



Evaluación de riesgos e impactos  
derivados del cambio climático en  
España (ERICC-2025)

AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA,  
ACUICULTURA Y ALIMENTACIÓN  
(VERSIÓN NO EDITADA)



Este capítulo forma parte de la siguiente publicación:

**Título:**

Evaluación de Riesgos e Impactos derivados del Cambio Climático en España (ERICC-2025)  
Edición 2025

**Asistencia técnica:**

Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria (IH Cantabria)  
Tecnalia Research and Innovation (Tecnalia)  
Basque Centre for Climate Change (BC3)

**Coordinación:**

OECC: Patricia Klett Lasso de la Vega; Sara Rodríguez Rego; Francisco J. Heras Hernández; María Salazar Guerra; Vidal Labajos Sebastián  
FB: Ana Lancho Lucini  
IH Cantabria: Íñigo Losada Rodríguez, Laro González Canoura, Javier López Lara  
Tecnalia: Efrén Feliu Torres, Beñat Abajo Alda, María Puig Fuentenebro  
BC3: María José Sanz

**Edición y maquetación:**

Grupo Tangente

*Con la colaboración de la Fundación Biodiversidad*

**Autor/Autores del capítulo:**

**Autoras:** Inma Batalla y María José Sanz

**Contribuyentes:** Elena Galán del Castillo

**Agradecimientos:** Equipo Asesor (Elena López Gunn; Vanessa Sánchez; Miriam Pajares)



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Edita: © SUBSECRETARÍA Gabinete Técnico

NIPO (línea en castellano): 000-00-0000-000-0

ISBN: 000-00-0000-000-0

**AVISO LEGAL:** Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Este informe debe citarse de la siguiente manera:

Losada, I.J., Feliu, E. y Sanz, M.J. et al. 2025. Evaluación de Riesgos e Impactos derivados del Cambio Climático en España (ERICC-2025). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid

## CONTENIDO

1	Aspectos metodológicos y contenido del capítulo .....	4
2	Introducción.....	6
3	Riesgos relevantes .....	9
4	Riesgos clave .....	19
4.1	Riesgo clave 5.1. Riesgo de daños o pérdidas de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua.....	19
4.2	Riesgo clave 5.2. Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos	24
4.3	Riesgo clave 5.3. Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal y aumento de mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y por descenso de precipitaciones. ....	28
4.4	Riesgo clave 5.4. Riesgo de pérdida de productividad pesquera por cambios en la distribución de especies o en los stocks poblacionales debido a la modificación de las variables climáticas oceánicas. 32	
5	Análisis de riesgos complejos .....	38
6	Caso de estudio.....	42
7	Limitaciones y particularidades metodológicas del sector .....	44
8	Referencias.....	46

## 1 ASPECTOS METODOLÓGICOS Y CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Este documento corresponde al **Capítulo Sectorial Agricultura, Ganadería, Pesca, Acuicultura y Alimentación** de la **Evaluación de Riesgos e Impactos derivados del Cambio Climático en España (ERICC-2025)**.

El análisis de riesgos utiliza el marco conceptual desarrollado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en la sexta evaluación (AR6, 2022). En este contexto, el riesgo de que se produzca un impacto o un conjunto de impactos derivados del cambio climático es el resultado de la integración de tres componentes: peligro, exposición y vulnerabilidad. De acuerdo con dicho marco, los riesgos se incrementan si aumenta la peligrosidad de origen climático, la exposición o la vulnerabilidad o cualquier combinación de los anteriores. De igual modo, cualquier acción que contribuya a disminuir la peligrosidad, la exposición o la vulnerabilidad conduce a una reducción del riesgo. El estudio se desarrolla a nivel nacional, indicando adicionalmente la distribución territorial de cada riesgo clave en los casos en que éstos no presentan una homogeneidad geográfica. Asimismo, se hace énfasis en la actualización de la literatura y de las evidencias disponibles desde la publicación del estudio de “Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España” llevada a cabo en 2020.

La metodología seguida para la elaboración de los capítulos sectoriales sigue tres pasos. Inicialmente, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica y una búsqueda de impactos históricos asociados a cada ámbito sectorial, con los que identificar los riesgos denominados genéricamente “riesgos relevantes”<sup>1</sup> del sector. A continuación, sobre este listado inicial de riesgos se ha aplicado un análisis multicriterio (AMC) basado en criterios análogos a los que establece el IPCC (p. ej. alcance espacial del riesgo, afección a la población, impacto económico, irreversibilidad, entre otros), para la selección de los denominados “riesgos clave”<sup>2</sup> sectoriales. Finalmente, se ha realizado un análisis más detallado de los riesgos identificados como clave. Este análisis abarca tanto los componentes del riesgo (peligro, exposición y vulnerabilidad), como diversos aspectos transversales relevantes. Entre ellos se incluyen los efectos transfronterizos, los riesgos compuestos, impactos en cascada y otros aspectos como la vulnerabilidad social o territorial frente al riesgo o posibles casos de maladaptación. Además, se indica la gobernanza existente y las principales carencias de información, entre otros aspectos.

Los capítulos sectoriales se estructuran en siete secciones. En primer lugar, se presenta una **introducción** que contextualiza el sector y define el alcance del análisis realizado. A continuación, se expone el **marco conceptual** de los riesgos derivados del cambio climático en el sector, incluyendo sus distintos componentes y la identificación de los riesgos más relevantes. Una vez identificados, estos riesgos clave se analizan en detalle mediante **cadenas de impacto, fichas específicas y un examen de sus interconexiones**, las cuales se desarrollan con mayor profundidad en el Capítulo de Riesgos Complejos. **Con carácter ilustrativo, se incorpora un caso de estudio representativo** que contribuye a visibilizar buenas prácticas y a promover el intercambio de conocimiento entre territorios. Posteriormente, el **apartado de limitaciones y particularidades metodológicas** recoge los principales déficits de información detectados y formula recomendaciones orientadas a su superación, con el fin de reforzar futuras evaluaciones. Finalmente, la

---

<sup>1</sup> Se define riesgo relevante como aquel que tiene un potencial de generar consecuencias adversas significativas para sistemas humanos o ecológicos en el sector o ámbito de estudio derivadas del cambio climático, directa o indirectamente.

<sup>2</sup> Los riesgos clave son aquellos potencialmente graves que pueden traducirse en impactos en la actualidad y que pueden incrementar su severidad con el tiempo debido a cambios en la naturaleza de los peligros y/o a la exposición/vulnerabilidad que presentan los elementos analizados ante dichos peligros (IPCC, 2022). En este estudio los riesgos clave se identifican de manera comparada intra-sectorialmente a través de un análisis multicriterio que incluye los tres componentes del riesgo.

**bibliografía** reúne las fuentes utilizadas en el análisis, garantizando la trazabilidad y verificación de la información presentada.

La metodología aplicada para la identificación y desarrollo de los riesgos ha sido desarrollada en conjunto entre los autores principales de la Evaluación, la Oficina Española de Cambio Climático y un Grupo Asesor de Expertos, y se puede encontrar descrita con más detalle en el Capítulo de Metodología.

Además, el presente capítulo incorpora notas a pie de página con definiciones de ciertos términos específicos del sector, mientras que el glosario de los términos más comunes del proyecto figura como un anexo al documento general de la ERICC.

VERSIÓN NO EDITADA

## 2 INTRODUCCIÓN

La agricultura, la ganadería, la pesca y acuicultura, y la alimentación conforman un sector esencial que enfrenta uno de sus mayores desafíos: el cambio climático. Su dependencia directa de factores climáticos, así como de recursos esenciales como el suelo y el agua, hace a estas actividades especialmente vulnerables a las transformaciones que imponen las nuevas condiciones agroclimáticas. Este riesgo es particularmente elevado en los países mediterráneos, específicamente en España, donde las consecuencias del cambio climático ya están afectando a la producción agroalimentaria (EEA, 2024). Entre los principales peligros se encuentran el aumento de temperaturas, el incremento de periodos de sequía y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, factores que, sumados al riesgo de desertificación que afecta a gran parte del territorio español, agravan la situación y exigen medidas de adaptación urgentes.

El cambio climático compromete de forma creciente los servicios ecosistémicos esenciales para el sector agrario, como la fertilidad del suelo, la polinización, la regulación hídrica y el control biológico de plagas. Estos servicios dependen directamente de la biodiversidad funcional presente en los agroecosistemas, cuya alteración reduce la capacidad de los sistemas agrícolas para adaptarse y responder a perturbaciones climáticas. La pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos, tratada en detalle en el capítulo de Patrimonio Natural, no solo implica una disminución de especies, sino también una merma en la resiliencia ecológica y en la multifuncionalidad de los ecosistemas agrarios. El informe de evaluación global de IPBES (2019) subraya que la degradación de los servicios ecosistémicos vinculados a la biodiversidad representa una amenaza directa para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los sistemas productivos, especialmente en regiones mediterráneas vulnerables como España.

Una particularidad de los diversos subsectores agrarios en el contexto de cambio climático radica en que, además de ser afectados por las nuevas condiciones climáticas, también contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero. En particular, el sector agropecuario representa un 12,3% de las emisiones del Inventario Nacional de Emisiones (MITECO, 2025). Los principales gases emitidos son el metano y el óxido nitroso, derivados de la ganadería y la gestión de suelos agrarios respectivamente. No obstante, este sector presenta también un importante potencial de mitigación mediante el incremento de carbono en los suelos, a través de diferentes prácticas de gestión sostenible y técnicas agronómicas como el manejo adecuado de pastos y pastizales o la incorporación de coberturas vegetales en cultivos leñosos, entre otras.

Para garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo, es imprescindible la implementación de estrategias integrales que combinen medidas de adaptación y mitigación. Estas estrategias deben estar orientadas a aumentar la resiliencia del sector frente a los efectos del cambio climático considerando las particularidades de cada territorio. En España, las marcadas diferencias regionales y la alta especialización en la producción de alimentos en algunas zonas, impulsada en gran medida por la diversidad de condiciones agroclimáticas, hacen que ninguna zona sea completamente inmune a los efectos del cambio climático. La magnitud del impacto varía según las condiciones climáticas de la región y las tipologías de cultivos (por ejemplo, regadío vs secano; cultivos anuales vs cultivos plurianuales...). Mientras que algunas zonas pueden enfrentar mayores riesgos de sequías prolongadas, otras podrían sufrir un incremento en fenómenos meteorológicos extremos o la salinización de los suelos. Por ello, es esencial adoptar enfoques adaptados a las particularidades de cada territorio para garantizar la sostenibilidad de la producción alimentaria en todo el país.

El sector de la agricultura, ganadería, pesca y acuicultura representa un 2,3% del PIB español, aunque su peso económico varía por regiones, con una mayor dependencia en zonas como Extremadura (MAPA, 2022). Las tierras de cultivo ocupan un 33% de la superficie mientras que los prados y pastizales representan un 19%, sumando un 52% del territorio total de la geografía española (MAPA, ESYRCE, 2023).

La distribución de cultivos muestra una preponderancia de cereales de grano (34%), olivar (17%), frutales (10%), cultivos forrajeros y viñedo (6% cada uno) (MAPA, ESYRCE, 2023). Destaca el crecimiento del cultivo hortícola en invernadero, concentrado en Andalucía, el sureste peninsular y Canarias, con un aumento del 42,1% entre los censos agrarios de 2009 y 2020 (INE, 2022).

La agricultura española se basa principalmente en una combinación de cultivos de regadío y secano, con un 22% de la superficie cultivada bajo riego. La expansión del regadío varía según regiones y/o cultivos. En los cultivos cítricos alcanza el 92% del total, mientras que en cultivos de cereal o leguminosas apenas supera el 13 y 7% respectivamente de la superficie sembrada (MAPA, ESYRCE, 2023).

El 80,19% del agua disponible en España se destina al uso agrario (agricultura y ganadería) (MITECO, 2023). En algunas zonas donde el régimen de precipitaciones es limitado, especialmente en las zonas más áridas del sur y este del país, los cultivos de regadío ocupan más del 30% de la superficie cultivada.

Los sistemas de riego han experimentado importantes transformaciones en los últimos años, destacando un gran crecimiento de los sistemas de riego localizado, que suponen el 58% del total de la superficie regada (MAPA, ESYRCE, 2023), en detrimento del tradicional riego por gravedad, que cubre un 20% de la superficie con una tendencia a la baja y un 23% restante de riego por aspersión.

La ganadería en España comprende diferentes sistemas ganaderos, con diferente distribución geográfica y especialización. En 2020, el país contaba con 169.576 explotaciones ganaderas, lo que supone una disminución del 30% respecto a 2009 (INE, Censo Agrario, 2020). Si atendemos al número de cabezas de ganado, es importante diferenciar entre aves de corral (211 millones de cabezas), presentes en toda la geografía, pero especialmente en Cataluña, Castilla-La Mancha, Galicia, Aragón y Castilla León; ganado porcino (30 millones de cabezas), ubicado principalmente en zonas de Cataluña, Aragón y Castilla y León; ovino, de producción tanto de carne como de leche, (16 millones de cabezas), localizado principalmente en Extremadura, Castilla-León, Castilla-La Mancha y Andalucía; bovino, de leche y de carne, (6 millones de cabezas), en Castilla y León, Galicia y Extremadura; caprino (2,6 millones de cabezas), mayoritariamente en Andalucía; y, finalmente, cunícola (0,7 millones de cabezas). En los últimos años, se ha registrado un crecimiento del 21,8% en la cabaña porcina y del 15,7% en la bovina (INE, Censo Agrario, 2020).

Los sistemas ganaderos varían según el territorio, la aptitud productiva (carne, leche o sistemas mixtos), los sistemas de alimentación empleados y el tipo de instalaciones ganaderas (si los animales están estabulados o no). Estas características determinan los diferentes impactos climáticos a los que deben hacer frente estos sistemas. Por ejemplo, resulta crucial considerar los efectos del cambio climático sobre la producción de pastos y forrajes, base de la alimentación de la cabaña ganadera extensiva de rumiantes (bovino, ovino y caprino), así como la capacidad de adaptación de estos sistemas frente a otros modelos ganaderos. Para el caso de animales estabulados, es importante destacar la importancia que tienen la calidad y adecuación de las instalaciones ganaderas para garantizar condiciones de bienestar de los animales, que determinan además su productividad.

En el ámbito pesquero, la flota de pesca española contaba en 2022 con 8.657 buques, siendo la tercera más numerosa del conjunto de la UE. Ese año, la captura total fue de 808.792 toneladas y el sector empleaba a 30.494 personas. Las técnicas de pesca predominantes incluyen la polivalente artesanal (47,79%), la flota de rastros (18,23%), el arrastre (12%), el anzuelo (8%), el cerco (6%) y el enmalle (5%) (MAPA, 2024). Por su parte, la acuicultura española se centra en especies como el mejillón, la lubina, la trucha arcoíris y la dorada, una producción de 327.309 toneladas en 2021 (APROMAR, 2022) y empleando a 10.250 personas (MAPA, 2023b).

El sector agroalimentario abarca toda la cadena de valor de los alimentos, desde la producción hasta la distribución y el comercio minorista, incluyendo la agroindustria, la logística y el sector HORECA (hostelería, restauración y catering). En los últimos años, el valor total del sector agroalimentario ha ido en aumento,

con una aportación al PIB total nacional del 8,9 % (Eurostat,2023); siendo del 5% si se excluye la comercialización (Maudos y Salamanca, 2023).

En este capítulo se tienen en cuenta los diferentes eslabones que integran la cadena del sistema agroalimentario, considerando que el impacto del cambio climático sobre el sector primario generará efectos en cadena en el resto de los sectores. Además, cada uno de estos sectores enfrentará desafíos específicos, los cuales se abordan con mayor detalle en los diferentes capítulos dedicados a la industria, la energía, el turismo, las finanzas, la salud y la cohesión social, entre otros.

VERSIÓN NO EDITADA

### 3 RIESGOS RELEVANTES

Los riesgos relevantes del sector primario son aquellos que tienen un alto potencial de generar consecuencias adversas en la producción de alimentos, afectando a la operatividad, productividad, rentabilidad y sostenibilidad de este. Estos riesgos surgen de la interacción entre las amenazas climáticas, la exposición y vulnerabilidad que caracteriza el sector, y pueden cambiar con el tiempo y el espacio debido a cambios socioeconómicos y a decisiones humanas (Reisinger et al., 2020).

El sector alimentario, que engloba la producción agropecuaria y la piscícola, y el resto de la cadena de valor en su conjunto, enfrenta una amplia gama de riesgos derivados del cambio climático.

Entre los principales **peligros** se incluyen el aumento de temperaturas, los fenómenos meteorológicos extremos (como olas de calor, lluvias intensas e inundaciones), así como los periodos de sequía y la creciente aridez. Todas ellas impactan directamente sobre la producción agrícola y ganadera. En el caso de la pesca y la acuicultura (tanto marina como continental), los peligros más relevantes incluyen el incremento de temperatura del agua, las olas de calor (marinas y en cuerpos de agua dulce), la acidificación del océano, la variabilidad en la disponibilidad de agua dulce, y, en zonas costeras, la elevación del nivel del mar.

En términos de **elementos expuestos**, destacan las zonas rurales, donde se concentra la mayor parte de la producción agropecuaria y donde residen las personas que se dedican a esta actividad. Dentro de estas, todos los sistemas agrarios, tierras de cultivo, áreas de pasto y pastizales de montaña, están expuestos a riesgos climáticos en mayor o menor medida. Asimismo, se incluyen las instalaciones agroganaderas, diferenciando entre las propiamente agrícolas y las ganaderas. Para el sector pesquero, los elementos de exposición comprenden las áreas de acuicultura y las zonas pesqueras marinas. Por su parte, en el sector alimentario se consideran también los elementos que conforman la logística de distribución de alimentos.

La **vulnerabilidad** ha de analizarse desde un enfoque multidimensional (Eklund et al., 2023) que permita contextualizar adecuadamente los riesgos, considerando aspectos económicos, sociales, de gobernanza, físico-tecnológicos y ambientales. Desde la perspectiva de la **vulnerabilidad económica**, los problemas estructurales del sector agropecuario y pesquero condicionan su rentabilidad y dificultan la renovación y mantenimiento de las instalaciones, situándolo en desventaja frente a otros sectores. La alta proporción de pequeñas explotaciones y agricultores/as familiares constituye también un factor clave de vulnerabilidad al depender de su capacidad de organización colectiva que les permitan compartir recursos y afrontar de manera conjunta los distintos riesgos. En el plano **social**, el sector enfrenta una crisis de escasez de mano de obra a corto y medio plazo, vinculada al envejecimiento de la población activa y a la falta de relevo generacional ligada, entre otros aspectos, a una carencia de servicios en el medio rural y un bajo reconocimiento social del sector. El despoblamiento rural y el crecimiento urbano intensifican esta situación, agravando no solo la falta de trabajadores, sino también los problemas de acceso equitativo a los alimentos, especialmente en colectivos vulnerables. En el ámbito **de gobernanza**, es esencial valorar la capacidad institucional para implementar estrategias de adaptación al riesgo climático. Aspectos claves desde la perspectiva política incluyen el marco regulatorio agropecuario, la planificación territorial sostenible, la gestión eficiente de recursos naturales como el agua y el suelo, así como los sistemas de aprovisionamiento alimentario, los sistemas de alerta temprana para la gestión del riesgo, los seguros agrarios y la percepción del sector sobre la eficacia de estas y otras posibles herramientas ante los riesgos. La dimensión **físico-tecnológica** engloba el estado de las infraestructuras agrarias, su grado de mantenimiento, así como su capacidad de renovación. Del mismo modo la falta de recursos para la capacitación y formación para adaptar cambios de manejo, incorporar innovaciones, así como aplicar ciertas prácticas en el contexto de cambio climático, requiere programas continuos de transferencia de conocimiento, asistencia técnica y acompañamiento en la implementación de mejoras que ahora mismo no siempre están disponibles. Por último, desde la perspectiva **ambiental** la vulnerabilidad se relaciona con la sensibilidad y resiliencia de las especies y los ecosistemas agrarios, los patrones de uso del suelo, la

disponibilidad y calidad de los recursos naturales, así como la presión antrópica ejercida sobre los agroecosistemas (Borelli et al., 2025). Asimismo, es fundamental evaluar el impacto de las prácticas agrarias en la conservación de la biodiversidad y en la capacidad de los sistemas productivos para mantener su equilibrio ecológico.

A estos elementos se suman diversos **factores de riesgo subyacentes** que aumentan la exposición y vulnerabilidad del sector frente a estos peligros. Desde el lado de la demanda, en el contexto de un sistema agroalimentario globalizado, los cambios en los hábitos de consumo representan un factor relevante y, en este sentido, cabe destacar la creciente demanda de cultivos tropicales con elevados requerimientos hídricos en zonas con problemas de escasez de agua. Por otra parte, la progresiva intensificación del sector, la dependencia de insumos externos y la extensión de modelos poco sostenibles acentúan los riesgos derivados del cambio climático. En este contexto la propia dinámica de la producción agraria intensiva (frecuentemente orientada a maximizar rendimientos a corto plazo) actúa como factor de riesgo subyacente. Esta forma de gestión suele ignorar los límites ecológicos de los sistemas agrícolas. Al sobrepasar estos límites, se debilita la resiliencia del sistema agrario lo que incrementa el riesgo de colapsos productivos y de degradación irreversible de los recursos naturales incluyendo el declive de polinizadoras y la degradación ambiental. Asimismo, los cambios de uso de la tierra, motivados por el incremento de demanda de otros usos, como la energía, o la competencia por cultivos destinados a biocombustibles o alimentación animal, también contribuyen a esta situación.

En conjunto, estos factores generan una serie de impactos que suponen riesgos para la agricultura, la ganadería, la pesca y la acuicultura y el sistema alimentario en general, con efectos colaterales en sectores como la industria, los servicios, la salud, los recursos hídricos o las finanzas; relacionados con la seguridad alimentaria, la seguridad hídrica y la economía rural.

La Figura 1 representa de forma esquemática todas las componentes previamente descritas: las amenazas climáticas, los elementos más expuestos del sector a dichas amenazas, las diferentes vulnerabilidades y otros factores subyacentes del riesgo. Este esquema sigue el marco establecido en la *Guía técnica para una evaluación integral de riesgos y planificación en el contexto de cambio climático*, desarrollada recientemente por la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2022). En general, este modelo conceptual facilita la comprensión, visualización y priorización de las distintas componentes y sitúa en el centro del marco los riesgos relevantes que caracterizan el sector.

EVALUACIÓN DE RIESGOS E IMPACTOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO (ERICC-2025)

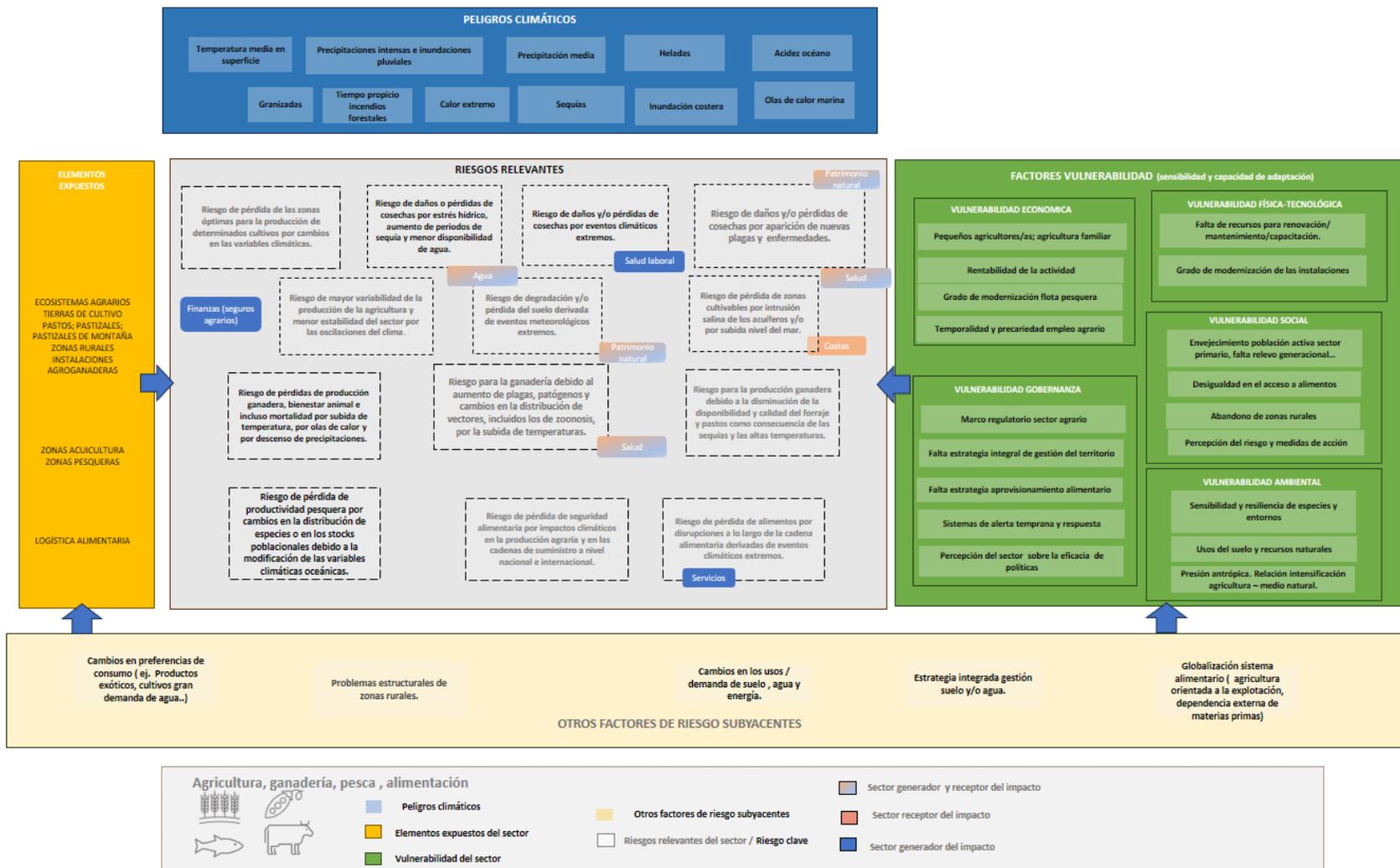


Figura 1. Modelo conceptual elaborado para el sector agrario, ganadero, pesquero y de alimentación.

Los riesgos relevantes identificados para el sector, recogidos en la tabla 1, se describen a continuación relacionados con cada uno de los subsistemas analizados:

- **Riesgos relevantes relativos a la producción agrícola**

**Riesgo de pérdida de las zonas óptimas para la producción de determinados cultivos por cambios en las variables climáticas.**

El aumento de la temperatura media puede provocar un desplazamiento de las zonas óptimas de producción agrícola. Este peligro está asociado al alargamiento de las estaciones cálidas estivales, con primaveras más tempranas y otoños más tardíos, lo que adelanta las cosechas y altera, en general, los calendarios agrícolas (Resco, 2022). Esta condición no solo impacta sobre la productividad y el rendimiento de los cultivos, sino que también puede tener un impacto negativo sobre la calidad de estos. El aumento de la temperatura media produce un aumento del riesgo del cultivo a sufrir estrés térmico, considerado como el aumento de la temperatura del aire por encima de un nivel umbral durante un período de tiempo suficiente para causar daños irremediables en el cultivo o pérdidas de rendimiento y calidad (Lucia Martin et al., 2025). Un ejemplo de ello se observa en el sector vitivinícola, donde se ha registrado una maduración más temprana de la uva, afectando la calidad de las cosechas (Resco et al., 2016).

A largo plazo, esta tendencia de aumento de la temperatura media, combinada con los cambios en los patrones de precipitación, puede modificar la distribución geográfica de los cultivos actuales. Algunas áreas, hoy óptimas para ciertos cultivos, podrían dejar de serlo, mientras que otras, antes inadecuadas, podrían volverse aptas, como puede ocurrir, por ejemplo, para el caso del cultivo del olivar (Arenas-Castro et al., 2020; Gratsea et al., 2022; Lalandá et al., 2025; Moriondo et al., 2013; Rodríguez-Soussa et al., 2020). Se prevé así un desplazamiento de ciertas zonas de cultivo actuales hacia latitudes más al norte (EEA, 2024). Por otro lado, el aumento de las temperaturas podría favorecer la introducción de cultivos típicos de zonas más cálidas, especialmente en el Mediterráneo (Sanz y Galán, 2020).

El aumento de las temperaturas provoca adelanto y acortamiento de los ciclos vegetativos dando lugar a lo que se conoce como desajuste fenológico, una alteración en el ciclo de vida de los cultivos. Esto afectará en general a todas las zonas agrícolas, especialmente a aquellas que acogen cultivos leñosos, que dependen de un número suficiente de horas de frío para alcanzar etapas fenológicas clave, como la floración y su duración (de Gálvez-Montañez et al., 2024; Lorite et al., 2020). Los inviernos más suaves podrían obligar a sustituir variedades actuales por otras más adecuadas a las nuevas condiciones climáticas (Rodríguez et al., 2021; Egea et al., 2022).

Estos cambios pueden generar impactos sociales y económicos significativos, ya que productores/as y regiones enteras podrían enfrentarse a la necesidad de adaptarse a nuevas condiciones o incluso modificar su actividad económica principal.

**Riesgo de daños o pérdida de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua.**

El agua es un recurso esencial en la producción agraria, y su disponibilidad es clave para la sostenibilidad del sector. Por ello, el cambio en los patrones de precipitaciones, el aumento de periodos de sequías y la disminución de los recursos hídricos amenazan la producción agrícola, especialmente en el sur de Europa (Rodrigo-Comino et al., 2021), una de las regiones más vulnerables al cambio climático (EEA, 2024). De hecho, diversos estudios (Barranco et al., 2018; Feyen et al., 2020; Jenkins, 2013) ya señalan una reducción significativa de los recursos hídricos en esta zona.

En España, la disponibilidad de agua ha disminuido, con sequías más frecuentes y prolongadas que representan un desafío creciente para el sector agrario (Barranco et al., 2018). En 2024, las sequías fueron responsables del 24,72% de los siniestros registrados por Agroseguro (AGROSEGURO, 2024), lo que evidencia la magnitud del problema. El impacto de estas sequías es más severo en los cultivos de secano (Peña-Gallaro et al., 2019), que ocupan el 78% del territorio agrario español (MAPA, ESYRCE, 2023) y dependen exclusivamente de la precipitación.

Ante este escenario, es fundamental implementar estrategias de adaptación que favorezcan la retención de humedad en el suelo (Madejón et al., 2023). Asimismo, el uso de variedades más resistentes, la optimización de los sistemas de riego y una planificación eficiente del regadío en sistemas irrigados son claves para hacer frente a este riesgo (Alcón et al., 2022). Otras medidas incluyen la selección de cultivos según sus necesidades hídricas, así como la aplicación de técnicas como el riego deficitario (Moldero et al., 2021; García-Tejero et al., 2024). En este contexto, resulta fundamental priorizar prácticas que no comprometan la sostenibilidad del recurso hídrico a largo plazo.

#### **Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos.**

La intensificación de eventos climáticos extremos representa una amenaza recurrente y creciente para la producción agraria en todo el territorio español (Barranco et al., 2018). Fenómenos como inundaciones, crecidas repentinas (MITECO, 2018), sequías prolongadas (Barranco et al., 2018), olas de calor (AEMET), pedriscos (Mohr et al., 2015), tormentas, lluvias torrenciales (Fundación AON, 2024) e incendios forestales están aumentando en frecuencia e intensidad (EEA, 2024).

El grado de impacto de estos peligros depende tanto de su intensidad como de la vulnerabilidad de las zonas afectadas. Los eventos climáticos extremos pueden causar daños físicos significativos en los cultivos, como la rotura de ramas, el desgarramiento de hojas, el vuelco de plantas o la abrasión de tejidos vegetales debido al impacto de partículas arrastradas por el viento. Estas condiciones también pueden interferir con labores clave de manejo agrícola, dificultando o incluso imposibilitando actividades como la aplicación de tratamientos o la recolección de la cosecha. En algunos casos, los daños se limitan a los cultivos, provocando pérdidas económicas directas. No obstante, en situaciones más severas, pueden resultar afectadas infraestructuras esenciales como sistemas de riego, maquinaria e instalaciones, lo que agrava aún más la producción agrícola y dificulta la recuperación tras el desastre.

#### **Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por aparición de nuevas plagas y enfermedades.**

El cambio climático está modificando el comportamiento de plagas y enfermedades en los cultivos (Singh et al., 2023). Se han observado alteraciones en los ciclos de vida de plagas existentes (Robinet & Roques, 2010) y la llegada de nuevas especies invasoras, como ha ocurrido con plagas provenientes del norte de África que han emigrado hacia Europa debido al aumento de las temperaturas (AEA, 2007; EFSA, 2020). Un caso destacado es la expansión de *Xylella fastidiosa* en España (EPPO, 2016), que afecta especialmente a cultivos leñosos como el almendro, viña, olivo y cítricos, ocasionando daños económicos graves.

Se estima que el riesgo de aparición y propagación de plagas aumentará significativamente entre 2050 y 2100 (Grünig et al., 2020). Este problema es especialmente preocupante en las zonas de clima mediterráneo, donde las temperaturas más altas favorecen la proliferación y adaptación de plagas al influir en su biología y dinámica poblacional. Además, estas condiciones favorecen el establecimiento de especies invasoras (Deutsch et al., 2018). El aumento de eventos climáticos extremos podría agravar esta situación, incrementando la susceptibilidad de los cultivos a enfermedades (Devot et al., 2023).

**Riesgo de mayor variabilidad de la producción de la agricultura y menor estabilidad del sector por las oscilaciones del clima.**

Las oscilaciones climáticas, cada vez más extremas y frecuentes, están afectando la estabilidad del sector agrícola. Estas variaciones no sólo impactan sobre la cantidad de la producción, sino también su calidad, como la calidad del grano o el valor nutricional de los cultivos (Resco, 2022).

Estudios previos han observado variaciones interanuales significativas en la producción agrícola debido a condiciones climáticas (Vicente-Serrano, 2006). Las oscilaciones del clima y de fenómenos específicos, como las heladas, afectan especialmente a etapas clave del desarrollo de las plantas, como la floración, lo que incrementa el riesgo de fluctuaciones tanto en la cantidad como en la calidad de la producción. El aumento de la variabilidad también implica la reducción de la estabilidad económica del sector y podría llegar a suponer un riesgo para el abastecimiento alimentario (Rodríguez Sousa et al., 2020).

**Riesgo de degradación y/o pérdida del suelo derivada de eventos meteorológicos extremos.**

En España, aproximadamente 250.000 ha presentan niveles de erosión superiores a 200 toneladas por hectárea y año (Inventario Nacional de Erosión de Suelos; Sanjuan et al., (2014)). Además, más de dos tercios del territorio se encuentran clasificados como zonas áridas, semiáridas o subhúmedas secas (Douville et al., 2021; Rodríguez-Berbel et al., 2022), lo que las hace especialmente susceptibles a la desertificación (MAPA, 2016; MITECO, 2022).

Las sequías prolongadas y lluvias intensas incrementan la vulnerabilidad del suelo, favoreciendo procesos de erosión, compactación y pérdida de nutrientes, efectos que se agravan especialmente en terrenos de cultivo abandonados (Quintana et al., 2020; Quintana et al, 2023). Asimismo, este riesgo también se manifiesta en otros sectores, como el forestal, donde la erosión y la disminución de la calidad del suelo se ven acentuadas por los cambios de temperatura y los eventos de precipitación extrema.

Existen medidas de adaptación que, bien implementadas, pueden mitigar este riesgo. Entre ellas se encuentran el uso de cubiertas vegetales, evitar la exposición de suelos desnudos, la implementación de cultivos de cobertera, técnicas como el mulching y la aplicación de enmiendas orgánicas (Hueso et al., 2024) que pueden ser especialmente eficaces en zonas muy degradadas. Conviene señalar que muchas de estas prácticas buscan contrarrestar un riesgo subyacente y creciente de degradación del suelo asociada a determinadas prácticas agrícolas inadecuadas, como el laboreo intensivo, el monocultivo o el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas (FAO,2022).

**Riesgo de pérdida de zonas cultivables por intrusión salina de los acuíferos y/o por subida nivel del mar.**

La intrusión salina y la subida del nivel del mar representan una amenaza creciente en áreas costeras como el Delta del Ebro, la Albufera de Valencia, la costa andaluza y las zonas insulares. La sobreexplotación de los acuíferos, junto al ascenso del nivel del mar, está provocando la salinización de los suelos, la degradación de los recursos hídricos (Custodio et al, 2020; Rodríguez –Berbel et al., 2022) y, con ello, la reducción del área cultivable en estas zonas, con impactos significativos en cultivos como el arroz (Resco, 2022). Estos procesos se intensifican con el aumento de temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación. Como medidas de adaptación ante este riesgo, se pueden mencionar la protección de acuíferos sobreexplotados, el uso de barreras hidráulicas, la implementación de sistemas de riego más eficientes, así como el desarrollo de variedades de cultivo más tolerantes a la salinidad, especialmente relevantes en zonas donde la agricultura intensiva depende de aguas subterráneas (Singh, 2021).

- **Riesgos relevantes relativos a la producción ganadera.**

El cambio climático supone un riesgo considerable para todos los sistemas de producción ganadera. No obstante, es importante considerar las diferencias entre distintos tipos de animales (especialmente rumiantes y monogástricos), ya que las tipologías de las instalaciones ganaderas y el grado de estabulación varían considerablemente. Del mismo modo, es importante distinguir entre sistemas productivos con base territorial y aquellos sin ella, así como considerar las diferentes fuentes de alimentación del ganado (ya sea basadas en pastoreo, forrajes propios o alimentación externa), puesto que el impacto potencial puede diferir de forma significativa. En consecuencia, las estrategias de adaptación deben diseñarse de manera específica para cada tipo de producción.

**Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y por descenso de precipitaciones.**

El incremento de las temperaturas genera episodios de estrés térmico en los animales, afectando negativamente su bienestar y productividad. Diversos estudios han documentado cómo el calor impacta distintos sistemas de producción: en animales estabulados, especialmente en la producción de leche (Galán et al., 2018) (Del Prado et al., 2020); en el sector porcino con efectos en la productividad (Renaudeau et al., 2011); en aves de puesta donde el estrés térmico ha demostrado reducir su rendimiento (Gil et al., 2023). En sistemas ganaderos extensivos, donde los animales pasan la mayor parte del tiempo en el exterior también se ha observado una disminución de la producción. Estos sistemas extensivos, particularmente aquellos que dependen de pastoreo, son más vulnerables a los efectos del estrés térmico debido a la exposición continua a condiciones climáticas extremas (Blanca Penedo et al., 2020; Herrera, Pedro M. (ed.), 2020; Rubio y Roig, 2017), sin embargo, son sistemas con mecanismos de adaptación que pueden mitigar los efectos.

La pérdida continua de productividad, asociada a un aumento del índice de estrés por calor, puede provocar reducción de la fertilidad, menor producción de leche y descenso en la ganancia de peso en animales de engorde (Galán et al., 2018; Ramón-Moragues et al., 2021; Thomasz et al, 2020). Además, el bienestar animal se ve comprometido con alteraciones fisiológicas, comportamientos anormales y, en casos extremos, un aumento de la mortalidad (Blanca Penedo et al., 2020; Galán et al., 2018; Parés et al., 2023).

**Riesgo para la ganadería debido al aumento de plagas, patógenos y cambios en la distribución de vectores, incluidos los de zoonosis, por la subida de temperaturas.**

Las condiciones climáticas cambiantes están alterando los ciclos biológicos de las plagas, patógenos y vectores de enfermedades, extendiendo su presencia geográfica y aumentando su persistencia estacional, afectando directamente a la salud del ganado. Se ha observado que estos cambios aceleran los ciclos de vida de los patógenos zoonóticos, que experimentan adaptaciones evolutivas muy rápidas, facilitando su propagación (Blanco-Penedo et al, 2020).

El aumento de temperaturas también favorece la aparición de enfermedades infecciosas emergentes, con un impacto potencial considerable en la salud animal. Se estima que el cambio climático podría reducir la productividad del sector en un 25% debido a enfermedades surgidas de las nuevas condiciones climáticas (Grace et al., 2015). Un ejemplo es la expansión geográfica y la aparición de enfermedades producidas por mosquitos del género *Culicoides*, como es el caso de la propagación de la lengua azul en España, que ha alcanzado zonas más septentrionales en los últimos años, y la aparición en 2022 de los primeros casos de la enfermedad hemorrágica epizoótica (EHE) (MAPA, 2025).

La vulnerabilidad a estas enfermedades y su gestión varían en función del sistema productivo (rumiantes vs. monogástricos, estabulados vs. no estabulados) así como del clima de cada región (Cuéllar et al., 2018; Galán y Sanz, 2020), con especial atención en sistemas extensivos donde el contacto con fauna silvestre puede facilitar el contagio cruzado, facilitando la transmisión cruzada de enfermedades como la tuberculosis, brucelosis o lengua azul (Rubio y Roig, 2017).

**Riesgo para la producción ganadera debido a la disminución de la disponibilidad y calidad del forraje y pastos como consecuencia de las sequías y las altas temperaturas.**

Las sequías y el aumento de temperaturas afectan la producción del forraje y los pastos, lo que supone un riesgo crítico para la alimentación del ganado. Estos cambios no solo reducen la cantidad de alimento disponible, sino que también impactan negativamente en su calidad nutricional (Del Prado et al., 2020). Asimismo, se ha observado un incremento en la variabilidad interanual de los recursos forrajeros debido a condiciones climáticas extremas (Rubio y Roig, 2017).

La escasez de pastos y forraje propio incrementa la dependencia de fuentes externas de alimentación, lo que eleva los costos de producción. En sistemas extensivos, este riesgo es más relevante en aquellas explotaciones con mayor dependencia externa (Blanco -Penedo et al., 2020).

La disponibilidad de concentrados también puede verse afectada, perjudicando especialmente a aquellas explotaciones ganaderas con gran dependencia de estos insumos y la vulnerabilidad ante disrupciones en cadenas de distribución (Tchonkouang et al., 2024). El aumento en la demanda de alimentación comprada provocará una subida de precios, afectando de forma transversal a toda la producción ganadera.

- **Riesgos relevantes relativos a la producción pesquera.**

**Riesgo de pérdida de productividad pesquera por cambios en la distribución de especies o en los stocks poblacionales debido a la modificación de las variables climáticas oceánicas.**

El cambio climático está transformando los ecosistemas marinos, afectando tanto a la distribución de las especies pesqueras como a la disponibilidad de los stocks poblacionales (Chust et al., 2025). Ya se observan desplazamientos de especies hacia mayores profundidades (Punzón et al., 2021) y se prevé que estos cambios impacten sobre hábitats marinos clave, provocando el movimiento de especies objetivo de pesca debido a alteraciones en las condiciones oceánicas (EEA, 2024). Los efectos varían según la región marina peninsular (Atlántico, Mediterráneo e Islas Canarias), donde el aumento de la temperatura del agua ya está modificando los patrones migratorios, favoreciendo la proliferación de especies de aguas cálidas e impactando negativamente sobre la acuicultura, especialmente en especies cultivadas, como la lubina y la dorada (Rosa et al., 2012). En la zona atlántica, las especies demersales han desplazado su distribución hacia aguas más profundas y hacia el oeste, mientras que en el Mediterráneo muchas especies se han movido hacia el sur, en contra de lo previsto (Punzón et al., 2021; Sanz-Martín et al., 2024).

El principal impacto de estos cambios es la disminución en las capturas, lo que representa un riesgo significativo para la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de las comunidades costeras (Sanz y Galán, 2022(eds), problema que se ve agravado por factores estructurales del sector, como la sobreexplotación de los recursos pesqueros.

En el caso de la acuicultura, el aumento de la temperatura del mar supone un desafío adicional, ya que afecta al desarrollo de las especies cultivadas y aumenta la dependencia de fuentes externas de alimentación, encareciendo los costos de producción (EEA, 2024). En general, el aumento de la temperatura del agua afecta al crecimiento, desarrollo y reproducción de especies cultivadas, así como a la proliferación de enfermedades y parásitos (*Perkinsus* en almejas y ostras), lo que genera

una vigilancia sanitaria reforzada, a la selección de especies resistentes y a adoptar técnicas de acuicultura ajustadas a las condiciones cambiantes (García y Remiro, 2014).

- **Riesgos relevantes relativos a la alimentación.**

El sector agroalimentario abarca toda la cadena de valor de los alimentos, desde la producción hasta la distribución y el comercio minorista, incluyendo la agroindustria, la logística y el sector HORECA (hostelería, restauración y catering), así como la gestión del desperdicio alimentario en todas las etapas del proceso. El cambio climático tiene un gran impacto sobre los primeros eslabones de la cadena (la agricultura, la ganadería y la pesca), pero también es importante tener en cuenta los riesgos que surgen a partir de la fase de distribución y se extienden hasta el consumo final. Estos riesgos pueden afectar a la seguridad alimentaria tanto en términos de inocuidad como de disponibilidad de alimentos para la población (Fanzo & Rose, 2024).

**Riesgo de pérdida de seguridad alimentaria por impactos climáticos en la producción agraria y en las cadenas de suministro a nivel nacional e internacional.**

En un sistema alimentario globalizado, donde las cadenas de suministro están interconectadas a escala mundial, los eventos climáticos extremos que afectan a regiones productoras clave en terceros países pueden provocar interrupciones significativas en la distribución de alimentos (HLPE, 2024; Pieralli et al., 2025). Estas perturbaciones no solo interrumpen el flujo regular de productos, sino que también generan aumento de precios y mayores costos de producción para diversos sectores económicos (EEA, 2024).

En el caso particular de la alimentación del ganado, las interrupciones en las cadenas de suministro de concentrados y otros insumos importados han derivado en un encarecimiento de la alimentación animal, lo que incrementa los costos operativos de las explotaciones ganaderas y compromete su rentabilidad y sostenibilidad (Bednar-Friedl et al., 2022; Gregory et al., 2015).

La alteración en la disponibilidad de productos esenciales ya sea para el consumo humano directo como para uso en la producción agropecuaria, puede dar lugar a situaciones de escasez, elevando aún más los precios (Fanzo & Miachon, 2023) y al incremento de precio de la cesta de la compra. Estas fluctuaciones repercuten en toda la cadena agroalimentaria, afectando tanto a consumidores/as como a productores/as y generando tensiones económicas (Davis et al., 2020).

Más allá del impacto económico, estas interrupciones en el suministro representan una amenaza directa para la seguridad alimentaria. Al dificultar el acceso a alimentos seguros, nutritivos y asequibles, se incrementa la vulnerabilidad de la población (Duffy, 2023), especialmente en contextos con alta dependencia de importaciones y limitadas alternativas locales (Brewer et al., 2023). En este sentido, la capacidad de adaptación del sistema alimentario global frente a eventos extremos se convierte en un factor clave para garantizar un abastecimiento de alimentos sostenible, equitativo y resiliente.

**Riesgo de pérdida de alimentos por interrupciones a lo largo de la cadena alimentaria derivadas de eventos climáticos extremos.**

Los eventos climáticos extremos pueden afectar gravemente las distintas fases de la cadena alimentaria, desde el almacenamiento hasta la distribución, el procesamiento y el transporte de los alimentos (EEA, 2024). El aumento de temperaturas favorece la proliferación de plagas y la contaminación de los alimentos, lo que compromete su seguridad y disponibilidad en el mercado. El riesgo de proliferación de microorganismos que producen enfermedades transmitidas por los

alimentos, como la *salmonella* y el *campylobacter*, puede ser mayor debido al incremento de temperaturas (Mirón et al., 2023).

Además, estas interrupciones pueden incrementar significativamente el desperdicio de alimentos (Amicarelli & Bux, 2020), no sólo en la producción agrícola sino a lo largo de toda la cadena de suministro. Estas incidencias en el sistema alimentario agravan el riesgo de inseguridad alimentaria, ya que la necesidad de compensar la pérdida de alimentos puede requerir un aumento de la producción propia o una mayor dependencia de importaciones, con el consecuente impacto económico y ambiental (Miraglia et al., 2009; Duchenne-Moutien & Neetoo, 2021).

**Tabla 1.** Listado de riesgos relevantes en el sector de agricultura, ganadería, pesca y alimentación.

Id.	Subsistema	Riesgo Relevante	Riesgo clave
RR5.1	Agricultura (cultivos general)	Riesgo de pérdida de las zonas óptimas para la producción de determinados cultivos por cambios en las variables climáticas	
RR5.2	Agricultura (cultivos general)	Riesgo de daños o pérdida de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua.	RC5.1
RR5.3	Agricultura (cultivos general)	Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos.	RC5.2
RR5.4	Agricultura (cultivos general)	Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por aparición de nuevas plagas y enfermedades.	
RR5.5	Agricultura (cultivos general)	Riesgo de mayor variabilidad de la producción de la agricultura y menor estabilidad del sector por las oscilaciones del clima.	
RR5.6	Agricultura (cultivos general)	Riesgo de degradación y/o pérdida del suelo derivada de eventos meteorológicos extremos.	
RR5.7	Agricultura (cultivos general)	Riesgo de pérdida de zonas cultivables por intrusión salina de los acuíferos y/o por subida nivel del mar.	
RR5.8	Ganadería (todas)	Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y por descenso de precipitaciones	RC5.3
RR5.9	Ganadería (todas)	Riesgo para la ganadería debido al aumento de plagas, patógenos y cambios en la distribución de vectores, incluidos los de zoonosis por la subida de temperaturas.	
RR5.10	Ganadería (todas)	Riesgo para la producción ganadera debido a la disminución de la disponibilidad y calidad del forraje y pastos como consecuencia de las sequías y las altas temperaturas.	
RR5.11	Pesca (todas)	Riesgo de pérdida de productividad pesquera por cambios en la distribución de especies o en los stocks poblacionales debido a la modificación de las variables climáticas oceánicas.	RC5.4
RR5.12	Alimentación (sistema alimentario)	Riesgo de pérdida de seguridad alimentaria por impactos climáticos en la producción agraria y cadenas de suministro a nivel nacional e internacional.	
RR5.13	Alimentación (sistema alimentario)	Riesgo de pérdida de alimentos por interrupciones a lo largo de la cadena alimentaria derivadas de eventos climáticos extremos.	

#### 4 RIESGOS CLAVE

Los Riesgos Clave (RC) son aquellos potencialmente graves que pueden traducirse en impactos en la actualidad y que pueden incrementar su severidad con el tiempo debido a cambios en la naturaleza de los peligros y/o a la exposición/vulnerabilidad que presentan los elementos analizados ante dichos peligros (IPCC, 2022). Para la identificación de los riesgos clave del sector de turismo, los doce riesgos relevantes previamente descritos se sometieron a un proceso de priorización a través de la aplicación de un análisis multicriterio (AMC). Los criterios establecidos en el AMC tomaron como referencia los definidos por el IPCC (2022) y la escala establecida se inspiró en el marco empleado por el Reino Unido en su evaluación de riesgos (Betts and Brown, 2021) y en el estudio de los riesgos climáticos de Europa (EEA, 2024).

La aplicación de dichos criterios al sector de la agricultura, ganadería, pesca y acuicultura y alimentación y la puntuación obtenida para cada riesgo relevante puede consultarse en detalle en el Anexo “Análisis Multicriterio” (AMC). Las puntuaciones más altas se obtuvieron para los siguientes riesgos que son catalogados como “Riesgos Clave” y se analizan en profundidad en la siguiente sección:

- RR5.2 Riesgo de daños o pérdidas de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua. (RC5.1).
- RR5.3 Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos. (RC5.2).
- RR5.8 Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y por descenso de precipitaciones. (RC5.3).
- RR5.11 Riesgo de pérdida de productividad pesquera por cambios en la distribución de especies o en los stocks poblacionales debido a la modificación de las variables climáticas oceánicas (RC5.4).

Otros riesgos significativos, no considerados clave, pero para los que sí es necesario un seguimiento activo son:

- RR5.5 Riesgo de mayor variabilidad de la producción de la agricultura y menor estabilidad del sector por las oscilaciones del clima.
- RR5.6 Riesgo de degradación y/o pérdida del suelo derivada de eventos meteorológicos extremos.
- RR5.9 Riesgo para la ganadería debido al aumento de plagas, patógenos y cambios en la distribución de vectores, incluidos los de zoonosis, por la subida de temperaturas.

A continuación, se describen en profundidad cada uno de los riesgos clave priorizados.

##### 4.1 Riesgo clave 5.1. Riesgo de daños o pérdidas de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua.

El agua es un recurso fundamental para la producción agrícola y desempeña un papel esencial en la sostenibilidad y viabilidad del sector. Sin embargo, la reducción de su disponibilidad debido al cambio climático ha motivado su consideración como riesgo clave para la agricultura en España (EEA, 2024; Resco, 2022; Sanz & Galán, 2020).

La disminución del agua disponible para la agricultura está determinada por diversos **peligros** climáticos, entre los que destacan la reducción de la precipitación acumulada media anual, el cambio en los patrones de distribución de la precipitación, el aumento de la temperatura media y la evapotranspiración, y la intensificación y mayor frecuencia de los periodos de sequía tanto hidrológica como hidrogeológica. Además, otros fenómenos extremos, como olas de calor o inundaciones, pueden afectar la disponibilidad hídrica y provocar pérdidas en los cultivos debido al estrés hídrico (CEDEX, 2017). En España, se ha constatado una tendencia a la reducción generalizada del agua disponible, acompañada de sequías más frecuentes y prolongadas, lo que supone un factor limitante para la producción agraria (Barranco et al., 2018; CEDEX, 2017; EEA, 2024; Feyen, 2020; Jenkins, 2013). Por otra parte, el Atlas Europeo de Sequías

(Rossi et al., 2023) prevé una disminución del indicador SPEI (que mide de forma indirecta la disponibilidad de agua en el suelo) en toda España con un calentamiento global de 1,5 °C, temperatura que puede alcanzarse en el corto plazo (2021-2040) (Ara Begum et al., 2022).

El principal **elemento expuesto** a este riesgo es la superficie agraria, que representa el 50 % del territorio español (MAPA, ESYRCE, 2023). Para analizar sus impactos, es crucial diferenciar entre agricultura de regadío y de secano, ya que los cultivos de secano tienen mayor grado de afectación (Espinosa-Tasón et al., 2022). También existen diferencias entre cultivos herbáceos y leñosos, cuya capacidad de recuperación y adaptación varía (Espinosa-Tasón et al., 2022). Además, los suelos degradados o con índices elevados de erosión, especialmente en zonas áridas y semiáridas, agravan la vulnerabilidad al riesgo (MITERD, 2022; Beguería et al., 2025).

El año 2023 fue un año seco en España donde el 42,53% de los siniestros registrados por Agroseguro ese año (Agroseguro, 2023) estuvieron relacionados con sequías directamente. Se prevé un mayor impacto en zonas con bajos niveles de precipitación y en cultivos de secano a corto plazo (Peña-Gallardo et al., 2019), que representan el 78% del territorio agrario español (MAPA, ESYRCE, 2023). No obstante, las sequías no afectan de manera homogénea a todo el territorio, por lo que es fundamental aplicar un enfoque de zonificación del riesgo (Vicente-Serrano, 2006). En cultivos de regadío, también se han observado reducciones en la productividad (Ciscar et al., 2018; Peña-Gallardo et al., 2019; Rossi et al., 2023), y la expansión de áreas de regadío podría aumentar la vulnerabilidad en determinadas zonas ante periodos de sequías en escenarios con menor disponibilidad de agua para riego (Martínez-Dalmau et al., 2023). Cabe destacar que muchos de los modelos de predicción no contemplan restricciones en la expansión del riego por disminución de disponibilidad de agua (Histrov et al., 2020). Es necesario contemplar posibles conflictos por el uso del agua con otros sectores (consumo humano, industria y generación de energía).

Los principales **factores de vulnerabilidad** incluyen la extensión de los cultivos de secano, por su dependencia exclusiva de la precipitación; el estado de la infraestructura de riego en cultivos de regadío; y la presencia de cultivos con altos requerimientos hídricos en zonas con escasez de agua, lo que aumenta la presión sobre los recursos hídricos, entre otros (Martínez-Dalmau et al., 2023). A nivel económico, influyen aspectos como el tamaño de la explotación agraria, así como las características sociodemográficas de las personas que trabajan en el sector. Desde un punto de vista social, la percepción del riesgo y la implementación de medidas de prevención, de alerta y de adaptación juegan un papel crucial.

Las medidas de adaptación vinculadas a este riesgo exigen la implementación de estrategias que promuevan la eficiencia en el uso del agua, una gestión integral del recurso y sistemas de alerta temprana ante sequías. Algunas medidas pueden ser aplicadas por los propios agricultores y gestores de tierras, mientras que otras requieren una gobernanza eficaz del uso del agua. Por ejemplo, se podrían incorporar índices de sequía basados en información de satélite (García-León et al., 2019). En cultivos de secano, la implementación de prácticas agronómicas que mejoren la disponibilidad del agua para las plantas resultaría beneficioso (García-Franco et al., 2015; Luján Soto et al., 2021; Plaza-Bonilla et al., 2015). En sistemas de regadío, una planificación consciente es esencial, ya que la expansión de áreas de regadíos en zonas con escasez hídrica podría agravar la situación (Sillero-Medina et al., 2024). El uso de técnicas como el riego deficitario (García-Tejero et al., 2024; Moldero et al., 2021), la modernización de infraestructuras de riego, el uso de tecnologías avanzadas y la adopción de cultivos más resilientes al estrés hídrico son claves para la adaptación, siempre que no se comprometa la sostenibilidad del recurso hídrico. Además, una planificación territorial integrada del regadío podría optimizar el uso del agua, así como el bienestar social del territorio (Alcon et al., 2022; Lorite et al., 2022). Otras medidas, como la tarificación del agua y las cuotas de asignación (reducción proporcional de las dotaciones) pueden ser herramientas adecuadas para reducir la demanda o asignar recursos hídricos escasos, según algunos estudios (Valle-García et al., 2024).

La adaptación al riesgo de sequía también pasa por mejorar la disponibilidad de agua existente en el suelo, especialmente interesante en cultivos de secano, pero también en regadío, mediante técnicas regenerativas de suelo, rotaciones de cultivo más diversas, uso de cubiertas vegetales y prácticas como el no laboreo (Luján Soto et al., 2021; Madejón et al., 2023; Plaza-Bonilla et al., 2015). Estas prácticas contribuyen a mejorar la calidad del suelo (Almagro et al., 2016), y aumentan su resiliencia frente a la sequía (AgriAdapt, 2019; UPA, 2023). Otras estrategias incluyen la aplicación de buenas prácticas de fertilización, servicios de asesoramiento, capacitación y sistemas de alerta temprana (UPA, 2023).

La Figura 2 representa la cadena de impacto de este riesgo clave, reflejando así las componentes que inducen al riesgo (peligro, elementos expuestos y vulnerabilidad), así como los impactos derivados de dichas componentes. Se han identificado unos riesgos intermedios, así como posibles impactos y riesgos en cascada identificados, propios del sector o interrelacionados con otros sectores.

El riesgo podría verse afectado por otros riesgos subyacentes, como son los conflictos por el uso del agua, los cambios en la demanda de los consumidores que induzcan transformaciones en los cultivos que impliquen mayor demanda de agua, así como aquellos derivados de los problemas estructurales del sector agrario que determinan cualquier otro aspecto a tratar en el mismo.

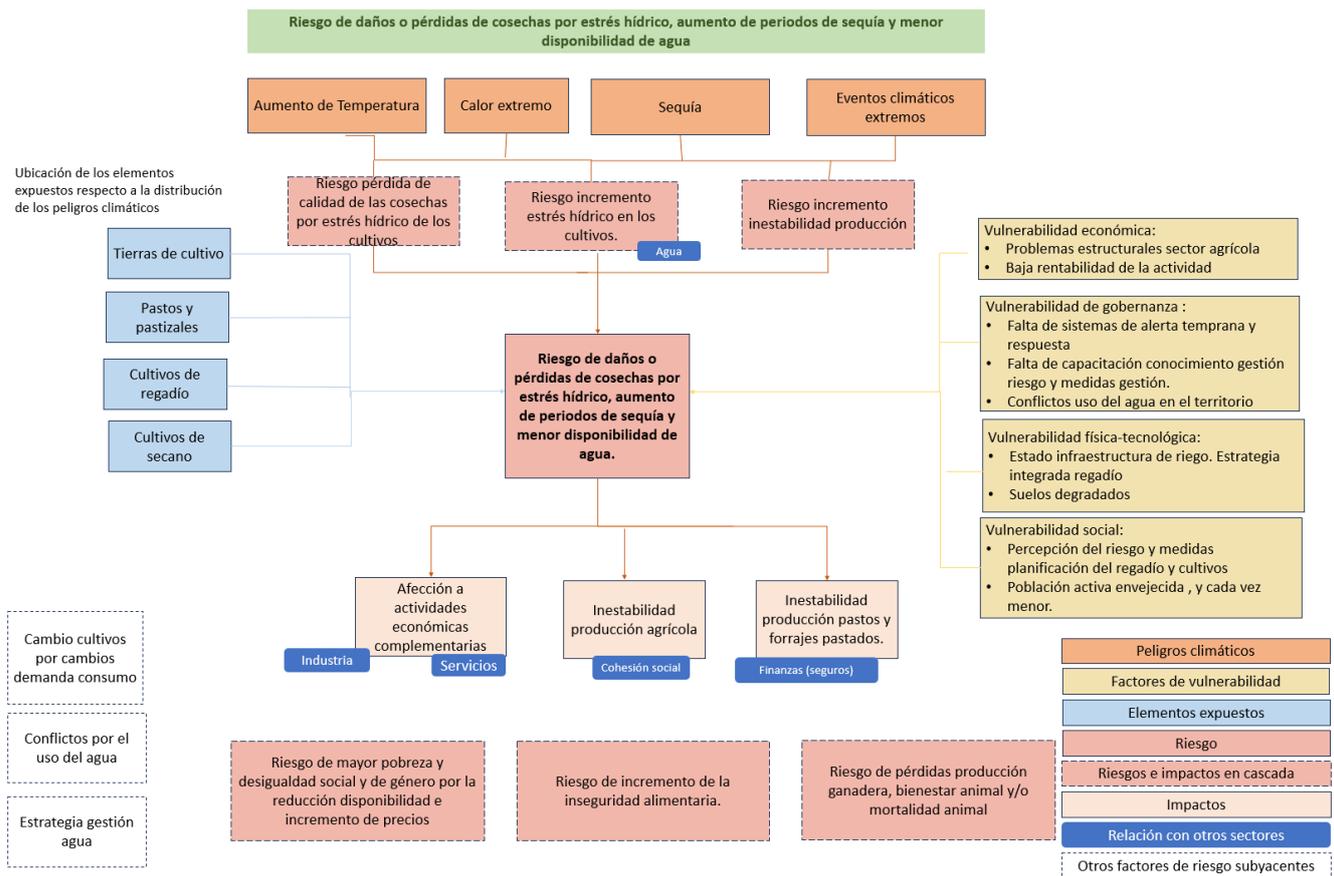


Figura 2. Cadena de impacto RC5.1. Riesgo de daños o pérdidas de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua.

Ficha 1. Análisis del riesgo de daños o pérdidas de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua

		Niveles de calentamiento			
		Actual	Corto plazo 2021-2040 1,5 °C	Medio Plazo 2041-2060 2 °C	Largo plazo 2081-2100 3-4 °C
Severidad del impacto		Sustancial Los impactos de las sequías de los últimos años han sido más elevados en España que en otros países europeos. (EEA, 2024).	Crítico Se estima que las pérdidas anuales por sequía en la agricultura podrían alcanzar alrededor del 5 % del valor añadido bruto (VAB) en regiones del Sur de España (Motta et al., 2025; Rossy et al., 2023; EEA, 2024).	Crítico Los riesgos de pérdidas de producción agraria por sequía aumentan en un escenario de mayor calentamiento (EEA, 2024). Las proyecciones estiman pérdidas de hasta un 10 % VAB.	Catastrófico Se proyecta que la frecuencia media de sequías se duplicará en casi el 60 % en la región mediterránea (Nauman et al., 2021). En el peor escenario de calentamiento, las pérdidas podrían alcanzar hasta el 15 % del VAB agrícola en ciertas regiones, especialmente en la zona mediterránea (Motta et al., 2025).
	Nivel de confianza (calidad/consenso)	Alto (Alto/Alto) Existen estudios del impacto actual de este riesgo en el sector agrario.	Medio (Medio/Alto) (EEA, 2024). La literatura no siempre incorpora de manera explícita los efectos de ciertas medidas de adaptación en los cultivos, lo que introduce un grado de incertidumbre en las proyecciones de riesgo y puede limitar la confianza en los resultados obtenidos.	Medio (Medio/Alto) (EEA, 2024). La literatura no siempre incorpora de manera explícita los efectos de ciertas medidas de adaptación en los cultivos, lo que introduce un grado de incertidumbre en las proyecciones de riesgo y puede limitar la confianza en los resultados obtenidos.	Medio (Medio/Alto) (EEA, 2024).

Componentes del riesgo	Peligro	Elementos expuestos	Vulnerabilidad
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la temperatura.</li> <li>• Calor extremo.</li> <li>• Aumento sequías recurrentes.</li> <li>• Eventos climáticos extremos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivos de secano.</li> <li>• Cultivos de regadío con infraestructuras de riego en malas condiciones.</li> <li>• Cultivos de regadío en zonas con riesgo de sequía.</li> <li>• Cultivos en general en zonas con suelos degradados y/o zonas áridas, semiáridas.</li> </ul> <p>La distribución geográfica del riesgo es a lo largo de toda la superficie agraria del territorio.</p>

Aspectos Transversales	Transfronterizos	Los daños o pérdidas de cosechas en España tienen efectos más allá de nuestras fronteras en el comercio de alimentos e inciden en la seguridad alimentaria de otros países.
	Territoriales	Todo el territorio agrario español se ve afectado por este riesgo. El riesgo tiene mayor impacto en zonas con bajos niveles de precipitación (Peña Gallardo, 2019), con especial incidencia en los cultivos de secano. No obstante, los cultivos de regadío también pueden verse afectados, incluso en áreas con disponibilidad de agua, si se produce un periodo prolongado de sequía.
	Sociales	Los factores sociales están relacionados principalmente con la dependencia de la actividad agrícola de las zonas rurales y agrarias. Por un lado, el riesgo afectará, a nivel de rentabilidad económica, sobre la población activa agraria. Por otro, la reducción en la disponibilidad de alimentos y el incremento de precio de estos tendrá un impacto mayor en las rentas más bajas, así como en sectores dependientes de materias primas agrarias.
	Maladaptación	La expansión del regadío en zonas con escasez de agua, sin planificación ni coherencia con la previsión actual y futura del recurso disponible, puede convertirse en un factor de maladaptación. Medidas habituales de los Planes Especiales de Sequía en periodos de escasez severa, como la autorización de apertura de pozos o el incremento de extracción de los acuíferos, puede acarrear múltiples consecuencias negativas como: la sobreexplotación de acuíferos, la intrusión salina en áreas costeras, la afección a ecosistemas dependientes del agua o la conversión de una medida coyuntural en estructural, agravando así el problema en el sistema agrario.
	Género	Existen estudios disponibles a nivel mundial (UNCCD, 2022) que integran el enfoque de género con respecto a este riesgo y concluye que las mujeres se ven más afectadas que los hombres por fenómenos como la desertificación y la sequía, porque cuentan con menos herramientas para responder a sus efectos en lo referente al acceso a las variedades de cultivos, a las tecnologías de riego y a las distintas técnicas agrícolas a emplear según la situación. En España, la agricultura sigue siendo un sector donde se observa una importante brecha de género, aunque las mujeres están asumiendo progresivamente roles más relevantes y liderando iniciativas en el medio rural. Mientras que la participación femenina en la agricultura ha aumentado, todavía existen desigualdades en el acceso a la tierra, el empleo y el liderazgo (MAPA, 2025b). Esta desigualdad estructural incrementa la vulnerabilidad de las mujeres frente a los impactos del cambio climático, al tiempo que limita su capacidad de adaptación y participación en los procesos de resiliencia del sector.
Otros aspectos analizados		
Umbrales críticos	<p>Los umbrales críticos de sequía se definen generalmente por la activación de Planes Especiales de Sequía, los cuales se basan en indicadores hidrometeorológicos como el SPEI (Índice de Precipitación-Evapotranspiración Estandarizada). Este índice permite detectar anomalías en el balance hídrico y cuantificar la severidad de las sequías. Según el Atlas Europeo de Sequías (Rossi et al., 2023), se prevé una disminución generalizada del SPEI en toda España bajo un escenario de calentamiento global de 1,5 °C, temperatura que podría alcanzarse en el corto plazo (2021–2040). Esta disminución implica un incremento en la frecuencia e intensidad de eventos de sequía.</p> <p>Para estimar umbrales críticos de sequía, se puede considerar un valor del SPEI por debajo de –1 como indicativo de sequía moderada, y por debajo de –1.5 o –2 para sequías severas o extremas, respectivamente (Vicente-Serrano et al., 2010). Existen además estudios que vinculan el estrés hídrico con la productividad de los cultivos. Por ejemplo, Vila-Traver et al. (2021) identifican umbrales a partir de los cuales la reducción del contenido de agua en el suelo afecta significativamente el rendimiento agrícola, especialmente bajo condiciones repetidas de sequía.</p>	
Lock-in/Bloqueo	La expansión del regadío de forma no controlada puede llegar a ser un factor de bloqueo para la gestión de este riesgo.	
Planes o medidas en curso de gestión del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PNACC 2021-2030.</li> <li>- Planes Especiales de Sequía y Planes Hidrológicos de cuenca de cada una de las Confederaciones Hidrográficas.</li> <li>- PNIAC.</li> <li>- PAC y PEPAC.</li> <li>- Otras medidas extraordinarias.</li> <li>-Estrategia Nacional de Lucha contra la Desertificación.</li> </ul>	
Gobernanza de gestión del riesgo	<p>Ministerio de Agricultura.</p> <p>Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Informes y Mapas de seguimiento de situación de Sequía y Escasez).</p> <p>Confederaciones Hidrográficas.</p> <p>Comunidades de regantes, Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España.</p> <p>Productores y productoras. agrarios.</p> <p>Cooperativas agrarias.</p>	

	Sindicatos agrarios. Empresas agrarias.
<b>Beneficios de medidas de adaptación futuras</b>	Algunas medidas de adaptación relacionadas con la mejora de las propiedades de los suelos agrarios, como prácticas que mejoren la retención del agua, pueden además mejorar las características de los suelos pobres en materia orgánica.
<b>Afección a/de descarbonización o neutralidad climática</b>	Este riesgo puede conducir al deterioro del carbono orgánico del suelo, incrementando así las emisiones asociadas a la pérdida de carbono edáfico (Almagro et al., 2009). Asimismo, este riesgo puede afectar negativamente las estrategias de descarbonización que dependen de cultivos energéticos, biocombustibles o biomasa. Además, la pérdida de cosechas compromete el funcionamiento de los sumideros de carbono y puede generar un aumento indirecto de emisiones por cambios en el uso del suelo orientados a mantener o incrementar la productividad.
<b>Déficits de información</b>	Aunque existen estudios de proyecciones futuras de disponibilidad de agua, así como opciones de medidas de adaptación, no existen proyecciones del impacto de la implementación de diferentes medidas de adaptación frente al riesgo.
<b>Recomendaciones de priorización</b>	Requiere planificación y preparación de respuestas en un horizonte temporal cercano. Requiere una evaluación más detallada y estudios complementarios. Es necesaria una gobernanza transversal, con decisiones compartidas y planificación conjunta.

#### 4.2 Riesgo clave 5.2. Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos

Los fenómenos climáticos extremos, como olas de calor, lluvias intensas, inundaciones, sequías extremas e incendios forestales constituyen peligros climáticos clave que intensifican el riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas. Estos episodios impactan negativamente sobre el desarrollo de los cultivos, en particular durante fases fenológicas críticas como el llenado de granos, lo que se traduce en reducciones sustanciales del rendimiento (Yin & Leng, 2022). Según los datos de los últimos años, estos eventos cada vez son más frecuentes (AEMET). Entre estos peligros climáticos, las sequías y los aumentos de temperatura representan actualmente el mayor impacto negativo sobre la agricultura europea, una tendencia que se espera que continúe en el futuro (Devot et al., 2023). En este contexto es cada vez más frecuente la coincidencia de episodios de sequía (estrés hídrico) con olas de calor (estrés térmico). Esta simultaneidad agrava significativamente los efectos negativos sobre los cultivos, ya que ambas condiciones extremas afectan de manera sinérgica los procesos fisiológicos de las plantas. Como resultado, se incrementa el riesgo de daños severos en los cultivos, reducción en los rendimientos y, en casos extremos, pérdidas totales de la producción agrícola.

A nivel mundial, se estima que cerca del 23 % de las pérdidas económicas totales provocadas por fenómenos extremos afectan al sector agrícola (FAO, 2023) y se constata un aumento de dichas pérdidas en los últimos 30 años. La siniestralidad causada por fenómenos climáticos extremos puede llegar a suponer la merma de un 6 % de la producción agraria cada año (Resco et al., 2022) y del PIB del sector agrario (FI-compass, 2025). En la región mediterránea, del total de las pérdidas económicas debidas a eventos climáticos extremos, el 60 % se produce en el sector agrario (Naumann et al., 2021). El capital asegurado por los seguros agrarios ha aumentado como respuesta al incremento de la siniestralidad y a la mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos (ENESA, 2023), reflejando la creciente percepción del riesgo climático y la necesidad de mecanismos de cobertura.

Los elementos expuestos a este riesgo se concentran principalmente en la superficie agraria (50% del territorio español), es decir, pastos y pastizales, cultivos herbáceos anuales y cultivos leñosos. Los cultivos de secano en general están más expuestos a este riesgo, especialmente ante eventos como olas de calor y sequías, que provocan riesgos de estrés térmico e hídrico en los cultivos (Devot et al., 2023). Así mismo, inundaciones torrenciales (Rosenzweig et al., 2001) que pueden ser por lluvias intensas o por

desbordamiento de ríos pueden afectar a las zonas de cultivo próximas. En el caso del granizo, los cultivos leñosos son los que se encuentran normalmente más afectados por esta amenaza.

Como **factores de vulnerabilidad** del riesgo se identifican aspectos estructurales que condicionan la situación económica, así como la capacidad de adaptación del sector. Los pequeños agricultores, por ejemplo, pueden ser más vulnerables por su dificultad de recuperarse frente a pérdidas de rendimiento significativas. A nivel social, hay ciertos factores, como la percepción del riesgo, la capacitación y el grado de conocimiento sobre el riesgo y las posibles medidas de gestión, que resultan clave. Por ejemplo, la existencia, o no, de redes de colaboración territorial pueden ser determinantes.

Las medidas de adaptación a este riesgo pueden contemplarse desde diferentes perspectivas (Devot et al., 2023). Por un lado, están ya disponibles instrumentos de gestión de riesgos, como los seguros agrarios; pero es necesario extender otras herramientas, como los sistemas de alerta temprana, utilizando, por ejemplo, indicadores climáticos comunes respaldados con información satelital (García-León et al., 2019), así como protocolos de acción y el fomento de redes de apoyo. Desde el punto de vista de las medidas de adaptación aplicadas en campo, destacan las prácticas agrarias que fortalecen la resiliencia de los agroecosistemas; como la mejora de la salud del suelo y de sus características fisicoquímicas; frente a posibles eventos extremos. La protección de cultivos mediante infraestructuras específicas, como las redes antigranizo, también puede considerarse una medida útil de adaptación, especialmente si se complementa con sistemas de alerta temprana (UPA,2018).

El riesgo podría verse afectado por otros riesgos subyacentes derivados principalmente de los problemas estructurales del sector agrario, los cuales condicionan su dinámica, planificación y capacidad de respuesta ante impactos climáticos.

La Figura 3 representa la cadena de impacto de este riesgo clave, reflejando así las componentes que inducen al riesgo (peligro, elementos expuestos y vulnerabilidad), así como los impactos derivados de dichas componentes. Se han identificado unos riesgos intermedios, así como posibles impactos y riesgos en cascada identificados, propios del sector o interrelacionados con otros sectores.

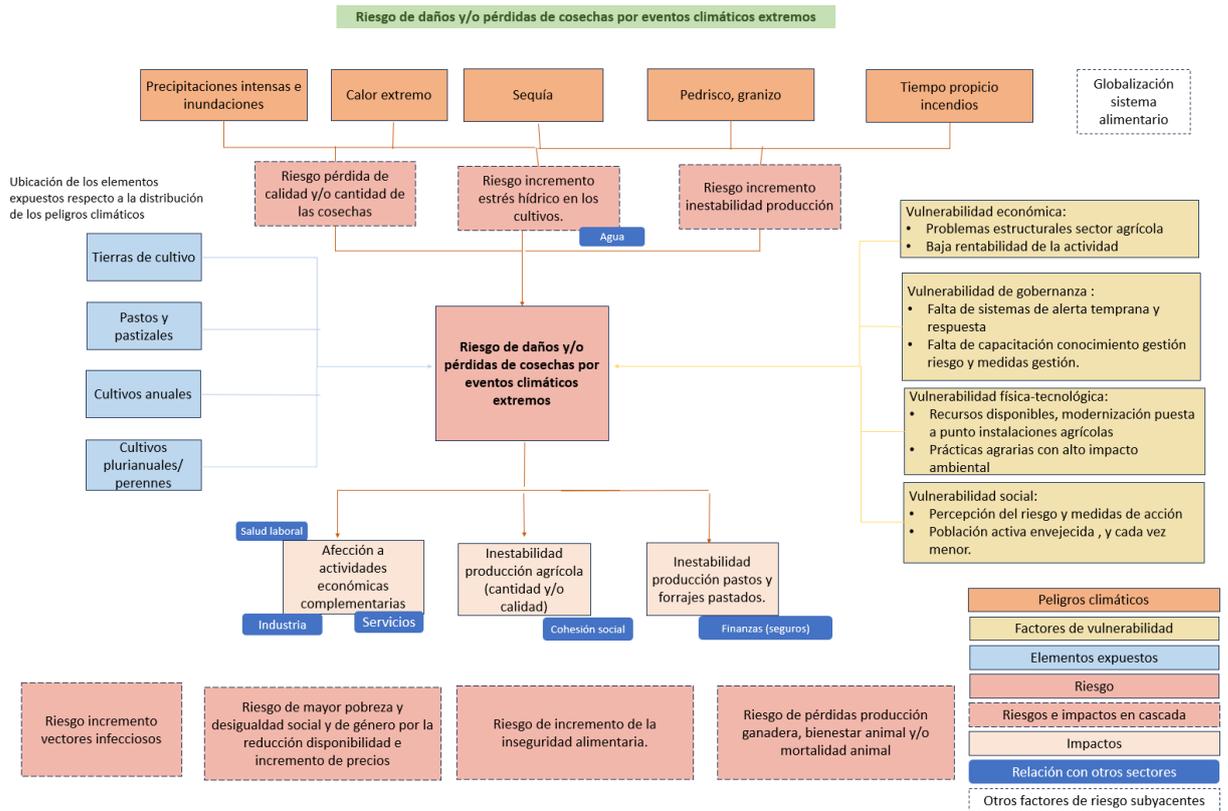


Figura 3. Cadena de impacto RC5.2. Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos.

**Ficha 2.** Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos.

	Niveles de calentamiento			
	Actual	Corto plazo 2021-2040 1,5 °C	Medio Plazo 2041-2060 2 °C	Largo plazo 2081-2100 3-4 °C
<b>Severidad del impacto</b>	Sustancial Los impactos de eventos climáticos extremos han aumentado en los últimos años provocando pérdidas en producción agraria, concretamente, ha aumentado para calor extremo (Devon et al., 2023); y sequías (EEA, 2024).	Crítico Las pérdidas de producción agraria se estima que aumenten debido a la intensidad y mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, como en el caso de olas de calor y sequías (Devon et al., 2023; EEA, 2024).	Crítico Las pérdidas de producción agraria se estima que continúen aumentando debido a la intensidad y mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, como en el caso de olas de calor y sequías (Devon et al., 2023; EEA, 2024).	Catastrófico Con un calentamiento de 4º C, se podrían alcanzar niveles catastróficos de pérdidas en la producción agraria, así como la imposibilidad de cultivos en zonas actuales de producción (EEA, 2024).
<b>Nivel de confianza (calidad/consenso)</b>	Alto (Alto/Alto) Existe evidencia de que la creciente frecuencia e intensidad de diversos eventos climáticos extremos afectan a la producción de alimentos (IPCC, 2019).	Medio (Medio/Alto) En el caso de algunos eventos extremos, como las inundaciones, existen otros factores no climáticos que pueden incrementar el riesgo.	Medio (Medio/Alto) En el caso de algunos eventos extremos, como las inundaciones, existen otros factores no climáticos que pueden incrementar el riesgo.	Medio (Medio/Alto) En el caso de algunos eventos extremos, como las inundaciones, existen otros factores no climáticos que pueden incrementar el riesgo.

Componentes del riesgo	Peligro	Elementos expuestos	Vulnerabilidad
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitaciones intensas e inundaciones.</li> <li>• Calor extremo.</li> <li>• Sequías recurrentes y prolongadas.</li> <li>• Pedriscos, granizos más frecuentes y en épocas menos habituales.</li> <li>• Tiempo propicio para incendios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierras de cultivo.</li> <li>• Pastos y pastizales.</li> <li>• Cultivos herbáceos.</li> <li>• Cultivos leñosos.</li> <li>• Cultivos forrajeros.</li> <li>• Cultivos secano.</li> <li>• Cultivos regadío.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de la población activa del sector agrario y situación económica.</li> <li>• Insuficiente grado de capacitación, conocimiento del riesgo y medidas de gestión de este.</li> <li>• Sistemas de alerta temprana y respuesta escasos o nulos.</li> <li>• Impactos negativos de determinadas prácticas agrarias sobre los ecosistemas.</li> </ul>
Aspectos Transversales	<p><b>Transfronterizos</b></p> <p><b>Territoriales</b></p> <p><b>Sociales</b></p> <p><b>Maladaptación</b></p> <p><b>Género</b></p>	<p>Los efectos provocados por fenómenos climáticos extremos pueden provocar daños o pérdidas de cosechas en España, con efectos más allá de nuestras fronteras en el comercio de alimentos, e incidir en la seguridad alimentaria de otros países.</p> <p>Los riesgos asociados a fenómenos climáticos extremos se manifiestan con mayor intensidad en regiones de clima mediterráneo y zonas cálidas. No obstante, la intensificación y recurrencia de estos eventos afecta progresivamente a la totalidad del territorio, sin distinción clara entre regiones tradicionalmente más vulnerables y aquellas que antes se consideraban menos expuestas (CEDEX,2021).</p> <p>El cambio climático afecta de manera desigual a distintos grupos humanos. La capacidad de respuesta a los eventos climáticos extremos será menor en sistemas de cultivos de secano, así como en pequeñas explotaciones agrarias. Las olas de calor y el calor extremo afectan a las condiciones laborales de las personas trabajadoras del campo.</p> <p>Las medidas de control de este riesgo pueden provocar impactos negativos. Por ejemplo, poner diques/motas para proteger un cultivo pueden desplazar el impacto aguas abajo y además, en caso de ser sobrepasada, no permitiría la evacuación de agua agravando el impacto.</p> <p>En España, la agricultura sigue siendo un sector donde se observa una brecha de género, aunque las mujeres están asumiendo roles más importantes y liderando iniciativas en el medio rural. Mientras que la participación femenina en la agricultura ha aumentado, todavía existen desigualdades en el acceso a la tierra, el empleo y el liderazgo (MAPA, 2025b). Esta desigualdad estructural incrementa la vulnerabilidad de las mujeres frente a los impactos del cambio climático, al tiempo que limita su capacidad de adaptación y participación en los procesos de resiliencia del sector.</p>	
Umbrales críticos	<p>Este riesgo está condicionado por varios peligros climáticos con diferentes comportamientos y umbrales críticos. La intensificación de fenómenos extremos, especialmente la sequía, es una preocupación principal (EEA, 2024). Bajo condiciones de amenazas prolongadas en el tiempo, como en el caso de las olas de calor, la magnitud del riesgo aumenta considerablemente, incrementándose además otras amenazas como el riesgo de incendios (de Rigo et al., 2017; Feyen et al., 2020).</p>		
Lock-in/Bloqueo	<p>En el caso de fenómenos como las sequías, la expansión no controlada del regadío puede convertirse en un obstáculo para una gestión eficaz del riesgo. Del mismo modo, la persistencia de ciertas prácticas agronómicas deteriora la calidad del suelo, lo que también limita las capacidades de adaptación. Por otra parte, la ocupación excesiva de llanuras de inundación representa una barrera adicional para la gestión adecuada del riesgo asociado a eventos extremos.</p>		
Planes o medidas en curso de gestión del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PNACC 2021-2030.</li> <li>- PNIAC.</li> <li>- PAC y PEPAC.</li> <li>- Planes Hidrológicos de Cuencas de cada una de las cuencas Hidrográficas.</li> <li>- Seguro Agrario.</li> <li>- Otras medidas extraordinarias.</li> </ul>		
Gobernanza de gestión del riesgo	<p>Ministerio de Agricultura.</p> <p>Ministerio de Transición Ecológica.</p> <p>AEMET.</p> <p>Confederaciones Hidrográficas.</p>		

	Comunidades de regantes, Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España. Comunidades autónomas. Productores y cooperativas agrarias. Sindicatos agrarios. Empresas agrarias.
<b>Beneficios de medidas de adaptación futuras</b>	La implementación de medidas de adaptación puede modificar los riesgos en cascada asociados a dichos eventos, contribuyendo a una gestión integral del riesgo.
<b>Afección a/de descarbonización o neutralidad climática</b>	Este riesgo puede provocar pérdidas de carbono orgánico de los suelos agrarios. En el caso de inundaciones, la pérdida de suelo asociada conlleva pérdidas de carbono. Para el caso del incremento de incendios forestales, también se produce aumento de emisiones de CO <sub>2</sub> .
<b>Déficits de información</b>	Existe mucha bibliografía sobre ciertos eventos, como olas de calor y sequías, pero menos estudios sobre los impactos de otros eventos climáticos extremos, como inundaciones, incendios, pedriscos.
<b>Recomendaciones de priorización</b>	Requiere planificación y preparación de respuestas en un horizonte temporal cercano. Requiere una evaluación más detallada y estudios complementarios. Es necesaria una gobernanza transversal, con decisiones compartidas y planificación conjunta.

#### 4.3 Riesgo clave 5.3. Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal y aumento de mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y por descenso de precipitaciones.

Diversos peligros derivados del cambio climático afectan al sector ganadero y generan impactos tanto biológicos como económicos. Entre los peligros climáticos más significativos se encuentran el aumento de las temperaturas, los episodios de calor extremo y los periodos prolongados de sequía, que reducen el bienestar animal y afectan directamente a la productividad. La pérdida de bienestar se traduce en menores rendimientos, una disminución de tasas de fertilidad y una reducción de la prolificidad (UPA, 2018). El cambio climático también influye de manera indirecta en la disponibilidad y calidad de los recursos utilizados en la producción ganadera. La disminución de los rendimientos en cultivos forrajeros y la escasez de recursos hídricos agravan aún más la situación, especialmente en los sistemas que dependen de pastos y forrajes locales.

Tanto las instalaciones ganaderas como la cabaña ganadera en su conjunto están expuestas a los efectos del cambio climático. Sin embargo, existen diferencias importantes entre los sistemas de producción, particularmente entre aquellos con animales estabulados y aquellos con base territorial, donde los animales pastan en espacios abiertos. En estos últimos, los recursos forrajeros, como pastos y cultivos destinados a la alimentación animal, están altamente expuestos a las variaciones climáticas.

La vulnerabilidad del sector ganadero frente al cambio climático está condicionada por problemas estructurales de carácter socioeconómico. El grado de capacitación y conocimiento sobre el riesgo, así como la ausencia de medidas de gestión adecuadas, aumentan la vulnerabilidad. En el caso de las instalaciones ganaderas, sus condiciones, su estado de mantenimiento y la disponibilidad de mecanismos de respuesta ante amenazas climáticas son determinantes para reducir los impactos, así como la densidad del ganado y las situaciones de estrés colectivo (Ramón-Moragues et al., 2021). En los sistemas extensivos, la vulnerabilidad depende de factores como el acceso a recursos territoriales y la autosuficiencia alimentaria del ganado, así como una creciente generalización del riesgo de estrés térmico extremo (Thornton et al., 2021). Por último, la existencia de sistemas de alerta temprana y de mecanismos de respuesta ante peligros climáticos es un factor determinante en la reducción de la vulnerabilidad del sector.

El aumento de las temperaturas provoca episodios de estrés térmico en los animales, que afectan a su bienestar y reducen su productividad. Diversos estudios han documentado estos efectos en distintos sistemas de producción. Para el caso de animales estabulados, se han observado impactos tanto en

rumiantes de leche (Galán et al., 2018) como en otros rumiantes en general (Del Prado et al., 2020). En la producción porcina, el estrés térmico afecta significativamente a la productividad (Renaudeau et al., 2011) y también a la calidad de la carne (Pardo et al., 2021b). En sistemas de producción aviar de puesta, las altas temperaturas disminuyen el rendimiento de las aves (Gil et al., 2023).

En los sistemas ganaderos con base territorial, donde los animales pasan la mayor parte del tiempo en el exterior, también se han observado disminuciones en la producción. Estos sistemas, especialmente los basados en pastoreo, son más vulnerables a las condiciones climáticas extremas debido a su exposición continua (Blanca Penedo et al., 2020; Herrera, Pedro M. (ed.) 2020; Iglesias et al., 2016; Rubio y Roig, 2017). En sistemas ganaderos sin base territorial, con estabulación permanente, aunque es posible controlar las condiciones de temperatura y humedad dentro de las instalaciones, como medida de adaptación al riesgo, se reconocen otros aspectos de vulnerabilidad, principalmente relacionados con la dependencia externa de energía e insumos alimentarios.

La reducción en la productividad asociada al aumento del índice de estrés por calor conlleva diversas consecuencias, como la disminución de la fertilidad, la reducción en la producción de leche y la menor ganancia de peso en animales de engorde (Galán et al., 2018; Ramón-Moragues et al., 2021). Un estudio en Extremadura reportó pérdidas de hasta el 50% en la producción de corderos debido al estrés térmico (Thomasz et al., 2020). Además, el estrés térmico afecta el bienestar animal, provocando alteraciones fisiológicas, comportamientos anormales y, en casos extremos, un aumento de la mortalidad (Blanca Penedo et al., 2020; Galán et al., 2018; Parés et al., 2023).

El cambio climático también favorece la proliferación de vectores infecciosos, aumentando la susceptibilidad del ganado a enfermedades y, por ende, el riesgo de pérdidas productivas. Diferentes estudios han señalado que el cambio climático está alterando la distribución de patógenos y enfermedades zoonóticas, permitiendo su expansión a nuevas latitudes (Blanca Penedo et al., 2020; Sanz y Galán., 2022). Se ha observado un aumento en el número de animales afectados y en la extensión territorial de enfermedades como la lengua azul, así como la expansión de otras enfermedades transmitidas por vectores, impulsadas por el cambio en las condiciones climáticas.

Otro impacto significativo del cambio climático en la ganadería es la creciente inestabilidad en la producción de forrajes y pastos, lo que afecta especialmente a las explotaciones con base territorial y alta dependencia de recursos locales. La reducción en la disponibilidad de estos insumos genera incertidumbre, incrementa los costos de producción y eleva los precios (Rubio y Roig, 2017). No obstante, el pastoreo puede ser una medida de adaptación con potencial para muchos sistemas extensivos (Fundación Entretantos, 2025; Llorente et al., 2024), al igual que el cultivo de mezclas de forrajes adaptados a cada territorio (Plaza et al., 2024).

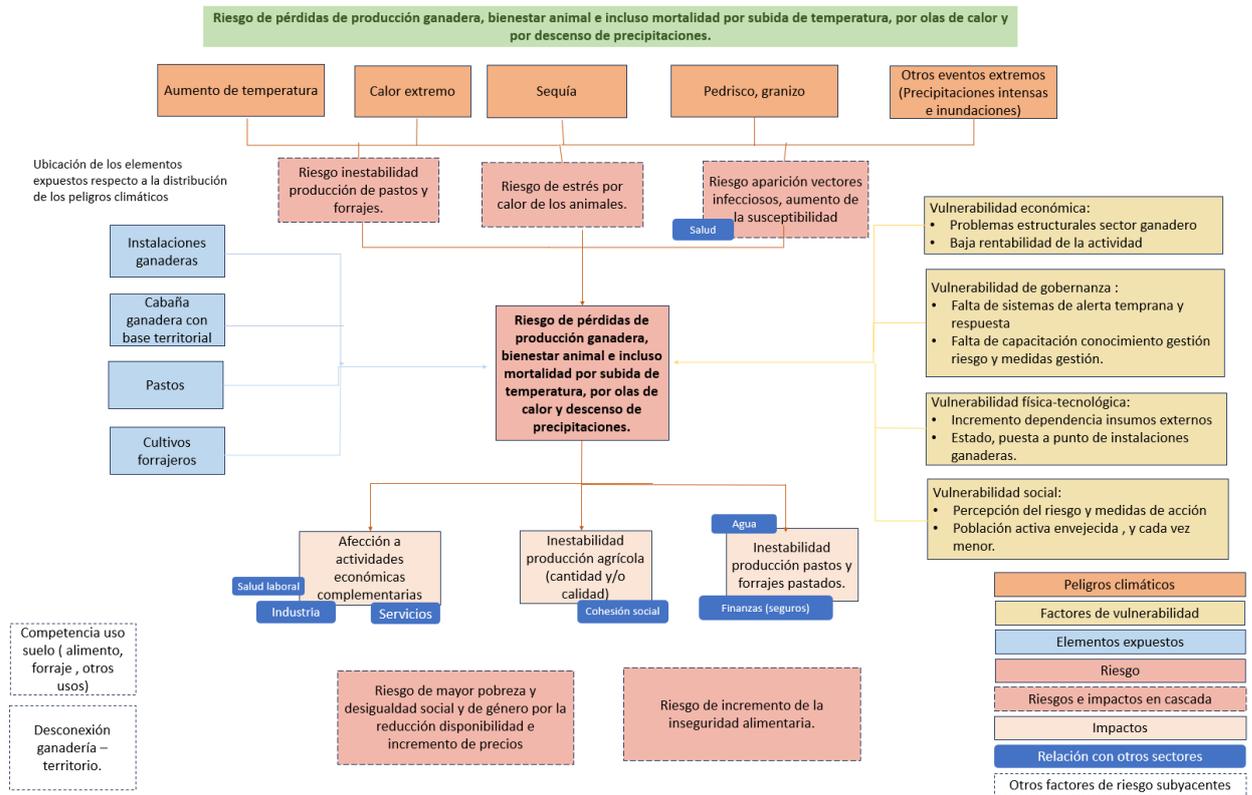


Figura 4. Cadena de impacto RC5.3. Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y por descenso de precipitaciones.

Ficha 3. Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y por descenso de precipitaciones.

	Niveles de calentamiento			
	Actual	Corto plazo 2021-2040 1,5 °C	Medio Plazo 2041-2060 2 °C	Largo plazo 2081-2100 3-4 °C
<b>Severidad del impacto</b>	<p><b>Sustancial</b></p> <p>Las pérdidas productivas derivadas de los impactos del cambio climático sobre el entorno físico de los animales son ya visibles en España, así como los relacionados con la cantidad y calidad de los forrajes debidos a situaciones de sequía. Se observa una tendencia al alza en la aparición de enfermedades animales, con evidencias de nuevas rutas de transmisión y expansión de hábitats</p>	<p><b>Sustancial</b></p> <p>El incremento de episodios de falta de agua y el incremento de las temperaturas afectará tanto al bienestar de los animales como a la disponibilidad de alimentación. Se prevé un incremento de aparición de enfermedades. (EEA, 2024; Blanca Penedo et al., 2020).</p>	<p><b>Crítico</b></p> <p>Se prevé un aumento en la duración e intensidad de los periodos de estrés por calor, lo que conllevará pérdidas en la productividad y una reducción en la rentabilidad de las explotaciones ganaderas.</p> <p>En el caso del vacuno de leche, las proyecciones estiman una disminución del 2,8 % en la producción. Para el sector porcino, también se anticipa un</p>	<p><b>Crítico</b></p> <p>La severidad del impacto dependerá de las condiciones ambientales, así como de las posibles medidas adoptadas (EEA, 2024).</p>

Nivel de confianza (calidad/consenso)	propicios para enfermedades o vectores. Además, el sector ganadero español presenta una alta dependencia de la importación de piensos, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a las alteraciones del mercado global y posibles impactos climáticos en países exportadores de materias prima (EEA, 2024).		incremento del estrés térmico crónico, con posibles consecuencias sobre el bienestar animal y el rendimiento productivo. (Hempel et al., 2019; Renaudeau & Dourmad 2022; EEA, 2024).	
	Alto (Alto /Alto) Existen evidencias de la severidad del impacto en los últimos años.	Medio (Medio /Alto) Existe percepción creciente del riesgo desde el punto de vista de sanidad animal.	Medio (Medio /Alto) Existe percepción creciente del riesgo desde el punto de vista de sanidad animal.	Medio (Medio /Alto) Existe percepción creciente del riesgo desde el punto de vista de sanidad animal.

	Peligro	Exposición	Vulnerabilidad
Componentes del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de temperaturas.</li> <li>• Calor extremo.</li> <li>• Sequías recurrentes y prolongadas.</li> <li>• Pedriscos, granizo.</li> <li>• Otros eventos extremos (precipitaciones intensas e inundaciones).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones ganaderas.</li> <li>• Cabaña ganadera con base territorial.</li> <li>• Pastos y forrajes.</li> <li>• Cultivos forrajeros.</li> <li>• Trabajadores y trabajadoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de la población activa del sector ganadero y situación económica.</li> <li>• Insuficiente grado de capacitación, conocimiento del riesgo y medidas de gestión de este.</li> <li>• Sistemas de alerta temprana y respuesta escasos o inexistentes.</li> <li>• Impactos negativos de determinadas prácticas ganaderas sobre los ecosistemas.</li> </ul>

Aspectos Transversales	Transfronterizos	Los efectos provocados por fenómenos climáticos extremos pueden causar interrupciones en las cadenas actuales de suministro de alimentos. Esto generará impactos en el comercio internacional y tendrá repercusiones especialmente significativas en la ganadería intensiva, debido a posibles alteraciones en cadenas de suministro o al incremento en los precios de los insumos alimentarios para los animales.
	Territoriales	Los riesgos asociados a determinados fenómenos climáticos extremos, como sequías y olas de calor, tienen mayor incidencia en zonas mediterráneas y en regiones de climas más cálidos.
	Sociales	El cambio climático afecta de manera desigual a distintos grupos humanos. Los problemas estructurales del sector condicionan su capacidad de respuesta a los eventos climáticos extremos, la cual es menor en sistemas de ganadería extensiva, pequeñas explotaciones, así como en ganaderías gestionadas por personas de mayor edad.
	Maladaptación	Algunas medidas de adaptación inapropiadas incluyen el uso de razas no adaptadas a condiciones climáticas locales, así como el sobrepastoreo, que provoca la degradación del suelo y problemas de producción de pastos. Para el caso de sistemas confinados, el elevado uso de piensos provoca aumento de la dependencia externa de la alimentación y de la huella ambiental; además, la extensión de este modelo puede generar el incremento de la demanda de energía para refrigeración de las instalaciones, así como el aumento de la demanda de agua en zonas con estrés hídrico sin gestión eficiente.
	Género	En España, la ganadería continúa siendo un sector marcado por una notable brecha de género. Aunque la participación de las mujeres ha aumentado en los últimos años, persisten desigualdades significativas en el acceso a la tierra, al empleo y a los puestos de liderazgo

	(MAPA, 2025b). Además, aún son escasos los estudios que visibilicen las experiencias y contribuciones de las mujeres en este ámbito (Fernández-Giménez et al., 2019). Esta desigualdad estructural incrementa la vulnerabilidad de las mujeres frente a los impactos del cambio climático, al tiempo que limita su capacidad de adaptación y participación en los procesos de resiliencia del sector.
Otros aspectos analizados	
Umbrales críticos	Existen varios estudios y modelos que cuantifican el impacto del estrés por calor en la productividad de los animales y estiman umbrales críticos. El índice de temperatura y humedad (ITH) de 72-74 es un punto de alerta, y valores superiores a 84 son considerados críticos (Blanco-Penedo et al., 2020; Hempel et al., 2019; Pardo et al., 2021a; Ramón-Moragues et al., 2021).
Lock-in/Bloqueo	La ausencia de medidas de adaptación, así como una falta de conexión entre la agricultura y la ganadería, podrían afectar de manera negativa a este riesgo. La gestión de este dependerá de la transformación de los sistemas productivos (EEA, 2024).
Planes o medidas en curso de gestión del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PNACC 2021-2030.</li> <li>- PNIAC.</li> <li>- PAC y PEPAC.</li> <li>- Seguro Agrario.</li> <li>- Otras medidas extraordinarias. Por ejemplo, planes de respuesta a situaciones de sequía.</li> </ul>
Gobernanza de gestión del riesgo	<p>Ministerio de Agricultura. Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico. AEMET. CCAA. Organizaciones productores agrarios. Cooperativas agrícolas. Empresas agrarias.</p>
Beneficios de medidas de adaptación futuras	Las medidas de adaptación pueden conseguir mantener la productividad, así como evitar pérdidas económicas en las instalaciones ganaderas. Medidas relacionadas con el uso sostenible de recursos forrajeros, pastos y agua fortalecen la resiliencia de los sistemas productivos, además, promueven el bienestar animal.
Afección a/de descarbonización o neutralidad climática	Generalmente el impacto es negativo, las pérdidas de productividad, por lo que general, requieren mayores esfuerzos para mantener los mismos valores de producción y, por tanto, implican mayores emisiones de gases asociados a la producción ganadera, CH <sub>4</sub> principalmente (Hempel et al., 2019).
Déficits de información	Aunque existen en la literatura estudios de impactos del estrés por calor (generalmente en sistemas de animales confinados) y de la aparición y aumento de enfermedades, no siempre esos estudios diferencian por sistemas productivos, ni por los efectos que tendrán en la producción final ganadera (Rivera-Ferre et al., 2016).
Recomendaciones de priorización	Requiere planificación y preparación de respuestas en un horizonte temporal cercano. Requiere una evaluación más detallada y estudios complementarios. Es necesaria una gobernanza transversal, con decisiones compartidas y planificación conjunta.

#### 4.4 Riesgo clave 5.4. Riesgo de pérdida de productividad pesquera por cambios en la distribución de especies o en los stocks poblacionales debido a la modificación de las variables climáticas oceánicas.

El cambio climático está teniendo un impacto significativo sobre los ecosistemas marinos clave en España, así como sobre las comunidades costeras que dependen de ellos (Chust et al., 2025; EEA, 2024; Ojea et al., 2023). Entre los principales peligros climáticos se encuentran el ascenso del nivel de mar, las olas de calor marina, las inundaciones costeras y la acidificación de los océanos (Calvo et al., 2011; Sanz y Galán, 2020 (eds)), factores que afectan directamente tanto a la distribución como a los hábitats de especies comerciales, repercutiendo en actividades como la pesca y el marisqueo (Sabatés et al., 2006; VADAPES II). Estos cambios han provocado desplazamientos de especies hacia otras latitudes o mayores profundidades, lo que altera la disponibilidad de capturas y modifica el esfuerzo pesquero necesario. Además, las instalaciones de acuicultura, en especial aquellas ubicadas en zonas costeras, también sufren las consecuencias del cambio climático. Se ha observado un incremento en la incidencia de plagas,

enfermedades y especies invasoras, lo que afecta negativamente los hábitats marinos y reduce la disponibilidad de alimento para las especies cultivadas (EEA, 2024).

Los **elementos expuestos** a los efectos derivados del cambio climático se concentran principalmente en las regiones marinas (Atlántico, Mediterráneo e Islas Canarias), así como en las áreas de pesca donde opera la flota española (MAPA, 2024). Las instalaciones de acuicultura y las poblaciones pesqueras constituyen asimismo elementos especialmente expuestos.

Entre los principales factores de **vulnerabilidad** se encuentran aspectos estructurales del sector, la disminución de la población activa, el estado de la flota y la sobreexplotación en ciertas zonas; lo que agrava los impactos del cambio climático. Asimismo, la percepción del riesgo y el nivel de conocimiento sobre su gestión influyen en la capacidad de adaptación. Desde una perspectiva ambiental, la eutrofización de las aguas marinas está generando un aumento de mortalidad de especies (EEA, 2024). Además, algunas especies con baja movilidad o capacidad de adaptación, así como las comunidades pesqueras dependientes de tipos específicos de pesca, presentan una mayor vulnerabilidad (Ruiz-Díaz et al., 2020). En este contexto, la cohesión social, los vínculos sociales y la capacidad adaptativa son elementos clave para reforzar la resiliencia del sector pesquero (Rubio et al., 2021).

### **Pesca marina**

En general, se están observando en todas las zonas pesqueras cambios en la distribución de las especies, así como en la estacionalidad de la pesca. En la costa atlántica, el aumento de la temperatura, la acidificación del agua y los cambios en los afloramientos marinos están afectando a especies como la sardina, el pulpo y el mejillón. También la migración de la palometa en el Atlántico Norte se ha visto influenciada por variaciones en la temperatura del agua a 200 metros de profundidad. Asimismo, los peces demersales están experimentando desplazamientos hacia el norte debido al calentamiento del mar (Punzón et al., 2016; Punzón et al., 2021). Las proyecciones indican que estos impactos se intensificarán en el futuro afectando a la pesca, el marisqueo y la acuicultura (Cubillo et al., 2021; Sanz-Martín et al., 2024). En Galicia, la biomasa de especies marisqueras como la almeja babosa, fina y japónica ha disminuido, y se prevé que el calentamiento global agrave esta tendencia. Factores adicionales como la contaminación y las mareas rojas, con efectos potencialmente tóxicos para el consumo humano, agravan aún más la situación (Pita et al., 2019). En el Mediterráneo, el cambio climático ha modificado la distribución de especies de interés pesquero, observándose desplazamientos desde zonas donde el calentamiento es muy rápido a zonas donde el calentamiento es más lento (Calvo et al., 2011; Sabatés et al., 2006; Sanz-Martín et al., 2024). En contra de lo que podría esperarse, muchas especies en el Mediterráneo occidental se han movido hacia el suroeste en vez de hacia el norte, probablemente buscando aguas más profundas y estables térmicamente (Punzón et al., 2021; Sanz-Martín et al., 2024). Mientras que especies de aguas cálidas, como la alacha y el palometón, han colonizado nuevas áreas, especies de aguas frías, como la maruca y el espadín, están en regresión (Sanz y Galán, 2022 (eds)). Por otro lado, en el Cantábrico, el bonito del norte ha experimentado desplazamientos más hacia el norte en su distribución, mientras que la anchoa muestra una expansión, con aumento en la producción de huevos y del área de desove (Erauskin-Extramiana et al., 2019a; Erauskin-Extramiana et al., 2019b), así como cambios en la disminución de tamaño que afectan al precio de venta (Taboada et al., 2024). Además, el desplazamiento de especies hacia otras regiones marinas puede generar conflictos en la gestión pesquera. De la misma forma, es importante considerar la valoración y comercialización de nuevas especies que se desplazan hacia las zonas pesqueras.

### **Acuicultura**

El aumento de la temperatura del agua, la acidificación del océano, cambios en las corrientes marinas, así como eventos climáticos extremos, pueden afectar significativamente a la producción acuícola (Cubillo et al., 2021; Padin et al., 2024). Por ejemplo, el incremento térmico altera la capacidad productiva de especies

actualmente cultivadas y condiciona la introducción de nuevas especies (Cubillo et al., 2021). Las olas de calor favorecen el crecimiento de organismos perjudiciales que afectan negativamente a los moluscos, debilitando su capacidad de adherencia y provocando pérdidas en la producción, así como a la disponibilidad de semilla de mejillón silvestre (Padin et al., 2024).

Promover una gestión sostenible de la actividad pesquera y acuícola, así como la recuperación de los stocks pesqueros podrían ayudar a compensar las pérdidas económicas y garantizar la viabilidad del sector. También es crucial extender los sistemas de alerta temprana ante eventos extremos y contaminación marina a través, por ejemplo, del uso de tecnologías avanzadas y medios de comunicación, así como de la mejora del acceso a la información. Algunos estudios contemplan también una planificación espacial adecuada de las instalaciones, incluso su reubicación en zonas menos afectadas (Sanz y Galán, 2022 (eds)).

La figura 5 representa la cadena de impacto de este riesgo clave, así como las componentes que inducen al riesgo (peligro, exposición y vulnerabilidad) y los diferentes impactos derivados de dichas componentes. Se han identificado riesgos intermedios y posibles riesgos en cascada, tanto dentro del sector como en su relación con el sistema alimentario y otros sectores económicos.

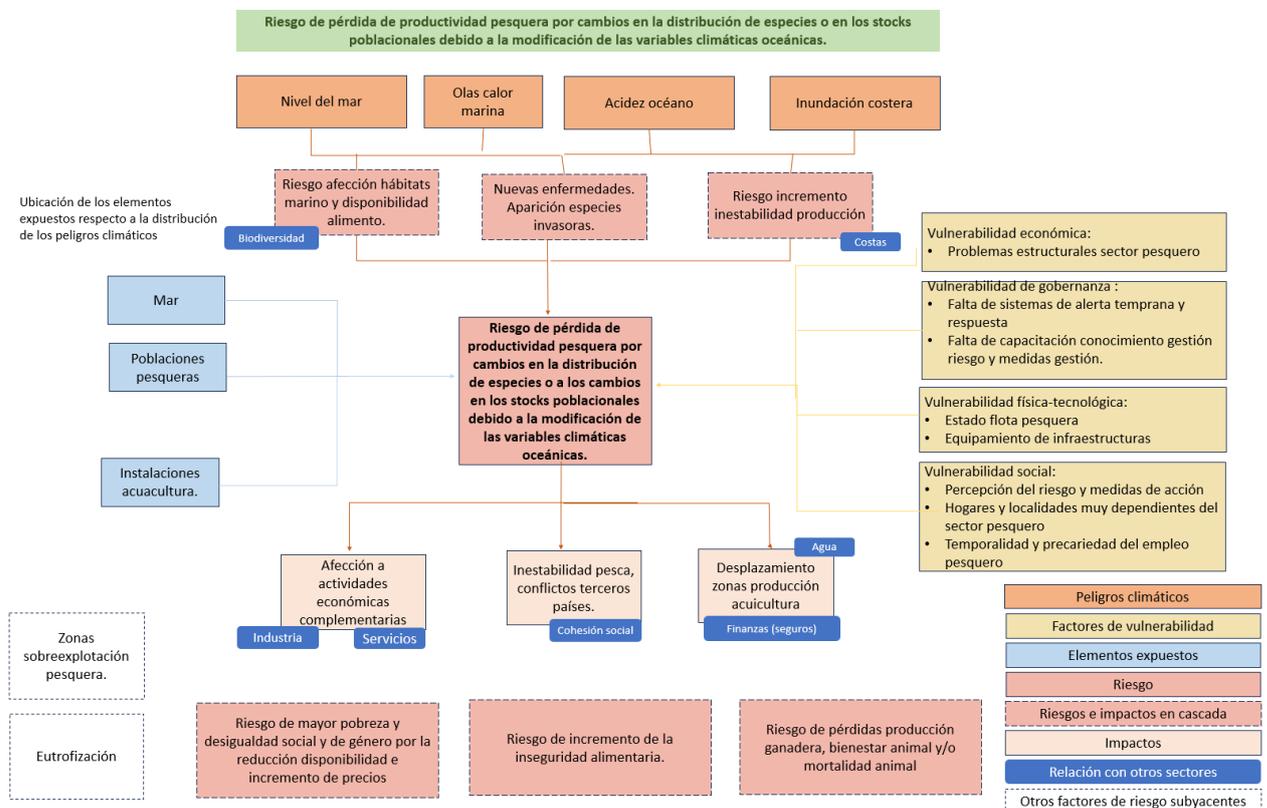


Figura 5. Cadena de impacto RC5.4. Riesgo de pérdida de productividad pesquera por cambios en la distribución de especies o en los stocks poblacionales debido a la modificación de las variables climáticas oceánicas.

Ficha 4. Riesgo de pérdida de productividad pesquera por cambios en la distribución de especies o en los stocks poblacionales debido a la modificación de las variables climáticas oceánicas.

		Niveles de calentamiento			
		Actual	Corto plazo 2021-2040 1,5 °C	Medio Plazo 2041-2060 2 °C	Largo plazo 2081-2100 3-4 °C
Severidad del impacto		Sustancial Ya se observan cambios en la distribución y migraciones de especies, con comportamientos diversos según las condiciones locales (Sanz-Martín et al., EEA, 2024).	Sustancial El calentamiento del océano, la acidificación, así como otros condicionantes ambientales provocan que en las proyecciones se esperen cambios sustanciales frente a condiciones actuales (EEA, 2024).	Sustancial Se prevén cambios adicionales en la composición y distribución espacial de las comunidades de peces como consecuencia del calentamiento progresivo del océano. Estas transformaciones podrían alterar las estructuras tróficas y afectar la productividad y resiliencia de los ecosistemas marinos, especialmente en regiones vulnerables como el Mediterráneo. (EEA, 2024).	Crítico Cambios más acusados en la composición y ubicación de las comunidades de peces debido al calentamiento continuo del océano (EEA, 2024), ejemplo proyecciones bonito del norte (Erauskin-Extramiana et al., 2019b).
	Nivel de confianza (calidad/consenso)	Alto (Alto /Alto) (Sanz-Martín et al., 2024).	Medio (Medio /Alto) (Cubillo et al., 2021).	Medio (Medio /Alto) (Cubillo et al., 2021).	Medio (Bajo /Alto) (Cubillo et al., 2021).

Componentes del riesgo	Peligro	Exposición	Vulnerabilidad
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del nivel del mar.</li> <li>• Olas de calor marina.</li> <li>• Acidez océano.</li> <li>• Inundaciones costeras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas pesqueras.</li> <li>• Mar y medio ambiente marino.</li> <li>• Poblaciones pesqueras.</li> <li>• Instalaciones de acuicultura.</li> </ul>

Aspectos Transversales	Transfronterizos	El comercio internacional pesquero puede verse afectado por la disminución de capturas, así como posibles tensiones políticas en aguas de pesca internacionales por asignación de cuotas.
	Territoriales	Los riesgos derivados de la pérdida de productividad pesquera serán más acusados en aquellas zonas de costa donde el sector pesquero es una actividad económica clave en el territorio, así como diferencias entre zonas costeras dentro de España (Aragão et al., 2022).
	Sociales	Los impactos directos tendrán afecciones socioeconómicas directas para el sector, pero también un impacto en cadena en cuanto al encarecimiento de precios de los alimentos.
	Maladaptación	Existen medidas que mal implementadas pueden ocasionar problemas a largo plazo, por ejemplo, la intensificación de la actividad para compensar pérdidas o en el caso de la acuicultura la inversión en infraestructuras que puedan quedar obsoletas en poco tiempo por no contemplar riesgos como el incremento del nivel del mar, así como falta de evaluación territorial y local de la implementación de medidas y normas (VADAPES I & VADAPES II -Nebot et al., 2025).
	Género	Los estudios disponibles, en general, no incorporan de forma sistemática el enfoque de género en el análisis de los riesgos climáticos. Las mujeres representan aproximadamente el 33,73 % del empleo en este sector, lo que evidencia una participación significativa, especialmente en actividades como el marisqueo, la acuicultura y la transformación de productos pesqueros. A pesar de ello, persisten importantes brechas de género en términos de acceso a recursos, representación en órganos de decisión, visibilidad del trabajo realizado y condiciones laborales. Esta desigualdad estructural incrementa la vulnerabilidad de las mujeres frente a los impactos del cambio climático, al tiempo que limita su capacidad de adaptación y participación en los procesos de resiliencia del sector. (MAPA, 2021).
Otros aspectos analizados		
Umbrales críticos	Existen diversos estudios en la literatura que identifican umbrales críticos para diferentes especies en las zonas pesqueras españolas (Cubillo et al., 2021; Erauskin-Extramiana et al., 2019a; Erauskin-Extramiana et al., 2019b; Sabatés et al., 2006; Sanz-Martín et al., 2024; Taboada et al., 2024).	
Lock-in/Bloqueo	La ausencia de medidas de adaptación adecuadas al contexto de las zonas pesqueras del país podría afectar de manera negativa a este riesgo, así como a actividades económicas complementarias, etc.	
Planes o medidas en curso de gestión del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PNACC 2021-2030.</li> <li>- PPC (Política Pesquera Común).</li> <li>- Proyecto AQUADAPT: Plan de Adaptación del sector de la acuicultura marina española al cambio climático.</li> <li>- Proyectos VADAPES y VADAPES II ADAPtación y mitigación al cambio climático en el sector pesquero español: herramientas para prevenir la maladaptación en Pesquerías del Atlántico y del Mediterráneo (2023-2025).</li> </ul>	
Gobernanza de gestión del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MAPA.</li> <li>- MITECO.</li> <li>- CCAA.</li> <li>- PPC.</li> <li>- Poblaciones pesqueras.</li> <li>- Empresas pesqueras.</li> <li>- Cofradías, cooperativas, sindicatos pesqueros.</li> </ul>	
Beneficios de medidas de adaptación futuras	Las medidas de adaptación al riesgo pueden ayudar a aminorar los impactos directos y en cascada, así como a reducir la vulnerabilidad, así otros problemas estructurales que afectan al riesgo como por ejemplo la sobreexplotación de recursos pesqueros, la contaminación de las aguas marinas, la restauración y protección de ecosistemas marinos.	
Afección a/de descarbonización o neutralidad climática	Los ecosistemas marinos relacionados con la pesca, como los arrecifes y praderas marinas, son importantes para la captura de carbono. La pérdida de biodiversidad y cambios en especies pueden debilitar estos sumideros. Así mismo, la reducción de las capturas pesqueras podría dar lugar a un incremento de demanda de otras fuentes proteicas más intensivas en emisiones.	
Déficits de información	Actualmente existen importantes déficits de información en los efectos del cambio climático sobre las corrientes marinas. Del mismo modo, se requiere un mayor conocimiento sobre el impacto de los cambios en la producción y composición del plancton, base de la cadena trófica marina, cuyo comportamiento puede verse alterado por el aumento de temperatura, la acidificación del océano y la disminución de nutrientes, afectando así la productividad pesquera y la biodiversidad. A esto se suman lagunas en la evaluación de riesgos combinados, como la interacción entre eventos extremos, contaminación y sobreexplotación, así como la escasa integración de enfoques sociales y territoriales en el análisis de vulnerabilidades.	

**Recomendaciones  
de priorización**

Requiere planificación y preparación de respuestas en un horizonte temporal cercano. Requiere una evaluación más detallada y estudios complementarios. Se puede abordar principalmente dentro de un único ámbito de la gestión pública.

---

---

VERSIÓN NO EDITADA

## 5 ANÁLISIS DE RIESGOS COMPLEJOS

Los riesgos climáticos no operan de forma aislada, sino que están profundamente interconectados. Una aproximación exclusivamente sectorial de los riesgos limita la comprensión de estas interacciones y dificulta la identificación de efectos en cascada que trascienden los límites de cada sector.

Con este objetivo, se ha desarrollado un análisis específico de **riesgos complejos** (véase Capítulo Riesgos Complejos), orientado a identificar conexiones críticas entre sectores, dependencias cruzadas y posibles efectos en cascada, contribuyendo así a una planificación de la adaptación más robusta y coherente.

Para abordar esta complejidad se ha desarrollado un modelo basado en teoría de grafos. Esta herramienta matemática permite representar sistemas compuestos por elementos relacionados entre sí.

Cada nodo del grafo representa un riesgo clave identificado, y las conexiones (aristas dirigidas) indican cómo unos riesgos influyen en otros.

Este enfoque permite visualizar la estructura del sistema, identificar nodos (riesgos) principales y calcular métricas que ayudan a entender el papel de cada riesgo. Así, el grado de salida señala los riesgos con mayor capacidad de generar impactos; el grado de entrada identifica aquellos más vulnerables a influencias externas; la denominada “centralidad de cercanía” muestra la rapidez con la que un riesgo puede verse afectado por el resto del sistema; y, finalmente, la “centralidad de intermediación” revela los riesgos que actúan como puentes en la propagación de efectos.

El análisis de riesgos complejos del ámbito sectorial de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación se centra en tres de los riesgos clave (RC5.1: RC5.2; RC5.3)

El *Riesgo de daños o pérdidas de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua* (RC5.1) tiene grado de entrada 9 y grado de salida 13:

- En lo que se refiere a su grado de entrada, este riesgo se ve influido por riesgos de múltiples ámbitos sectoriales como Agua y Recursos Hídricos (RC2.1) (RC2.3), Patrimonio Natural (RC3.1), (RC3.4); Industria y Servicios (RC11.4) y Paz Seguridad y Cohesión Social (RC14.1) (RC14.2) (RC14.3).
- En cuanto a su grado de salida, este riesgo actúa como nodo generador de impactos en cascada sobre riesgos pertenecientes a sectores como Agua y Recursos Hídricos (RC2.1) (RC2.3), Patrimonio Natural (RC3.4), Agricultura y Ganadería (RC5.2) (RC 5.3), Industria y Servicios (RC11.4) Sistema financiero y actividad aseguradora (RC13.1) (RC13.2) (RC 13.3) (RC 13.4) y Paz, Seguridad, y Cohesión Social (RC14.1) (RC14.2) (RC14.3).

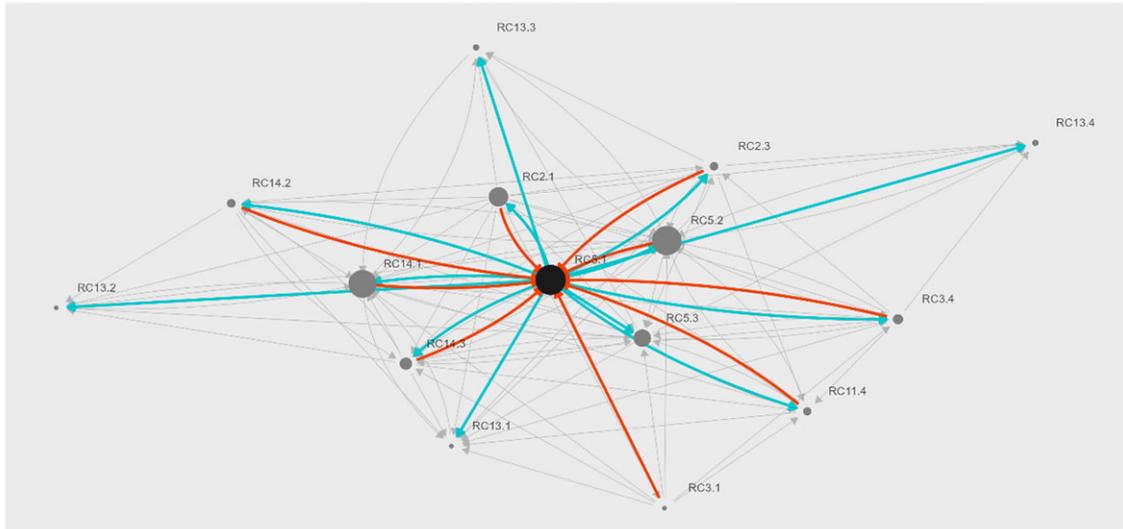


Figura 6. Grafo del *Riesgo de daños o pérdidas de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua* Fuente: capítulo de riesgos complejos.

El *Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos (RC5.2)* tiene grado de entrada 12 y grado de salida 12:

- En lo que se refiere a su grado de entrada, este riesgo se ve influido por riesgos de multiples ámbitos sectoriales como Agua y Recursos Hidricos (RC2.1) (RC2.2) (RC2.3), Patrimonio Natural (RC3.1), (RC3.4); Agricultura y Ganadería (RC 5.1); Industria y Servicios (RC11.4), Sistema financiero y actividad aseguradora (RC 13.3) (RC 13.4) y Paz Seguridad y Cohesión Social (RC14.1) (RC14.2) (RC14.3).
- En cuanto a su grado de salida, este riesgo actúa como nodo generador de impactos en cascada sobre riesgos pertenecientes a sectores como Agua y Recursos Hidricos (RC2.3), Patrimonio Natural (RC3.4), Agricultura y Ganadería (RC5.1) (RC 5.3) , Industria y Servicios (RC11.4) Sistema financiero y actividad aseguradora (RC13.1) (RC13.2) (RC 13.3) (RC 13.4) y Paz, Seguridad, y Cohesion Social (RC14.1) (RC14.2) (RC14.3).

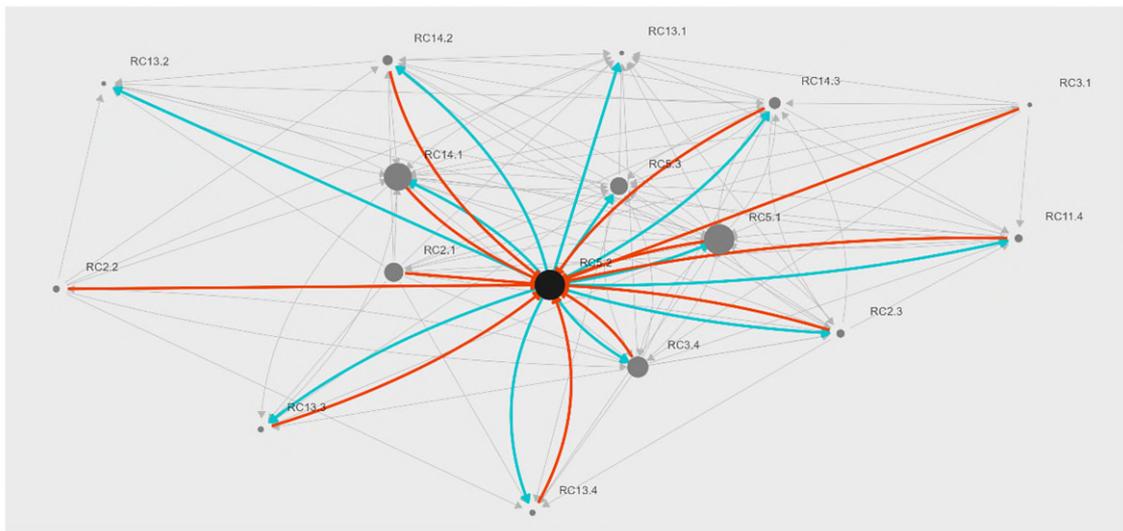


Figura 7. Grafo del *Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos*. Fuente: capítulo de riesgos complejos

El riesgo *Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y descenso de precipitaciones (RC5.3)* tiene grado de entrada 13y grado de salida 9:

- En lo que se refiere a su grado de entrada, este riesgo se ve influido por riesgos de multiples ámbitos sectoriales como Agua y Recursos Hidricos (RC2.1) (RC2.3), Patrimonio Natural (RC3.1), (RC3.3) (RC3.4); Forestal ( RC4.4) (RC 4.5) ; Agricultura y Ganadería (RC 5.1) (RC 5.2) ; Ciudades (RC 7.2) ; Industria y Servicios (RC11.4), y Paz Seguridad y Cohesión Social (RC14.1) (RC14.3).
- En cuanto a su grado de salida, este riesgo actúa como nodo generador de impactos en cascada sobre riesgos pertenecientes a sectores como Patrimonio Natural (RC3.4), Industria y Servicios (RC11.4) Sistema financiero y actividad aseguradora (RC13.1) (RC13.2) (RC 13.3) (RC 13.4) y Paz, Seguridad, y Cohesion Social (RC14.1) (RC14.2) (RC14.3).

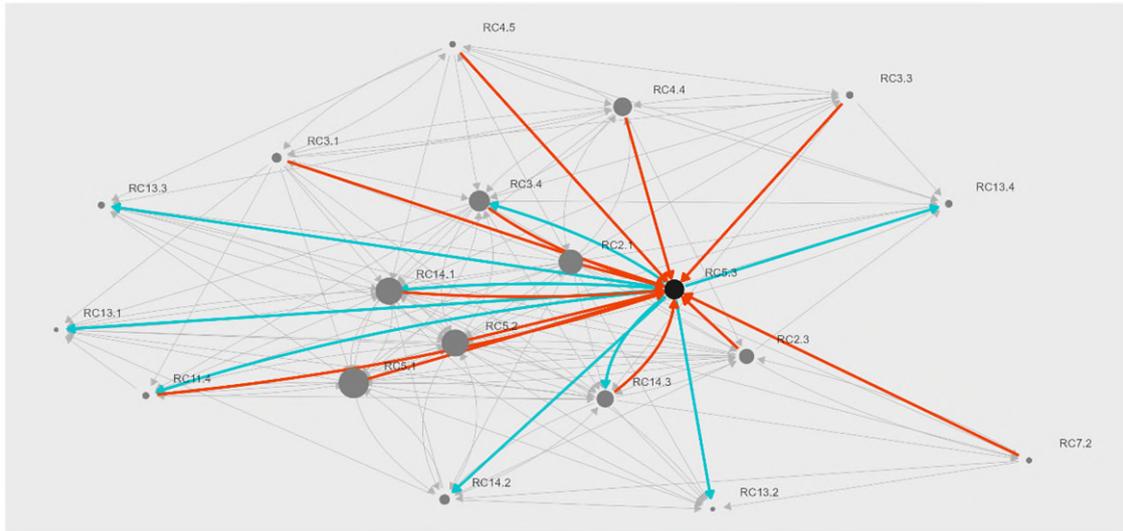


Figura 8. Grafo del *Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y descenso de precipitaciones*. Fuente: capítulo de riesgos complejos

Las métricas asociadas a todos los riesgos clave de este sector se resumen en la tabla siguiente.

**Tabla 2.** Análisis de riesgos complejos en el ámbito de la Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Fuente: capítulo riesgos complejos.

Riesgo Clave	Grado de entrada	Grado de salida	Intermediación	Cercanía
RC5.1 Riesgo de daños o pérdidas de cosechas por estrés hídrico, aumento de periodos de sequía y menor disponibilidad de agua	Bajo	Alto	Alto	Medio
RC5.2 Riesgo de daños y/o pérdidas de cosechas por eventos climáticos extremos	Alto	Alto	Alto	Medio

RC5.3 Riesgo de pérdidas de producción ganadera, bienestar animal e incluso mortalidad por subida de temperatura, por olas de calor y descenso de precipitaciones	Alto	Bajo	Medio	Medio
RC5.4 Riesgo de pérdida de productividad pesquera por cambios en la distribución de especies o a los cambios en los stocks poblacionales debido a la modificación de las variables climáticas oceánicas	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

VERSIÓN NO EDITADA

## 6 CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio **LIFE\_ecoADAPT50** ha sido seleccionado con un propósito ilustrativo, aportando un ejemplo concreto de evaluación de riesgos climáticos dentro del ámbito de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Los casos de estudio sectoriales, en su mayoría facilitados por comunidades autónomas, permiten mostrar enfoques aplicados, avances metodológicos y herramientas de diagnóstico desarrolladas en distintos sectores y contextos locales, y reflejan la diversidad territorial y temática del país. Lejos de constituir una recopilación exhaustiva, su inclusión busca enriquecer el análisis nacional mediante la exposición de buenas prácticas y aprendizajes relevantes, favoreciendo así la transferencia de conocimiento y la identificación de experiencias innovadoras en la gestión y evaluación de riesgos climáticos.

ecoADAPT50	
 <p><b>Ámbito Territorial:</b> Cataluña</p>	<p><b>Objeto:</b> El objetivo principal del LIFE eCOadapt50 es promover una transformación en los territorios en los que se desarrolla para reducir su vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. El proyecto impulsa la inversión y la ejecución de acciones de adaptación al cambio climático a corto, medio y largo plazo, con la implicación, desde el inicio, de los agentes socioeconómicos de los territorios.</p>
<p><b>Sector(es)/subsector</b> agricultura, ganadería, forestal, pesca, turismo y administración local de 19 territorios de Cataluña.</p>	<p><b>Descripción:</b> LIFE eCOadapt50 opera con un modelo holístico: es multisectorial y territorial, basado en co-creación socio-institucional, y sólido desde la perspectiva de manejo de datos y gestión del riesgo. Identifica peligros climáticos concretos, evalúa su impacto sobre el entorno ecológico y social, e impulsa una gobernanza eficaz para transformar la resiliencia del territorio y la economía local.</p>
<p><b>Entidad(es) del proyecto:</b> El proyecto está integrado por 25 socios públicos y privados. El promotor y coordinador es el Área de Acción Climática y Transición Energética de la Diputación de Barcelona.</p>	
<p><b>Escala:</b> Regional, 19 áreas de Cataluña (60% de la superficie catalana)</p>	
<p><b>Riesgo(s):</b> Los riesgos que se han identificado en el territorio incluyen: la reducción cuantitativa y cualitativa del agua, el incremento de olas de calor, la mayor frecuencia de incendios, la erosión y la mortalidad de especies marinas, así como las pérdidas económicas para los sectores afectados.</p>	

<p><b>Enlaces:</b> <a href="https://ecoadapt50.eu/es/">https://ecoadapt50.eu/es/</a></p>	<p><b>Aspectos destacables:</b> Se han creado 19 “living labs” territoriales (espacios de gobernanza local) que reúnen a administraciones, agentes sectoriales, entidades científicas, financieras y sociales. Estos laboratorios facilitan la identificación de necesidades, diseño de soluciones, implementación de acciones y seguimiento conjunto. Se fortalece la gobernanza adaptativa con espacios permanentes y se movilizan fondos - más de 73 M€ en inversiones complementarias públicas y privadas (seguros, banca ética...)-.</p>
--	---

VERSIÓN NO EDITADA

## 7 LIMITACIONES Y PARTICULARIDADES METODOLÓGICAS DEL SECTOR

El sector primario en España es altamente heterogéneo y diverso, y su funcionamiento depende en gran medida de las condiciones agronómicas específicas de cada región, así como de la accesibilidad y disponibilidad de recursos clave como el agua. En el presente capítulo, se han identificado riesgos relevantes y claves para los subsectores agrario, ganadero, pesquero y de alimentación en general.

Durante el desarrollo del capítulo, así como en la aplicación del análisis multicriterio para la jerarquización de riesgos, se ha intentado considerar, en la medida de lo posible y según la disponibilidad de información, las diferentes tipologías de cultivo, los sistemas de producción, las prácticas de manejo y la variabilidad geográfica. Sin embargo, persisten ciertas limitaciones importantes. En particular, es fundamental disponer de datos más detallados y precisos que permitan establecer de forma más precisa las diferencias entre:

- Cultivos de secano y de regadío, que presentan distintas necesidades hídricas y vulnerabilidades frente a peligros climáticos como sequías.
- Cultivos anuales y leñosos, cuya respuesta a eventos extremos, plazos de adaptación y necesidades de gestión son muy diferentes.
- Sistemas ganaderos intensivos y extensivos, con implicaciones distintas en cuanto a su relación con el territorio, uso de recursos, emisiones y capacidad de adaptación.
- Actividades de pesca y acuicultura, que requieren caracterización específica de sus áreas de operación.

Esta información desagregada es esencial para desarrollar estrategias de adaptación adecuadas. Por otro lado, la limitada disponibilidad de estudios enfocados a regiones y cultivos específicos dificulta cuantificar el impacto del cambio climático. Sí que existen estudios para cultivos como el viñedo (Resco et al., 2016) y el olivar (Moriondo et al., 2013), así como trabajos en frutales (Rodríguez et al., 2021; Egea et al., 2022). El factor regional es clave para cualquier estudio de impacto en el sector agrario, debido a la dependencia del factor agroclimático para la producción alimentaria.

Para garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo resulta clave aplicar estrategias integrales de adaptación y mitigación, ajustadas a las particularidades de cada territorio, pero enmarcadas dentro de una visión conjunta coherente. Esto permitirá evitar problemas de maladaptación, así como la pérdida de biodiversidad, entre otros. En España, tal como se ha comentado a lo largo del desarrollo del capítulo, la diversidad agroclimática y la especialización regional hacen que los efectos del cambio climático sobre el sector, desde sequías hasta fenómenos extremos y otros problemas como la salinización de suelos, varíen significativamente entre regiones y tipologías de producción. Por ello, es imprescindible adoptar enfoques territoriales específicos que aseguren la sostenibilidad de la producción alimentaria.

Además, es necesario mejorar y diversificar las metodologías de análisis, ampliar fuentes y datos utilizados, considerando aproximaciones más integrales y contrastándolas con diferentes agentes del sector. A pesar de la existencia de estudios que podrían contribuir a generar información más detallada y a vincular variables climáticas con posibles soluciones, todavía se observan carencias importantes en la disponibilidad, actualización y aplicación práctica de estos conocimientos. En este sentido, los estudios multiactor, especialmente aquellos que incorporan la perspectiva de las personas productoras, son fundamentales. No obstante, es igualmente crucial que estos estudios reflejen el grado de conexión con su implementación real en los territorios, garantizando así su viabilidad, eficacia y pertinencia en el contexto local (Ramírez et al., 2025).

### **Solape con otros capítulos.**

Debido a la singularidad del sector primario, en el desarrollo de este estudio existen otros capítulos que complementan el análisis de la complejidad de los riesgos climáticos que lo afectan. De esta forma, por

ejemplo, en el capítulo dedicado al agua, se contempla el sector agrario como uno de los más demandantes del recurso; e igualmente, el sector pesquero se aborda en los capítulos dedicados a costas y a biodiversidad y medio natural.

VERSIÓN NO EDITADA

## 8 REFERENCIAS

- AEA Energy & Environment. (2007). Adaptation to climate change in the agricultural sector: Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development (AGRI-2006-G4-05). Universidad Politécnica de Madrid.
- AEMET. Agencia estatal de meteorología. (s.f.) *Resúmenes climatológicos*. Gobierno de España. [https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/resumenes](https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes)
- AgriAdapt (2019) Adaptación de sistemas agrarios. Adaptación de sistemas agrarios europeos al cambio climático. Resultados PROYECTO LIFE AgriAdapt CCA/DE/000072
- AGROSEGURO (2024). *Informe de siniestralidad 2024*.
- Alcon, F., Zabala, J. A., Martínez-García, V., Albaladejo, J. A., López-Becerra, E. I., de-Miguel, M. D., & Martínez-Paz, J. M. (2022). The social wellbeing of irrigation water. A demand-side integrated valuation in a Mediterranean agroecosystem. *Agricultural Water Management*, 262, 107400. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107400>
- Almagro, M., de Vente, J., Boix-Fayos, C., García-Franco, N., Melgares de Aguilar, J., González, D., Solé-Benet, A., & Martínez-Mena, M. (2016). Sustainable land management practices as providers of several ecosystem services under rainfed Mediterranean agroecosystems. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 21(7), 1029–1043. <https://doi.org/10.1007/s11027-013-9535-2>
- Almagro, M., López, J., Querejeta, J. I., & Martínez-Mena, M. (2009). Temperature dependence of soil CO<sub>2</sub> efflux is strongly modulated by seasonal patterns of moisture availability in a Mediterranean ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(3), 594–605. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.12.021>
- Amicarelli, V., & Bux, C. (2020). Food waste measurement toward a fair, healthy and environmental-friendly food system: A critical review. *British Food Journal*, 123(8), 2907–2935. <https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2020-0658>
- AOP2 (2023) Informe socioeconómico del sector pesquero. Pesca España. [https://pescaespana.org/wp-content/uploads/2024/04/SOCIOEC\\_PESCAESPANA\\_24.pdf](https://pescaespana.org/wp-content/uploads/2024/04/SOCIOEC_PESCAESPANA_24.pdf)
- APROMAR (2022) [Informe La acuicultura en España](#). Asociación Empresarial de Acuicultura de España.
- Ara Begum, R., Lempert, E., Ali, E., Benjaminsen, T.A., Bernauer, T., Cramer, W., Cui, X., Mach, K., Nagy, G., Stenseth, N.C., Sukumar, R., & Wester, P. (2022). Point of Departure and Key Concepts (Chapter 1). In: IPCC 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Tignor, M., Poloczanska, E.S., Mintenbeck, K, Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., et al., pp. 121-196 Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. 10.1017/9781009325844.003.
- Aragão, G. M., López-López, L., Punzón, A., Guijarro, E., Esteban, A., García, E., González-Irusta, J. M., Polo, J., Vivas, M., & Hidalgo, M. (2022). The importance of regional differences in vulnerability to climate change for demersal fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 79(2), 506–518. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab134>

- Arenas-Castro, S., Gonçalves, J. F., Moreno, M., & Villar, R. (2020). Projected climate changes are expected to decrease the suitability and production of olive varieties in southern Spain. *Science of The Total Environment*, 709, 136161. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136161>
- Barranco, L. M., Dimas, M., Jiménez, A., & Estrada, F. (2018). Nueva evaluación del impacto futuro del cambio climático en los recursos hídricos en España. *Revista Digital del Cedex*, 191, Article 191.
- Beguiría, S., Trullenque-Blanco, V., Vicente-Serrano, S.M. and González-Hidalgo, J.C. (2025). Aridity on the Rise: Spatial and Temporal Shifts in Climate Aridity in Spain (1961–2020). *Int J Climatol*, 45: e8775. <https://doi.org/10.1002/joc.8775>
- Betts, R. A., Haward, A. B., & Pearson, K. V. (Eds.). (2021). *The Third UK Climate Change Risk Assessment Technical Report*. Prepared for the Climate Change Committee, London, UK. <https://www.ukclimaterisk.org/independent-assessment-ccra3/technical-report/>
- Blanco-Penedo, I., Velarde, A., Kipling, R. P., & Ruete, A. (2020). Modeling heat stress under organic dairy farming conditions in warm temperate climates within the Mediterranean basin. *Climatic Change*, 162(3), 1269–1285. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02818-y>
- Borrelli, P., Matthews, F., Saggau, P., Manzaneda, A., Panagos, P., Kaffas, K., Alewell, C (2025) Unsustainably losing ground. *Nature Sustainability* 8, 986–989. <https://doi.org/10.1038/s41893-025-01628-3>
- Brewer, T. D., Andrew, N. L., Abbott, D., Detenamo, R., Faaola, E. N., Gounder, P. V., Lal, N., Lui, K., Ravuvu, A., Sapalojang, D., Sharp, M. K., Sulu, R. J., Suvulo, S., Tamate, J. M. M. M., Thow, A. M. & Wells, A. T. (2023). The role of trade in pacific food security and nutrition. *Global Food Security*, 36, 100670. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100670>
- Calvo, E., Simó, R., Coma, R., Ribes, M., Pascual, J., Sabatés, A., Gili, J. M., & Pelejero, C. (2011). Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: The case of the Catalan Sea. *Climate Research*, 50(1), 1–29. <https://doi.org/10.3354/cr01040>
- Ciscar Martínez, J.-C., Feyen, L., Ibarreta Ruiz, D., Soria Ramírez, A., Dosio, A., Toreti, A., Ceglar, A., Fumagalli, D., Dentener, F., Lecerf, R., Zucchini, A., Panarello, L., Niemeyer, S., Pérez-Dominguez, I., Fellmann, T., Kitous, A., Després, J., Christodoulou, A., Demirel, H., Alfieri, L., Dottori, F., Voudoukas, M., Mentaschi, L., Voukouvalas, E., Cammalleri, C., Marinho Ferreira Barbosa, P., Micale, F., Vogt, J., Barredo Cano, J. I., Caudullo, G., Mauri, A., de Rigo, D., Libertà, G., Houston Durrant, T., Artés Vivancos, T., San-Miguel-Ayanz, J., Gosling, S., Zaherpour, J., De Roo, A., Bisselink, B., Bernhard, J., Bianchi, A., Rozsai, M., Szewczyk, W., & Mongelli, I. (2018). Climate impacts in Europe: Final report of the JRC PESETA III project. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/93257>
- CEDEX (2017). [Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España \(Informe final\)](#). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- CEOE (2023). [Informe sobre el agua en España: situación actual, retos y oportunidades](#).
- Chust, G., Taboada, F. G., Fernandes-Salvador, J. A., Cheung, W., & Coll, M. (2025). Chapter 18—Climate change impacts on marine fish ecology and fisheries. In H. Cabral, M. Lepage, J. Lobry, & O. Le Pape (Eds.), *Ecology of Marine Fish* (pp. 355–371). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99036-3.00008-8>
- Cubillo, A. M., Ferreira, J. G., Lencart-Silva, J., Taylor, N. G. H., Kennerley, A., Guildler, J., Kay, S., & Kamermans, P. (2021). Direct effects of climate change on productivity of European aquaculture. *Aquaculture International*, 29(4), 1561–1590. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00694-6>

- Custodio, E. (2020). Results of seawater intrusion in Mediterranean Spain and the Spanish islands according to the SASMIE report. *Boletín Geológico Y Minero*, 131(4), 775–794. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.131.4.015>
- Davis, K.F., Downs, S., Gephart, J.A. (2020). Towards food supply chain resilience to environmental shocks. *Nat. Food* 2, 54–65. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00196-3>.
- de Gálvez-Montañez, E., Trigo, M. M., Recio, M., & Picornell, A. (2024). Flowering seasonality and airborne pollen recent trends in Sierra de las Nieves, the southernmost National Park in continental Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 359, 110295. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2024.110295>
- de Rigo, D., Libertà, G., Houston Durrant, T., Vivancos, T. A., San-Miguel-Ayanz, J., & Union, P. O. of the E. (2017). *Forest fire danger extremes in Europe under climate change: Variability and uncertainty* [Research Report]. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/13180>
- Del Prado, A., Galán, E., Batalla, I., & Pardo, G. (2020). Impactos y adaptación al cambio climático en rumiantes. *Informacion Tecnica Economica Agraria*. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.038>
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Tigchelaar, M., Battisti, D. S., Merrill, S. C., Huey, R. B., & Naylor, R. L. (2018). Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361(6405), 916–919. <https://doi.org/10.1126/science.aat3466>
- Devot, A., Royer, L., Arvis B., Deryng, D., Caron Giauffret, E., Giraud, L., Ayrat, V., and Rouillard, J. (2023) Research for AGRI Committee – The impact of extreme climate events on agriculture production in the EU, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels
- Duchenne-Moutien, R. A., & Neetoo, H. (2021). Climate Change and Emerging Food Safety Issues: A Review. *Journal of Food Protection*, 84(11), 1884–1897. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-141>
- Duffy, J. (2023). Climate Change as a Risk Factor for Food Insecurity in Spain. *Health and Human Rights*, 25(2), 103–104.
- EFSA (2020). Climate change as a driver of emerging risks for food and feed safety, plant, animal health and nutritional quality. European Food Safety Authority (EFSA) <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1881>
- Egea, J. A., Caro, M., García-Brunton, J., Gambín, J., Egea, J., & Ruiz, D. (2022). Agroclimatic Metrics for the Main Stone Fruit Producing Areas in Spain in Current and Future Climate Change Scenarios: Implications From an Adaptive Point of View. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.842628>
- Eklund, L.G., Sibilia, A., Salvi, A., Antofie, T., Rodomonti, D., Salari, S., Poljansek, K., Marzi, S., Gyenes, Z. and Corban, C., Towards a European wide vulnerability framework, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/353889, JRC118850.
- ENESA (2023) Memoria de ENESA. Principales indicadores del seguro agrario. Edita. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/enesa/090\\_publicaciones/memorias-de-actividades-de-enesa/documentos/memoria\\_enesa\\_indicadoresseguroagrario2023.pdf](https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/enesa/090_publicaciones/memorias-de-actividades-de-enesa/documentos/memoria_enesa_indicadoresseguroagrario2023.pdf)
- Erauskin-Extramiana, M., Alvarez, P., Arrizabalaga, H., Ibaibarriaga, L., Uriarte, A., Cotano, U., Santos, M., Ferrer, L., Cabré, A., Irigoien, X., & Chust, G. (2019a). Historical trends and future distribution of

- anchovy spawning in the Bay of Biscay. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 159, 169–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2018.07.007>
- Erauskin-Extramiana, M., Arrizabalaga, H., Hobday, A. J., Cabré, A., Ibaibarriaga, L., Arregui, I., Murua, H., & Chust, G. (2019b). Large-scale distribution of tuna species in a warming ocean. *Global Change Biology*, 25(6), 2043–2060. <https://doi.org/10.1111/gcb.14630>
- Espinosa-Tasón, J., Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C., & Musolino, D. A. (2022). Socioeconomic impact of 2005–2008 drought in Andalusian agriculture. *Science of The Total Environment*, 826, 154148. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154148>
- European Environment Agency. (2024). *European climate risk assessment: Executive summary*. (Informe TH-AL-24-001-EN-N). Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/204249>
- Fanzo, J. & Miachon, L. (2023). Harnessing the connectivity of climate change, food systems and diets: Taking action to improve human and planetary health. *Anthropocene*, 42, 100381. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2023.100381>
- Fanzo, J.; Rose, A. (2025) Climate change and food systems interactions: Ensuring resilient and healthy diets”, *Field Actions Science Reports*, Special Issue 27 , 52-56.
- FAO (2022). Soils for nutrition: state of the art. Rome. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0900en>
- FAO (2023). The Impact of Disasters on Agriculture and Food Security 2023 – Avoiding and reducing losses through investment in resilience. Rome. FAO
- Fernández-Giménez, M. E., E. Oteros-Rozas and F. Ravera (2019). Co-creando Conocimientos Para La Acción Con Mujeres Del Entorno Pastoralista En España. Cabezón de la Sal, Cantabria, España: Asociación Trashumancia y Naturaleza.
- Feyen, L., Ciscar, M. J. C., Gosling, S., Ibarreta, R. D., Soria, R. A., Dosio, A., Naumann, G., Russo, S., Formetta, G., Forzieri, G., Girardello, M., Spinoni, J., Mentaschi, L., Bisselink, B., Bernhard, J., Gelati, E., Adamovic, M., Guenther, S., De, R. A., ... Olariaga-Guardiola, M. (2020). *Climate change impacts and adaptation in Europe*. JRC Publications Repository. <https://doi.org/10.2760/171121>
- Fi-compass (2025). Insurance and Risk Management Tools for Agriculture in the EU. European Investment Bank. <https://www.fi-compass.eu/library/market-analysis/insurance-and-risk-management-tools-agriculture-eu>.
- Fundación AON (2024) [Barómetro de las catástrofes en España 2023](#). Observatorio de catástrofes.
- Fundación Entretantos (2025) Ganadería extensiva y cambio climático. Manual para la aplicación de una estrategia integrada de adaptación y mitigación en el sur de Europa. Editado por Fundación Entretantos. Valladolid.
- Galán, E., Llonch, P., Villagrà, A., Levit, H., Pinto, S., & Del Prado, A. (2018). A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. *PLoS One*, 13(11), e0206520. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206520>
- García Díez, C. & Remiro Perlado, J. P. (2014) Impactos del Cambio Climático sobre la Acuicultura en España. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 38 pág

- García-Franco, N., Albaladejo, J., Almagro, M., & Martínez-Mena, M. (2015). Beneficial effects of reduced tillage and green manure on soil aggregation and stabilization of organic carbon in a Mediterranean agroecosystem. *Soil and Tillage Research*, 153, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.05.010>
- García-León, D., Contreras, S., & Hunink, J. (2019). Comparison of meteorological and satellite-based drought indices as yield predictors of Spanish cereals. *Agricultural Water Management*, 213, 388–396. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.10.030>
- García-Tejero, I. F., Herencia-Galán, J. F., Cárceles Rodríguez, B., Calderón-Pavón, A., Aldana Navarro, J., Rubio-Casal, A. E., & Durán Zuazo, V. H. (2024). Integrating Deficit Irrigation Strategies and Soil-Management Systems in Almond Orchards for Resilient Agriculture. *Agronomy*, 14(10). Scopus. <https://doi.org/10.3390/agronomy14102288>
- Gil, M., Gomez-Raya, L., Torres, O.; Cigarroa-Vazquez, F., Davila, S., Rauw, W. (2023) Heterophil/lymphocyte response of local Spanish breeds of laying hens to cold stress, heat stress, and water restriction. *Journal of Thermal Biology* (113), 103542. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103542>
- Gratsea, M., Varotsos, K. V., López-Nevaldo, J., López-Feria, S., & Giannakopoulos, C. (2022). Assessing the long-term impact of climate change on olive crops and olive fly in Andalusia, Spain, through climate indices and return period analysis. *Climate Services*, 28, 100325. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2022.100325>
- Hempel, S., Menz, C., Pinto, S., Galán, E., Janke, D., Estellés, F., Müschner-Siemens, T., Wang, X., Heinicke, J., Zhang, G., Amon, B., del Prado, A., & Amon, T. (2019). Heat stress risk in European dairy cattle husbandry under different climate change scenarios – uncertainties and potential impacts. *Earth System Dynamics*, 10(4), 859–884. <https://doi.org/10.5194/esd-10-859-2019>
- HLPE (2024). Strengthening urban and peri-urban food systems to achieve food security and nutrition in the context of urbanization and rural transformation. FAO, Rome, Italy. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/cf8cd142-cceb-4e81-8764-c8fbc291ce1b/content>
- Hristov, J., Toreti, A., Perez Dominguez, I., Dentener, F., Fellmann, T., Elleby, C., Ceglar, A., Fumagalli, D., Niemeyer, S., Cerrani, I., Panarello, L. and Bratu, M. (2020). Analysis of climate change impacts on EU agriculture by 2050, EUR 30078 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-10617-3, doi:10.2760/121115, JRC119632.
- Hueso González, P., Sillero Medina, J. A. ., Menjibar Romero, M., & Ruiz Sinoga, J. D. (2024). Estrategias de recuperación de cubierta vegetal y mejora de la calidad edáfica en ambientes mediterráneos degradados: SECCIÓN GENERAL. *Geographicalia*, (76), 171–176. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.20247611393](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.20247611393)
- Iglesias, E., Báez, K., & Diaz-Ambrona, C. H. (2016). Assessing drought risk in Mediterranean Dehesa grazing lands. *Agricultural Systems*, 149, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.07.017>
- IPBES (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>

- IPCC (2019) Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. <https://www.ipcc.ch/srccl/>
- IPCC (2022) Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
- INE (2018). Encuesta sobre el uso del agua en el sector agrario. Año 2018.
- INE (2020). [Censo Agrario 2020](#).
- Jenkins, K. (2013). Indirect economic losses of drought under future projections of climate change: A case study for Spain. *Natural Hazards*, 69(3), 1967–1986. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0788-6>
- Lalanda, R., Olivares, P., Pajares, M. (2025). Adaptación sostenible al cambio climático en olivos. Fundación Global Nature.
- Llorente, M.; Marín, Leticia C.; Herrera, Pedro M.; Majadas, J.; Majadas, Hugo (2024). Pastorear en tiempos de cambio. Plan de Acción Estratégica para la adaptación de la ganadería extensiva al cambio climático. Documento de síntesis. Fundación Entretantos. Valladolid.
- Lorite, I. J., Cabezas-Luque, J. M., Arquero, O., Gabaldón-Leal, C., Santos, C., Rodríguez, A., Ruiz-Ramos, M., & Lovera, M. (2020). The role of phenology in the climate change impacts and adaptation strategies for tree crops: A case study on almond orchards in Southern Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 294, 108142. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108142>
- Lorite, I., Cabezas, J., Ruiz-Ramos, M., de la Rosa, R., Soriano, M., León, L., Santos, C., & Gabaldón-Leal, C. (2022). Enhancing the sustainability of Mediterranean olive groves through adaptation measures to climate change using modelling and response surfaces. *Agricultural and Forest Meteorology*, 313, 108742. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108742>
- Lucia Martin, L., Smerald, A., Kiese, R., Klimiuk, T., Ludwig, P., Sánchez-Benítez, A., Goessling, H., & Scheer, C. (2025). The vulnerability of European agricultural areas to anthesis heat stress increases with climate change. *Environmental Research: Food Systems*, 2(2), 025002. <https://doi.org/10.1088/2976-601X/adb03d>
- Luján Soto, R., Martínez-Mena, M., Cuéllar Padilla, M., & de Vente, J. (2021). Restoring soil quality of woody agroecosystems in Mediterranean drylands through regenerative agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 306, 107191. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107191>
- Madejón, P., Fernández-Boy, E., Morales-Salmerón, L., Navarro-Fernández, C. M., Madejón, E., & Domínguez, M. T. (2023). Could conservation tillage increase the resistance to drought in Mediterranean faba bean crops? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 349, 108449. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108449>
- MAPA (2016) Impactos del cambio climático en los procesos de desertificación en España.
- MAPA (2021) Plan para la Igualdad de Género en el Sector Pesquero y Acuícola 2021-2027. Secretaría general técnica.
- MAPA (2023) Encuesta sobre superficie y rendimientos de cultivos. [ESYRCE](#).

- MAPA (2023b) Encuesta económica de la acuicultura. Año 2023.
- MAPA (2024) Informe anual de la actividad de la flora pesquera española 2024 (datos 2022). Secretaría general de pesca.
- MAPA (2025) Actualización de la situación epidemiológica de la enfermedad hemorrágica epizootica. Dirección General de Sanidad de la Producción Agroalimentaria y Bienestar Animal. SG Sanidad e Higiene Animal y Trazabilidad.
- MAPA (2025b). Diagnóstico de la mano de obra agraria con perspectiva de género. <https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/desarrollo-rural/temas/igualdad-de-genero-y-desarrollo-sostenible-en-el-medio-rural/micrositio-mujeres-rurales/las-mujeres-en-el-medio-rural/diagnostico-mano-obra-agraria.pdf>
- Martínez-Dalmau, J., Gutiérrez-Martín, C., Kahil, T., & Berbel, J. (2023). Impact of alternative water policies for drought adaptation in the Guadalquivir Mediterranean river basin, southern Spain. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 47, 101444. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101444>
- Maudos, J. y Salamanca, J. (2023). Observatorio sobre el sector agroalimentario español en el contexto europeo. Informe 2022. Informes 79. Almería, Cajamar Caja Rural.
- Miraglia, M., Marvin, H. J. P., Kleter, G. A., Battilani, P., Brera, C., Coni, E., Cubadda, F., Croci, L., De Santis, B., Dekkers, S., Filippi, L., Hutjes, R. W. A., Noordam, M. Y., Pisante, M., Piva, G., Prandini, A., Toti, L., van den Born, G. J., & Vespermann, A. (2009). Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology*, 47(5), 1009–1021. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.02.005>
- Mirón, I. J., Linares, C., & Díaz, J. (2023). The influence of climate change on food production and food safety. *Environmental Research*, 216, 114674. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114674>
- MITECO (2025). [Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero](#). Avance GEI año 2024.
- MITECO (2018). [Inundaciones y cambio climático](#). Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 105 pp.
- MITECO (2022). Estrategia Nacional de Lucha contra la Desertificación en España.
- MITECO (2023). [Usos del agua en España 2021/22](#). Noviembre 2023
- MITERD (2022). Orientaciones Estratégicas sobre Agua y Cambio. Dirección General del Agua.
- Mohr, S., Kunz, M., & Geyer, B. (2015). Hail potential in Europe based on a regional climate model hindcast. *Geophysical Research Letters*, 42(24), 10,904-10,912. <https://doi.org/10.1002/2015GL067118>
- Moldero, D., López-Bernal, Á., Testi, L., Lorite, I. J., Fereres, E., & Orgaz, F. (2021). Long-term almond yield response to deficit irrigation. *Irrigation Science*, 39(4), 409–420. <https://doi.org/10.1007/s00271-021-00720-8>
- Moriondo, M., Trombi, G., Ferrise, R., Brandani, G., Dibari, C., Ammann, C. M., Lippi, M. M., & Bindi, M. (2013). Olive trees as bio-indicators of climate evolution in the Mediterranean Basin. *Global Ecology and Biogeography*, 22(7), 818–833. <https://doi.org/10.1111/geb.12061>
- Motta, C., Naumann, G., Gomez, D., Formetta, G., & Feyen, L. (2025). Assessing the economic impact of droughts in Europe in a changing climate: A multi-sectoral analysis at regional scale. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 59, 102296. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2025.102296>

- Naumann, G., Cammalleri, C., Mentaschi, L., & Feyen, L. (2021). Increased economic drought impacts in Europe with anthropogenic warming. *Nature Climate Change*, 11(6), Article 6. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01044-3>
- Nebot Colomer, E., Rivas Navarro, A., Fernández de Arcaya, U., Martin, L., & Albo Puigserver, M. (2025). VADAPES II: Adaptación y mitigación al cambio climático en el sector pesquero español. Herramientas para prevenir la maladaptación en pesquerías del Atlántico y del Mediterráneo. Centro Oceanográfico de Baleares (IEO-CSIC), con el apoyo de Fundación Biodiversidad, MITECO.
- Ojea, E., Ilosvay, X. E., Salgueiro-Otero, D., Rubio, I., Tidd, A. N., Caballero, S. V., Bueno-Pardo, J., Aguión, A., Barazzetta, F., & Ameneiro, J. (2023). Research priorities for seafood-dependent livelihoods under ocean climate change extreme events. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 61, 101264. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101264>
- Padin, X. A., Babarro, J. M. F., Otero, P., Gilcoto, M., Rellán, T., Suárez, L., Velo, A., & Peteiro, L. G. (2024). The declining availability of wild mussel seed for aquaculture in a coastal upwelling system. *Frontiers in Marine Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1375269>
- Pardo, G., & del Prado, A. (2021a). A simple model for the effect of thermal stress on the productivity of small ruminants. *Livestock Science*, 251, 104649. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104649>
- Pardo, Z., Fernández-Fígares, I., Lachica, M., Lara, L., Nieto, R., & Seiquer, I. (2021b). Impact of Heat Stress on Meat Quality and Antioxidant Markers in Iberian Pigs. *Antioxidants*, 10(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/antiox10121911>
- Peña-Gallardo, M., Vicente-Serrano, S. M., Domínguez-Castro, F., & Beguería, S. (2019). The impact of drought on the productivity of two rainfed crops in Spain. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(6), 1215–1234. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-1215-2019>
- Pieralli, S., Arsov, S., Elleby, C., Pérez Domínguez, I., & Farkas, B. (2025). The Potential for Yield
- 9552.12634
- Pita, P., Fernández-Márquez, D., Antelo, M., Macho, G., & Villasante, S. (2019). Socioecological changes in data-poor S-fisheries: A hidden shellfisheries crisis in Galicia (NW Spain). *Marine Policy*, 101, 208–224. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.09.018>
- Plaza, J., Criado, M., Morales-Corts, M. R., Pérez-Sánchez, R., Gómez-Sánchez, M. Á., Vázquez-de-Aldana, B., Zabalgoeazcoa, I., & Palacios, C. (2024). Yield and nutritional quality of intercropped forages for organic production in a hot-summer Mediterranean oak grassland ecosystem. *Crop and Pasture Science*, 75(1), NULL-NULL. <https://doi.org/10.1071/CP23172>
- Plaza-Bonilla, D., Arrúe, J. L., Cantero-Martínez, C., Fanlo, R., Iglesias, A., & Álvaro-Fuentes, J. (2015). Carbon management in dryland agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1319–1334. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0326-x>
- Punzón, A., Serrano, A., Sánchez, F., Velasco, F., Preciado, I., González-Irusta, J. M., & López-López, L. (2016). Response of a temperate demersal fish community to global warming. *Journal of Marine Systems*, 161, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.05.001>
- Punzón, A., López-López, L., González-Irusta, J. M., Preciado, I., Hidalgo, M., Serrano, A., Tel, E., Somavilla, R., Polo, J., Blanco, M., Ruiz-Pico, S., Fernández-Zapico, O., Velasco, F., & Massuti, E. (2021).

- Tracking the effect of temperature in marine demersal fish communities. *Ecological Indicators*, 121, 107142. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107142>
- Ramirez, P., Saralegui, P., Alonso, A. M., Baraza, E., Calvet-Mir, L., Cladera, J., Fullana, O., Quena, A., Santiago, L., Soto, D., Tello, E., & Guzmán, G. I. (2025). Vía Sabia Tendiendo puentes entre saberes para una mejor adaptación al cambio climático El conocimiento ecológico tradicional (CET) de las comunidades pesqueras y su vínculo con el cambio climático. Edita: Alimentta. [https://alimentta.com/wp-content/uploads/Alimentta\\_ViaSabia\\_CETagro\\_2025.pdf](https://alimentta.com/wp-content/uploads/Alimentta_ViaSabia_CETagro_2025.pdf)
- Ramón-Moragues, A., Carulla, P., Mínguez, C., Villagrà, A., & Estellés, F. (2021). Dairy Cows Activity under Heat Stress: A Case Study in Spain. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 11(8), 2305. <https://doi.org/10.3390/ani11082305>
- Reisinger, A., M. Garschagen, K.J. Mach, M. Pathak, E. Poloczanska, M. van Aalst, A.C. Ruane, M. Hoden, M. Hurlber, K. Mintenbeck, R. Pedace, M. Rojas Corradi, D. Viner, C. Vera, S. Kreibiehl, B O'Neill, H.-O. Pörtner, J. Sillmann, R. Jones, and R. Ranasinghe, (2020): The Concept of Risk in the IPCC Sixth Assessment Report: A Summary of Cross-Working Group Discussions: Guidance for IPCC Authors. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://pubs.giss.nasa.gov/abs/re03100n.html>
- Renaudeau, D., Gourdine, J. L., & St-Pierre, N. R. (2011). A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 89(7), 2220–2230. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3329>
- Renaudeau, D., & Dourmad, J. Y. (2022). Review: Future consequences of climate change for European Union pig production. *Animal*, 16, 100372. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100372>
- Resco, P., Iglesias, A., Bardají, I., & Sotés, V. (2016). Exploring adaptation choices for grapevine regions in Spain. *Regional Environmental Change*, 16(4), 979–993. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0811-4>
- Resco, P. (2022). Empieza la cuenta atrás. Impactos del cambio climático en la agricultura española. Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG)
- Rivera-Ferre, M. g., López-i-Gelats, F., Howden, M., Smith, P., Morton, J. f., & Herrero, M. (2016). Reframing the climate change debate in the livestock sector: Mitigation and adaptation options. *WIREs Climate Change*, 7(6), 869–892. <https://doi.org/10.1002/wcc.421>
- Robinet, C., & Roques, A. (2010). Direct impacts of recent climate warming on insect populations. *Integrative Zoology*, 5(2), 132–142. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2010.00196.x>
- Rodrigo-Comino, J., Senciales-González, J. M., Yu, Y., Salvati, L., Giménez-Morera, A., & Cerdà, A. (2021). Long-term changes in rainfed olive production, rainfall and farmer's income in Bailén (Jaén, Spain). *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 6(2), 58. <https://doi.org/10.1007/s41207-021-00268-1>
- Rodríguez, A., Pérez-López, D., Centeno, A., & Ruiz-Ramos, M. (2021). Viability of temperate fruit tree varieties in Spain under climate change according to chilling accumulation. *Agricultural Systems*, 186, 102961. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102961>
- Rodríguez-Berbel, N., Soria, R., Ortega, R., Lucas-Borja, M.E., Miralles, I. (2022). Agricultural Land Degradation in Spain. In: Pereira, P., Muñoz-Rojas, M., Bogunovic, I., Zhao, W. (eds) Impact of Agriculture on Soil Degradation II. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 121. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-2022-924>

- Rodríguez Sousa, A. A., Barandica, J. M., Aguilera, P. A., & Rescia, A. J. (2020). Examining Potential Environmental Consequences of Climate Change and Other Driving Forces on the Sustainability of Spanish Olive Groves under a Socio-Ecological Approach. *Agriculture*, 10(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110509>
- Rosa, R., Marques, A., & Nunes, M. L. (2012). Impact of climate change in Mediterranean aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 4(3), 163–177. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01071.x>
- Rosenzweig, C., A. Iglesias, X. Yang, et al. (2001) Climate Change and Extreme Weather Events; Implications for Food Production, Plant Diseases, and Pests. *Global Change and Human Health* 2, 90–104. <https://doi.org/10.1023/A:1015086831467>
- Rossi, L., Wens, M., De, M. H., Cotti, D., Sabino, S. A.-S., Toreti, A., Maetens, W., Masante, D., Van, L. A., Hagenlocher, M., Rudari, R., Naumann, G., Meroni, M., Avanzi, F., Isabellon, M., & Barbosa, P. (2023, October 10). *European Drought Risk Atlas*. JRC Publications Repository. <https://doi.org/10.2760/608737>
- Rubio, I., Hileman, J., & Ojea, E. (2021). Social connectivity and adaptive capacity strategies in large-scale fisheries. *Ecology and Society*, 26(2). <https://doi.org/10.5751/ES-12395-260242>
- Ruiz-Díaz, R., Liu, X., Aguión, A., Macho, G., deCastro, M., Gómez-Gesteira, M., & Ojea, E. (2020). Social-ecological vulnerability to climate change in small-scale fisheries managed under spatial property rights systems. *Marine Policy*, 121, 104192. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104192>
- Sabatés, A., Martín, P., Lloret, J., & Raya, V. (2006). Sea warming and fish distribution: The case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology*, 12(11), 2209–2219. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01246.x>
- Sanz, M.J. y Galán, E. (editoras) (2020) Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.
- Sanz-Martín, M., Hidalgo, M., Puerta, P., Molinos, J. G., Zamanillo, M., Brito-Morales, I., González-Irusta, J. M., Esteban, A., Punzón, A., García-Rodríguez, E., Vivas, M., & López-López, L. (2024). Climate velocity drives unexpected southward patterns of species shifts in the Western Mediterranean Sea. *Ecological Indicators*, 160, 111741. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111741>
- Sillero-Medina, J. A., Galacho-Jimenez, F. B., Molina, J., & Ruiz-Sinoga, J. D. (2024). Analysis of the dynamics of the land use changes in the Mediterranean region of southern Spain and its relationship with water availability. *Geo: Geography and Environment*, 11(2), e00161. <https://doi.org/10.1002/geo2.161>
- Singh A. (2021). Soil salinization management for sustainable development: A review. *Journal of environmental management*, 277, 111383. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111383>
- Taboada, F. G., Chust, G., Santos Moco-roa, M., Aldanondo, N., Fontán, A., Cotano, U., Álvarez, P., Erasuskin-Extramiana, M., Irigoien, X., Fernandes-Salvador, J. A., Boyra, G., Uriarte, A., & Ibaibarriaga, L. (2024). Shrinking body size of European anchovy in the Bay of Biscay. *Global Change Biology*, 30(1), e17047. <https://doi.org/10.1111/gcb.17047>
- Tchonkouang, R. D., Onyeaka, H., & Nkoutchou, H. (2024). Assessing the vulnerability of food supply chains to climate change-induced disruptions. *Science of The Total Environment*, 920, 171047. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171047>

- Thomasz, E., Pérez-Franco, I., & García-García, A. (2020). The Economic Impact of Climate Risk on Extensive Livestock: The Case of Lamb Production in Extremadura, Spain. *Sustainability*, 12(18), 7254. <https://doi.org/10.3390/su12187254>
- Thornton, P., Nelson, G., Mayberry, D., & Herrero, M. (2021). Increases in extreme heat stress in domesticated livestock species during the twenty-first century. *Global change biology*, 27(22), 5762–5772. <https://doi.org/10.1111/gcb.15825>
- UNCCD (2022). Los efectos diferenciados de la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía en las mujeres y los hombres. [https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-05/SDM\\_SPANISH\\_webfile.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-05/SDM_SPANISH_webfile.pdf)
- UPA (2018). Manual de adaptación frente al cambio climático. Cultivos Herbáceos de Secano. Programa Infodapta-Agri.
- UPA (2018). Manual de adaptación frente al cambio climático. Cultivos leñoso. Programa Infodapta-Agri.
- UPA (2018). Manual de adaptación frente al cambio climático. Ganadería. Programa Infodapta-Agri.
- UPA (2018). Manual de adaptación frente al cambio climático. Cultivos Herbáceos de regadío. Programa Infodapta-Agri.
- VADAPES II (2024). Adaptation and mitigation to climate change in the Spanish fisheries sector: tools to prevent maladaptation in Atlantic and Mediterranean fisheries (VADAPES II)
- Valle-García, Á., Gutiérrez-Martín, C., & Montilla-López, N. M. (2024). Water Pricing and Quotas: A Quantitative Analysis from a Private and Social Perspective. *Water Resources Management*, 38(11), 4287–4306. <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03865-1>
- Vicente-Serrano, S. M. (2006). Spatial and temporal analysis of droughts in the Iberian Peninsula (1910–2000). *Hydrological Sciences Journal*, 51(1), 83–97. <https://doi.org/10.1623/hysj.51.1.83>
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23(7), 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>
- Vila-Traver, J., Aguilera, E., Infante-Amate, J., & González de Molina, M. (2021). Climate change and industrialization as the main drivers of Spanish agriculture water stress. *Science of The Total Environment*, 760, 143399. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143399>
- Yin, X., and G. Leng. (2022). A Review of the Effects of Climate Extremes on Agriculture Production.” In *Climate Risk and Sustainable Water Management*, edited by Q. Tang and G. Leng, 198–219. Cambridge University Press.