2012. Review of climate change impacts on marine aquaculture in the UK and Ireland. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 22(3): 389-421.

Comisión Europea (CE), 2002b. Estrategia para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Europea. Bruselas. 28 pp.

Comisión Europea (CE), 2006. Guía para la Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible (EDS). 82 pp.

CE, 2007. Libro verde. Adaptación al cambio climático en Europa: Opciones de actuación para la UE. Bruselas, 29.6.2007 COM(2007) 354 final. 29 pp.

CE, 2009a. Libro Blanco sobre Adaptación al Cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación. Bruselas, 1.4.2009 COM(2009) 147 final. 321 pp.

CE, 2009b. Construir un futuro sostenible para la acuicultura. Nuevo impulso a la Estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura europea. Bruselas. 14 pp.

CE, 2010. Estrategia 2020: Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador” (2010-2020). 37 pp.

CE, 2011. Fomento de una estrategia marítima para la zona del Océano Atlántico. Bruselas, 21.11.2011 COM(2011) 782 final.

CE, 2013a. Estrategia Europea de Adaptación al cambio climático. Bruselas, 16.4.2013. COM(2013) 216 final. 13 pp.

CE, 2013b. Programa Europeo Horizonte 2020 (2014-2020) Comisión Europea. DG Investigación y Desarrollo).

CE, 2013c. Directrices estratégicas para el desarrollo sostenible de la acuicultura de la UE. Bruselas. 14 pp.

Chevalier, S.; Choiniere, R. & Bernier, L. 1992. User guide to 40 community health indicators, Community Health Division, Health and Welfare Canada, Ottawa.

De Silva, S.S. & Soto, D. 2009. Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. En Cochrane, K.; De Young, C.; Soto, D.; Bahri, T. (eds). Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. 151-212.

Dpto. Medio Ambiente y política territorial, 2015. Estrategia de cambio climático 2050 del País Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Gobierno Vasco. 112 pp.

EATiP, 2012. El futuro de la Acuicultura europea. Nuestra Visión: Una Agenda Estratégica para la Investigación e Innovación, EATiP. 44 pp.

EEA, 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. *EEA Report No 12/2012*, European Environment Agency. 304 pp.

EEA, 2015a. Overview of climate change adaptation platforms in Europe, EEA Technical report No 5/2015, European Environment Agency.

EEA, 2015b. National monitoring, reporting and evaluation of climate change adaptation in Europe, *EEA Technical report No 20/2015*, European Environment Agency.

EEA, 2016. Climate change impacts and vulnerabilities in Europe -An indicator-based report" (EEA, 2016).

Ellis, E.C. 2011. Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Phil. Trans. R. Soc. A.* 369: 1010–1035

Factor CO2, 2016. Plan de Adaptación al Cambio climático de Valencia. 108 pp.

FAO, 2011. Framework Programme on Climate Change Adaptation (FAO-Adapt). 45 pp.

FAO, 2012. Estrategia para la pesca, la acuicultura y el cambio climático. 28 pp.

FAO, 2017b. Adaptation strategies of the aquaculture sector to the impacts of climate change, by Pedro B. Bueno and Doris Soto. FAO Fisheries and Aquaculture Circular N° 1142. Rome, Italy.

FOESA, 2012. Estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura española (EDSAE). FOESA, Madrid, España. 88 pp.

FOESA, 2013. Cambio climático y acuicultura. FOESA, Madrid, España. 210 pp.

Frost, M.; Baxter, J.M.; Buckley, P.J.; Cox, M.; Dye, S.R. & Harvey, N.W. 2012. Impacts of climate change on fish, fisheries and aquaculture. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 22: 331–336.

García, C. & Remiro, J. 2014. Impactos del Cambio Climático sobre la Acuicultura en España. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 38 pp.

Gerhard, M.E. 2018. Fichas técnicas sobre la Unión Europea – 2018. Disponible online http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU_3.3.7.pdf

Gobierno de Chile, 2015. Plan de Adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo) y Ministerio del Medio Ambiente (División de Calidad del Aire y Cambio Climático). Chile. 39 pp.

Handisyde, N.T.; Ross, L.G.; Badjeck, M-C. & Allison, E.H. 2006. The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective. Final Technical Report, DFID Aquaculture and Fish Genetics Research Programme, Stirling Institute of Aquaculture, Stirling, U.K., 151 pp.

Holmyard, N. 2014. Climate Change: Implications for Fisheries & Aquaculture: University of Cambridge and Sustainable Fisheries Partnership, UK 15 pp.

IPCC, 2000. Metz, B.; Davidson, O.; Martens, J-W.; Sascha Van Rooijen, S. & Van Wie Mcgrory, L. (Eds.). Methodological and Technological Issues in Technology transfer. *Cambridge University Press*, UK. 432 pp.

IPCC, 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.

IPCC, 2012: Glossary of terms. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, & P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 555-564.

IPCC, 2013a. 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, Estados Unidos de América.

IPCC, 2013b. Glosario [Planton, S. (ed.)]. 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, Estados Unidos de América. IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de trabajo II. 57 pp.

Junta de Andalucía, 2011. Plan Andaluz de acción por el Clima. Programa de adaptación. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. 122pp.

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.

López, F.; Vallejo, V. & Rivera. M.G. 2017 "Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la apicultura mediterránea". Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Fundación Biodiversidad. 125 pp.

Losada, I.; Izaguirre, C. & Diaz, P. 2014. Cambio climático en la costa española. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 133 pp.

MAGRAMA, 2007a. Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (EEDS). 125 pp.

MAGRAMA, 2007b. Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia 2007-2012-2020 (EECCCL). 56 pp.

MAGRAMA, 2013a. Plan estratégico de innovación y desarrollo tecnológico-Pesca y Acuicultura 2014-2020. 192 pp.

MAGRAMA. 2013b. Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020. 396 pp.

MAGRAMA, 2016. Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española. 120 pp.

Martínez, J. 2010. Plan de Adaptación de canarias al Cambio climático. Gobierno de canarias, Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático. 170 pp.

Ministerio de la producción, 2015. Diagnóstico del sector pesquero y acuícola frente al cambio climático y lineamientos de adaptación. Ministerio de la Producción. Perú. 21 pp.

MINECO, 2012. Estrategia Española de Ciencia y Tecnología (2013-2020). 43 pp.

MINECO, 2017. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020. 84 pp.

Observatorio Extremeño de cambio Climático, 2014. Estrategia de cambio climático para Extremadura 2013-2020. Consejería de agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía. Gobierno de Extremadura. 233 pp.

OECC, 2012. Estrategia Catalana de Adaptación al Cambio Climático. Oficina catalana de Canvi Climàtic. 30 pp.

OECC, 2006. Plan nacional de adaptación al cambio climático (PNACC). 59 pp.

OECC, 2014. Plan nacional de adaptación al cambio climático. Tercer programa de trabajo 2014-2020 (3PT-PNACC). 57 pp.

ONU, 1992. Convención Marco de las naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC). 27 pp.

ONU, 2005. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. 1998. FCCC/INFORMAL/83. 25 pp.

ONU, 2010. Acuerdos de Cancún, FCCC/CP/2010/7/Add.1. Decisión 1/CP.16. 33 pp.

ONU, 2012. Programa de trabajo de Doha sobre el artículo 6 de la Convención 15/CP.18. 46 pp.

ONU, 2015. Adopción del Acuerdo de Paris. FCCC/CP/2015/L.9. 31 pp.

ONU, 2007. The Nairobi work programme on impacts, vulnerability and adaptation to climate change. 16 pp.

PROVIA, 2013. PROVIA Guidance on Assessing Vulnerability, Impacts and Adaptation to Climate Change. Consultation document, United nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, 198 pp.

Resco, P. 2015. Viticultura y cambio climático en España: Vulnerabilidad en las distintas regiones y estrategias de adaptación frente al desarrollo de nuevas políticas. Universidad Politécnica de Madrid. 216 pp.

RIOCC, 2006. Programa iberoamericano de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático (PIACC). Documento Marco. Red iberoamericana de oficinas de cambio climático (RIOCC). 26 pp.

Rubio, A. & Roig, S. 2017: Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los sistemas extensivos de producción ganadera en España. Oficina Española de Cambio Climático.



Con el apoyo de:



Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

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

Vitousek, P.; Mooney, H.; Lubchenco, J. & Melillo, J. 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science*, 277 (5325): 494-499.



UniversidadeVigo



9 ACRÓNIMOS

- APROMAR: Asociación empresarial de acuicultura de España
- CE: Comisión Europea
- CIC: Consejo Internacional de la Ciencia
- COI: Comisión Oceanográfica Internacional
- CP: Conferencia de las Partes
- EDSAE: Estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura española
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- FEMP: Fondo Europeo Marítimo y de Pesca
- FEDER: Fondo Europeo de Desarrollo Regional
- FOESA: Fundación Observatorio de Acuicultura española
- GEI: Gases de efecto invernadero
- EATiP: Plataforma Tecnológica Europea de la Acuicultura
- EEA: Agencia Europea de Medio Ambiente
- H2020: Horizonte 2020
- IPCC: Panel Intergubernamental sobre Cambio climático
- AR5: Quinto Informe de Evaluación (Fifth Assessment Report)
- MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- MAPAMA: Ministerio de agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
- MFP: Marco Financiero Plurianual
- MINECO: Ministerio de Economía y Competitividad
- MITECO: Ministerio para la Transición Ecológica
- OECC: Oficina Española de Cambio Climático
- ONU: Organización de las Naciones Unidas
- PEAE: Plan Estratégico Plurianual de acuicultura
- PMIC: Programa Mundial de Investigación sobre el Clima
- PNACC: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
- 3PT-PNACC: Tercer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación
- PROVIA: Programa Investigación en Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación al cambio Climático
- RIOCC: Red Iberoamericana de oficinas de Cambio Climático
- SGP: Secretaría General de Pesca
- UE: Unión Europea