



La huella de carbono de la cadena agroalimentaria de la merluza en España

Guilherme Aragão¹⁻²

Pablo Saralegui-Díez³⁻⁴

Sebastián Villasante¹⁻²⁻³

Lucia López-López⁵

Joan Moranta³⁻⁵

1. CRETUS-Departamento de Economía Aplicada, Campus Vida, Universidad de Santiago de Compostela, A Coruña, España.
2. Facultad de Administración y Dirección de Empresas, Universidad de Santiago de Compostela, A Coruña, España.
3. Asociación Alimentta.
4. Laboratorio de Historia de los Agroecosistemas (LHA), Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
5. Centre Oceanogràfic de Balears (IEO, CSIC). Grup d'Oceanografia d'Ecosistemes (GRECO), Palma, España.

26 de octubre de 2021

“Todos podemos crear valor en la cadena alimentaria si en nuestras decisiones tenemos en cuenta la salud de las personas y la sostenibilidad de los ecosistemas. Hablamos no solo de decisiones de consumo, también de producción y extracción, así como de distribución y modelos de gobernanza que, en su conjunto, dan forma al sistema alimentario”.

alimentta

Índice de contenidos

Índice de contenidos	3
Índice de tablas	5
Índice de figuras	6
Glosario de abreviaturas	8
Resumen ejecutivo	9
Agradecimientos	11
1. Introducción	12
1.2. Antecedentes	14
1.3. Objetivos de este informe	15
1.4. Las especies de merluza	15
2. Material y métodos	17
2.1. Alcance del informe	17
2.2. Etapas necesarias para el cálculo de las emisiones de GEI de la cadena de la merluza	19
2.3. El tránsito de la merluza a través de la cadena agroalimentaria	21
2.3.1. Volumen de pesca y origen de los desembarcos	21
2.3.2. Comercio internacional	22
2.3.3. Disponibilidad neta de merluza para la población española	22
2.3.4. Consumo y abastecimiento provincial	23
2.4. La cadena de transporte de la merluza	23
2.4.1. Transporte internacional	24
2.4.2. Transporte nacional	25
2.4.3. Transporte de la recirculación	27
2.4.4. Transporte desde puntos logísticos hasta punto de venta	27
2.4.5. Cálculo de la distancia media	28
2.5. La huella de carbono de la cadena de distribución de la merluza	29
2.5.1. Emisiones de GEI de la captura	29
2.5.2. Emisiones de GEI del transporte	30
2.5.3. Perfiles de emisiones de GEI	31
3. Resultados	33
3.1. Oferta total y disponibilidad neta de merluza	33
3.2. Capturas de merluza por zonas de pesca FAO	34
3.3. Importaciones de merluza fresca y congelada	37

3.4. Medios de transporte y distancias recorridas	38
3.5. Merluza fresca y congelada	40
3.6. Oferta total y disponibilidad neta provincial	41
3.7. Emisiones de GEI por tonelada de merluza y medio de transporte	43
4. Discusión	52
5. Conclusiones	59
Referencias	61

Índice de tablas

Tabla 1	16
Especies del género <i>Merluccius</i> comercializadas en España indicando el volumen de desembarcos para el año 2017	
Tabla 2	27
Volumen de comercialización de merluza por las 6 grandes distribuidoras seleccionadas en el territorio español	
Tabla 3	30
Conversores utilizados en la determinación de las emisiones de GEI asociadas al consumo de combustible	
Tabla 4	31
Medios de transporte incluidos en el análisis de la cadena de distribución de la merluza y emisiones de GEI asociadas	
Tabla 5	36
Capturas de merluza por Zona de pesca FAO, volúmenes de pesca, número y tonelaje de las embarcaciones y consumo de combustible	
Tabla 6	43
Emisiones de GEI de los diferentes medios de transporte de las capturas de los buques españoles que desembarcan en puertos internacionales e importaciones	
Tabla 7	46
Emisiones relativas de GEI de la pesca y el transporte según el origen de la merluza	
Tabla 8	48
Emisiones relativas de GEI por presentación de la merluza y fase de la cadena agroalimentaria	

Índice de figuras

Figura 1	Definición del sistema analizado	17
Figura 2	Esquema de transporte de la cadena de la merluza	18
Figura 3	Fases metodológicas, bases de datos y, esquema de flujos utilizados	20
Figura 4	Esquema de los puntos de acceso de la merluza en el territorio español	25
Figura 5	Disponibilidad de merluza en el sistema agroalimentario de España	33
Figura 6	Volumen de captura de merluza desembarcadas en territorio español y en terceros países por zona FAO	34
Figura 7	Volumen de captura de merluza desembarcadas en territorio español y en terceros países por subzona FAO	35
Figura 8	Volumen de importaciones de merluza fresca y merluza congelada	37
Figura 9	Importancia relativa de los medios de transporte	38
Figura 10	Distancia media ponderada en kilómetros por tonelada transportada	39
Figura 11	Disponibilidad neta de merluza fresca y congelada	40
Figura 12	Disponibilidad total de merluza por provincia	41
Figura 13	Disponibilidad neta de merluza por provincia	42

Figura 14	
Emisiones de GEI por medio de transporte	44
Figura 15	
Emisiones de GEI totales según el origen de la merluza	45
Figura 16	
Emisiones de GEI por presentación de la merluza (fresca y congelada)	47
Figura 17	
Reparto de las emisiones de GEI a lo largo de la cadena de la merluza	49
Figura 18	
Disponibilidad neta de merluza y emisiones de GEI totales a nivel provincial	51
Figura 19	
Emisiones de GEI de la alimentación en España	54

Glosario de abreviaturas

ARVI	Cooperativa de Armadores de Vigo
CC	Cambio Climático
CO₂	Dióxido de Carbono
CO₂eq	CO ₂ equivalente
CP	Código Postal
DEPTENA	Desembarcos en puertos del territorio nacional
DIMP	Desembarcos de las importaciones
DMP	Distancia media ponderada
DPINT	Desembarcos en puertos internacionales de terceros países
EBAE	Enfoque basado en el ecosistema
EEP	Enfoque ecosistémico de la pesca
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GDO	Grandes Distribuidoras Organizadas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IEO, CSIC	Instituto Español de Oceanografía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas
IPBES	Plataforma Intergubernamental sobre Diversidad y Servicios de los Ecosistemas
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MERCAS	Red de Mercados Mayoristas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
RMS	Rendimiento máximo sostenible
STECF	Comité Científico, Técnico y Económico de la Pesca

Resumen ejecutivo

La reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la mitigación de los efectos del Cambio Climático (CC) dependen, en gran medida, de que los sectores económicos adapten sus procesos productivos para reducir de manera significativa las emisiones de CO₂. A pesar de los recientes avances en esta materia, la pesca marina suele quedar excluida de las evaluaciones globales de emisiones de GEI o, en el mejor de los casos, incluirse en base a recomendaciones a partir de un número limitado de casos de estudios. Además, el análisis de los impactos ambientales de la actividad pesquera generalmente se enfoca en ciertas preocupaciones biológicas como la disponibilidad del recurso y la conservación de los stocks, mientras subestima otros impactos causados por las actividades pesqueras. En este contexto, la merluza ha sido un alimento clave para la población de Europa Occidental a lo largo de la historia, y continúa siendo uno de los pescados más arraigados en la cultura gastronómica en España. Es un producto muy importante en nuestro mercado doméstico, con gran peso para la economía del sector pesquero y esencial para el abastecimiento de alimento para consumo humano. Este trabajo reconstruye, por primera vez, la cadena agroalimentaria que sigue la merluza para abastecer el consumo español con el objetivo de estimar la huella de carbono de la extracción (pesca), transporte y distribución en España, tomando como referencia el año 2017. Nuestros resultados indican que España apenas captura el 8% de la merluza que consume en caladeros nacionales (12.002 t), mientras que el resto procede de caladeros comunitarios o internacionales (85.470 t), o de importaciones de terceros países (121.031 t). Así, la reconstrucción de la cadena agroalimentaria que sigue la merluza para abastecer el consumo español nos permite corroborar que, como ocurre con otros alimentos, recorre grandes distancias antes de llegar a la mesa del consumidor. De este modo, las distancias varían entre los 10.000 km desde Chile, Argentina, Uruguay, Islas Malvinas/Falkland Islands y Sudáfrica, los 3.000-4.000 km desde América del Norte y los 800-3.000 km desde Marruecos y los países europeos. El total de las emisiones de GEI de la cadena de producción y comercialización de la merluza asciende a 681.485 t de CO₂eq, con una eficiencia de 4.426 kgCO₂eq/t, similar a las emisiones de GEI de la producción de carne de pollo en España. Del total de emisiones, la mayor parte está asociada a la pesca e importación de merluza desde países europeos (162.237 t de CO₂eq, 67%) y a la pesca y transporte de merluza procedente de América del Sur (180.312 t de CO₂eq, 33%). El valor acumulado de emisiones relativas a la pesca representa el 67% de las emisiones totales de la cadena agroalimentaria de la merluza, con el 33% restante asociado al transporte (marítimo, aéreo o por carretera). El transporte aéreo es el menos eficiente en términos de emisiones de GEI por tonelada de merluza transportada, con una eficiencia de 7.634 kgCO₂eq/t, y aunque es el que menor volumen de merluza transporta, es el que implica una mayor contribución a las emisiones debidas al transporte. El transporte marítimo es el más eficiente con 330 kgCO₂eq/t, siendo además el más utilizado para el transporte de la merluza proveniente de terceros países (54% del volumen total de

merluza), compensando las grandes distancias que tiene que recorrer esta merluza con una mayor eficiencia en su transporte. El transporte por carretera presenta una eficiencia media de 546 kgCO₂eq/t, contribuyendo significativamente a la huella de carbono de la merluza que proviene de los desembarcos de países de África occidental o de puertos de países comunitarios. Las emisiones de las operaciones de pesca varían notablemente en función de las zonas de captura. Las capturas realizadas en el Atlántico Sur son las más eficientes (<450 Lt diesel/t), disminuyendo la eficiencia a la mitad en el Atlántico central y nororiental (1000 Lt diesel/t) y alcanzando los valores mínimos de eficiencia en las capturas del Mediterráneo y Mar Negro (>3000 Lt diesel/t). Estas grandes diferencias se explican por el carácter multiespecífico de las pesquerías (siendo las que tienen la merluza como su especie objetivo las más eficientes), las diferencias en productividad de los diferentes ecosistemas marinos y el estado de explotación de las distintas poblaciones de merluza. Este estudio destaca la importancia de evaluar las emisiones de GEI en el sector pesquero con el fin de constituir una herramienta clave para los tomadores de decisiones. Así, este informe pretende contribuir a mejorar la gestión ecosistémica de las pesquerías de merluza y a progresar en torno a la reducción de sus impactos ambientales. Para mitigar los efectos del cambio climático es necesario conocer las emisiones de GEI de los diferentes sistemas de producción para poder articular acciones innovadoras para la transformación del sistema agroalimentario español y, en este caso en particular, en lo referente al consumo de merluza por parte de la población española. Este informe presenta una propuesta robusta sobre cómo considerar los impactos ecosistémicos no sólo de la pesca, sino también de toda la cadena agroalimentaria que abastece a un país, lo que contribuiría a mejorar el enfoque a adoptar en la próxima revisión del marco normativo de la Política Pesquera Común, así como otras regulaciones tales como la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina. La evidencia extraída de este informe plantea la necesidad de alcanzar un equilibrio entre los patrones saludables derivados del consumo de pescado y su impacto medioambiental asociado.

Agradecimientos

Los autores de este informe queremos agradecer al conjunto de miembros de Alimentta por el apoyo necesario para elaborar este informe, así como por la oportunidad para poder profundizar en este campo de estudio tan poco explorado. Estamos también enormemente agradecidos por la ayuda facilitada a los investigadores del IEO-CSIC (en particular José Luis del Río del C.O. Vigo, Lourdes Fernández-Peralta del C.O. Málaga y todo el equipo de seguimiento de la actividad pesquera) y a la Cooperativa de Armadores de Vigo (ARVI)), que han brindado su tiempo para aportar información, conocimiento y/o corroborar los análisis desarrollados, así como al equipo de edición, diseño y maquetación de este documento por su disponibilidad y cercanía a la hora de que el informe fuera publicado. Por último, queremos agradecer a la Fundación Daniel y Nina Carasso por los recursos humanos, económicos y sociales puestos a disposición de Alimentta, sin los cuales no habría sido posible este informe.

1. Introducción

Detener el calentamiento global del planeta, causante del cambio climático de origen antropogénico (CC), es uno de los mayores desafíos ecológicos, económicos y sociales a los que debe enfrentarse la humanidad durante el siglo XXI. Desde principios de los años 1970, numerosos científicos han advertido sobre las graves consecuencias del CC en el funcionamiento de los ecosistemas y de las especies que los integran, incluida la humana (Ripple et al., 2017, 2020). Entre los efectos esperables del CC se contabilizan entre otros, el incremento de la eutrofización, la acidificación y la temperatura media de los océanos, la disminución de las tasas de precipitación, el aumento del nivel del mar o la mayor frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos, que están afectando tanto a los ecosistemas terrestres y acuáticos como a todo tipo de infraestructuras y de servicios básicos para el ser humano, como la salud, los derechos humanos y la justicia social (IPCC, 2014).

Con la adopción del Acuerdo de París sobre Cambio Climático en 2015, la importancia de asegurar la integridad de los ecosistemas marinos y la protección de la biodiversidad de cara a combatir los efectos del CC cobró mayor relevancia (Rayfuse, 2019). El Acuerdo de París llamó a la conservación y mejora de sumideros y reservorios de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas adoptados el mismo año reconocen el papel central de los océanos para contrarrestar el impacto del cambio climático.

Desde el año 2018, la urgencia para actuar y frenar los efectos negativos del CC se ha puesto de manifiesto en diversos informes de alcance global. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ha puesto de relieve un calentamiento global de 1,5°C entre 2030 y 2052 si se sigue con la tendencia actual de emisiones de GEI (IPCC, 2018). La Plataforma Intergubernamental sobre Diversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) ha revelado que el CC es un factor antropogénico directo que exacerba cada vez más los impactos de otros factores en la naturaleza y el bienestar humano, tales como la explotación directa de recursos naturales, la contaminación o la invasión de especies exóticas (IPBES, 2019). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en la sexta edición de su informe sobre perspectivas del medio ambiente mundial, también ha puesto de manifiesto que el CC es una cuestión prioritaria que afecta tanto a los sistemas humanos como a los sistemas naturales y que altera las complejas interacciones entre ambos (UNEP 2019). El Panel Internacional de Recursos (IRP) también ha constatado que la extracción y transformación de recursos naturales para convertirlos en materiales, combustibles y alimentos, generan la mitad del total de las emisiones de GEI en el mundo (sin tener en cuenta los impactos climáticos relacionados con el uso de la tierra), y más del 90 por ciento de la pérdida de biodiversidad y el estrés hídrico (IRP, 2019).

De estos informes se deduce que las trayectorias de emisiones de GEI son fundamentalmente insostenibles y que estas sendas están interconectadas y vinculadas a nuestros principales sistemas de producción y consumo (EEA, 2019). En este sentido, el sistema alimentario mundial está causando graves daños ambientales sin precedentes, además de considerarse un factor clave de la malnutrición en todas sus formas. Esto es debido tanto a las emisiones de GEI como a la degradación de la tierra, el uso excesivo del agua, la rápida deforestación y la pérdida de biodiversidad (Willet et al., 2019).

A escala global es necesario actuar rápidamente y de forma coordinada para reducir las emisiones de GEI a la atmósfera si se pretenden evitar impactos climáticos potencialmente irreversibles (IPCC, 2014, 2018). La reducción de las emisiones de GEI y la mitigación de los efectos del CC dependen, en gran medida, del conocimiento sobre qué sectores contribuyen de manera significativa a las emisiones de CO₂ y dónde y cómo se pueden implementar estrategias de reducción de manera efectiva. La actividad pesquera tiene una contribución significativa a las emisiones de GEI a escala global, emitiendo entre 112 y 179 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera anualmente, lo que constituye aproximadamente el 0.5% del total de las emisiones de GEI y supone alrededor del 4% de las emisiones de la producción mundial de alimentos (Tyedmers et al., 2005, Parker et al., 2018; Greer et al., 2019).

Además, la gran dependencia del combustible de todas las actividades productivas y extractivas vinculadas a la pesca implica una limitación económica importante, pero también es motivo de gran preocupación debido a las emisiones de GEI que se derivan de ellas, y a sus otros impactos ambientales, relacionados también con el CC. Considerando el trabajo en progreso de la Década de los Océanos de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible, la reforma de la gestión pesquera que incluya los impactos de esta actividad en la línea del objetivo 13 de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) (Claudet et al., 2020), tendría el potencial de apoyar y guiar la gestión pesquera mientras que promovería la restauración de la biodiversidad marina en la línea del ODS 14 (Friedman et al., 2020).

La mitigación del CC de los océanos, también conocida como Carbono Azul¹, ha aparecido cada vez más en las contribuciones a nivel nacional presentadas por cada país en línea con el Acuerdo de París, siendo incluida también en los mecanismos de contabilidad de la Convención Marco de las Naciones Unidas

¹ Carbono azul es la denominación utilizada para designar el "carbono acumulado en manglares, marismas y pastos marinos, en el suelo, la biomasa aérea viva (hojas, ramas, tallos), la biomasa subterránea viva (raíces) y la biomasa muerta (detritos y madera muerta)" (Blue Carbon Initiative, 2021).

sobre el CC (CMNUCC, 1992). Sin embargo, estas contribuciones se han centrado principalmente en los hábitats de ecosistemas costeros (manglares, pastos marinos, marismas), mientras que apenas han considerado el papel de la pesca marina (Beaumont et al., 2013).

1.2. Antecedentes

La cantidad global de emisiones de GEI asociadas a un producto a lo largo de su ciclo de vida se denomina huella de carbono, y está relacionada directamente con el consumo de combustible, desde las materias primas hasta la producción, la distribución, el uso del consumidor y la eliminación de sus desperdicios (Hognes et al., 2014). Un estudio reciente, publicado en la revista *Nature*, cuantificó el consumo de combustible y las emisiones de GEI de la flota pesquera mundial entre 1990 y 2011 y las comparó con las de la producción agrícola y ganadera. Los resultados apuntan a un crecimiento de un 28% de las emisiones de la industria pesquera mundial en esas dos décadas (Parker et al., 2018). De hecho, las emisiones de la industria agroalimentaria parecen haber aumentado en las últimas décadas de manera proporcional a la producción de alimentos (McLeod et al., 2020), cuestionando el papel de las mejoras tecnológicas en la reducción de las emisiones de GEI de la industria agroalimentaria.

En España, Iribarren et al. (2010) evaluaron la huella de carbono de la actividad pesquera de la flota gallega. El análisis se basó en un conjunto representativo de especies dentro del sector pesquero gallego, incluyendo especies obtenidas de la pesca de bajura, altura, y la acuicultura extensiva e intensiva. Según este estudio, la suma de las huellas de carbono de las diferentes artes de pesca atribuye un valor de 778.901 t de CO₂eq al año a toda la actividad pesquera gallega. La pesca de altura, responsable de la captura de la merluza europea, entre otras especies, es, con diferencia, la que más contribuye a la huella de carbono, con 277.003 t de CO₂eq al año, 90.474 t de las cuales están asociadas a la merluza.

Vázquez-Rowe et al. (2011) evaluaron los impactos ambientales relacionados con la extracción, transformación y consumo de la merluza del stock norte en aguas europeas capturada por los arrastreros y palangreros gallegos. Sus resultados muestran un impacto ambiental considerablemente menor para los filetes frescos de merluza europea procedentes de buques de palangre, debido principalmente a la elevada demanda energética de los arrastreros analizados. Evaluaciones de la huella de carbono aplicadas a la cadena de valor de la pesca presentan como característica común que el transporte y el consumo de combustible en la fase de explotación de los recursos constituyen los impactos más importantes (Hospido y Tyedmers, 2005; Vázquez-Rowe et al. 2010, 2011).

A pesar de los recientes avances en este tipo de estudios, la pesca marítima suele quedar excluida de las evaluaciones globales de GEI o se realizan recomendaciones a partir de un número limitado de casos de estudio, con lo que no se tiene en cuenta la gran variabilidad de emisiones entre las distintas pesquerías, que se dedican a la captura de una gran diversidad de especies y que utilizan diferentes artes de pesca (Parker et al., 2018). Posiblemente dicha

falta de estudios se deba a la moderada contribución de las emisiones de GEI de la pesca en comparación con otras actividades del sector alimentario, como por ejemplo la ganadería. La complejidad de la cadena pesquera y la dificultad para obtener datos fiables también pueden contribuir a esta cantidad relativamente pequeña de estudios dirigidos a las emisiones de un sector que, por otro lado, es de gran importancia para la economía y la seguridad alimentaria de millones de personas (Barange et al., 2018; FAO, 2020).

1.3. Objetivos de este informe

La merluza ha sido un alimento importante para la población de Europa Occidental a lo largo de la historia. Es uno de los pescados más arraigados en la cultura gastronómica en España, muy importante en su mercado doméstico y con gran peso para la economía del sector pesquero y la seguridad alimentaria (MAPAMA, 2017a). Ante la actual emergencia climática y dada la necesidad de reducir las emisiones de GEI para mitigar los impactos del calentamiento global y asegurar la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas marinos, es imprescindible evaluar cómo las actividades humanas contribuyen a la generación de emisiones. De ahí que el objetivo general de este informe consista en calcular la huella de carbono de la extracción (pesca), transporte y distribución de la merluza en España, tomando como referencia el año 2017.

A partir de la metodología del análisis del ciclo de vida (LCA por sus siglas en inglés, *Life Cycle Assessment*), evaluamos la huella de carbono para: a) los buques españoles dirigidos a la pesca de merluza que desembarcaron la captura en puertos del territorio nacional y aquellos que desembarcaron la merluza en puertos internacionales de terceros países; b) las importaciones de merluza que tienen como destino España, incluyendo las emisiones de GEI de la pesca en los países de origen; y c) los medios y rutas de transporte (marítimo, aéreo y terrestre) utilizados para el transporte hasta España y de las rutas de distribución (carretera) dentro del territorio español. Asimismo, comparamos la huella de carbono para la merluza fresca o refrigerada y la merluza congelada (que incluye únicamente los filetes y carnes congeladas).

1.4. Las especies de merluza

El término merluza engloba un grupo de especies demersales que habitan en todos los mares y océanos, normalmente a profundidades entre los 150 y 600 metros y en estrecha relación con el fondo. De las 12 especies distintas pertenecientes al género *Merluccius* en todo el mundo, 8 se comercializan en España (Tabla 1) (MAPAMA, 2017b). Según los datos proporcionados por la FAO, 2 de ellas, merluza europea (*Merluccius merluccius*) y merluza argentina (*Merluccius hubbsi*), fueron responsables del 83% de las capturas totales de merluza para la flota española en el año 2017 (STECF, 2017). En cuanto a las importaciones, las principales especies son *Merluccius capensis* (merluza del Cabo), *Merluccius hubbsi* (merluza argentina) y *Merluccius australis* (merluza austral). En este informe,

cuando nos referimos a la “merluza” incluimos las 8 especies del género que se comercializan en España (Tabla 1).

Tabla 1.

Especies del género *Merluccius* comercializadas en España indicando el volumen (t) de desembarcos para el año 2017. Entre paréntesis se indica el porcentaje de contribución de cada especie sobre el total de merluza desembarcada.

* En las estadísticas oficiales de 2017 estas dos especies no se diferencian.

Fuente: MAPAMA, 2017b.

Nombre científico	Nombre comercial España	Volumen en toneladas (%)
<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluza Argentina o sudamericana	47.312 (44,98)
<i>Merluccius merluccius</i>	Merluza europea	38.907 (36,99)
<i>Merluccius senegalensis</i>	Merluza Negra o de Senegal	14.406 (13,70)
<i>Merluccius capensis</i> y <i>M. paradoxus</i> *	Merluza del cabo o de altura	4.441 (4,22)
<i>Merluccius australis</i>	Merluza austral o de Chile o Sureña	79 (0,08)
<i>Merluccius bilinearis</i>	Merluza americana o plateada	46 (0,04)
<i>Merluccius patagonicus</i>	Merluza patagónica	2 (0,002)
Total		105.193

2. Material y métodos

2.1. Alcance del informe

Para poder estimar las emisiones de GEI de la pesca y el transporte en la cadena agroalimentaria de la merluza que se consume en España se ha considerado el año 2017 como referencia. Debido a la gran complejidad del ciclo de vida de la merluza, y la dificultad de obtener datos de todos los eslabones del mismo, se han establecido ciertos límites en el análisis, que finalmente incluye la extracción (operaciones de pesca), el transporte de las capturas hasta el territorio español, las exportaciones e importaciones, y la distribución y comercialización dentro del territorio nacional.

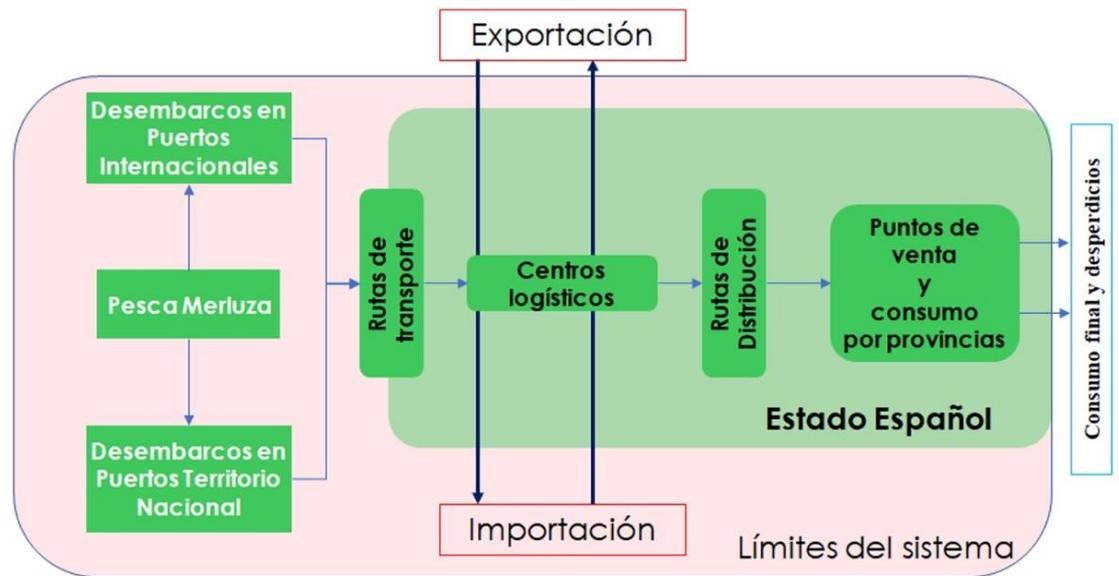


Figura 1. Definición del sistema analizado. Se ha contemplado el volumen en toneladas de la pesca de la merluza por buques españoles en todos los océanos, tanto de los buques que desembarcan en puertos españoles (que denominamos DEPTENA), como aquellos que desembarcan en puertos internacionales (que llamaremos DPINT). Se han establecido las diferentes rutas de distribución de la merluza dentro del territorio español desde los puntos de entrada en el país (carreteras, puertos y aeropuertos) hasta los puntos de venta, pasando por los diferentes puntos intermedios (centros logísticos).

Tal como se indica en la Figura 1, se ha incluido el consumo de combustible considerando todas las operaciones de pesca (navegación hacia los caladeros, días de pesca y regreso a los puertos), que varían en función del tipo de buque y arte de pesca, los distintos tipos de transporte (tierra, mar y aire) y las diferentes rutas desde que el producto es desembarcado hasta que se comercializa en los diferentes puntos de venta en España. Para las importaciones, se han reconstruido las rutas de transporte de la merluza y se han tenido en cuenta las emisiones de

las operaciones de pesca de las flotas de los países de origen. Asimismo, se ha contemplado el conjunto intermodal de transportes hasta el reparto final en los diferentes puntos de venta de cada provincia española. La reconstrucción de los flujos del volumen transportado, las rutas de transporte y los kilómetros recorridos por la merluza desde las zonas de desembarco hasta los puntos de venta, considerando tanto las importaciones como la distribución nacional, se ha realizado conforme al esquema que se muestra en la Figura 2.

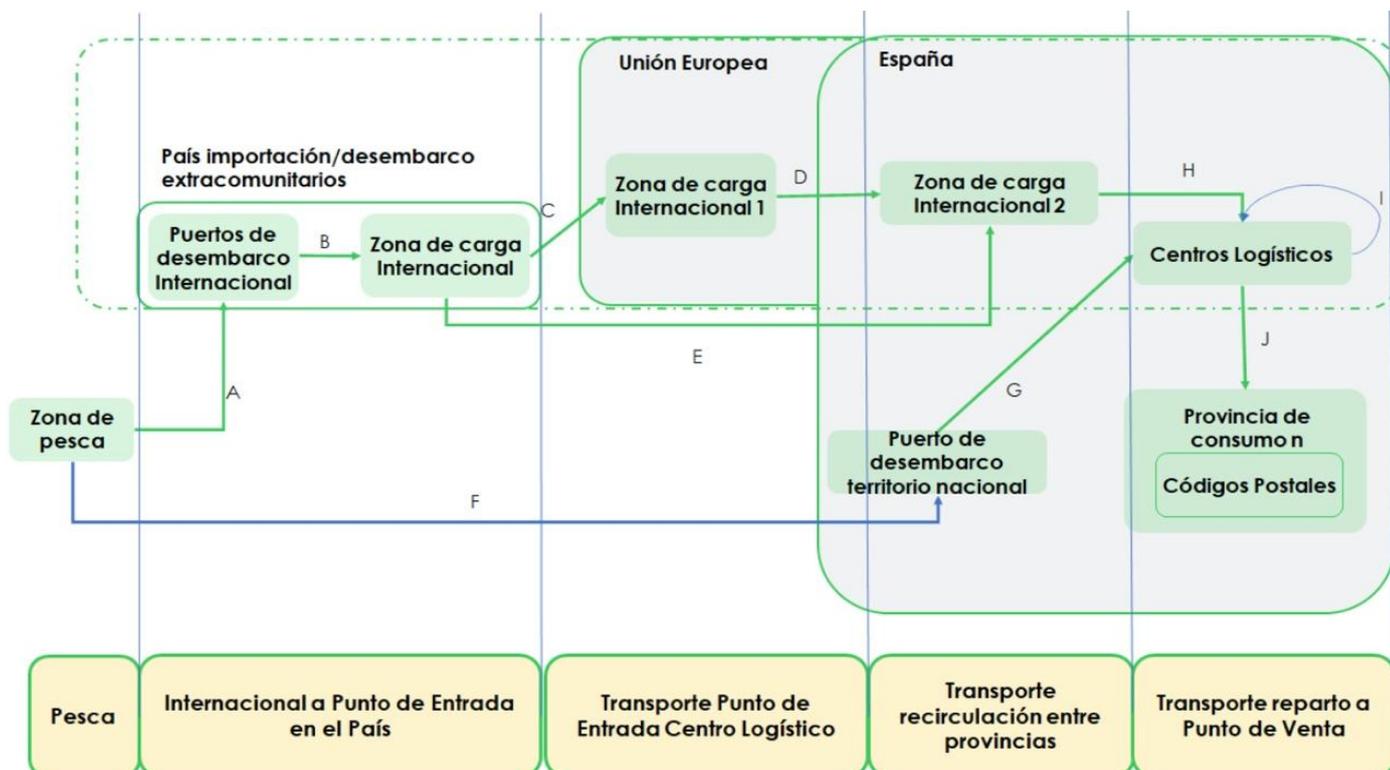


Figura 2. Esquema de transporte de la cadena de la merluza. El producto se desembarca en puerto extranjero (A) o en puerto nacional (F). El país de desembarco puede estar situado dentro de la Unión Europea (color gris) o fuera de ella. Si el desembarco se produce en un puerto internacional, el pescado puede salir hacia España desde el mismo puerto o ser transferido a otra zona de carga internacional (B), pudiendo ser éste un centro logístico para su salida por carretera o aeropuerto. Desde el centro logístico puede entrar a España directamente (E) o bien por un centro logístico europeo (C); siendo luego transportado hasta la frontera de España (D). Dentro de España, el pescado circula desde la zona de carga internacional (H) hasta los centros logísticos de las provincias. En el caso de la merluza que se desembarca directamente en puertos españoles (F), el producto es transportado hasta los centros logísticos (G), y posteriormente se realiza una recirculación dentro del territorio nacional y entre los centros logísticos de las distintas provincias con el fin de cubrir el abastecimiento del consumo, lo que da lugar al flujo de merluza (I). Finalmente, desde los centros logísticos provinciales se distribuye la merluza hasta puntos de venta final (J).

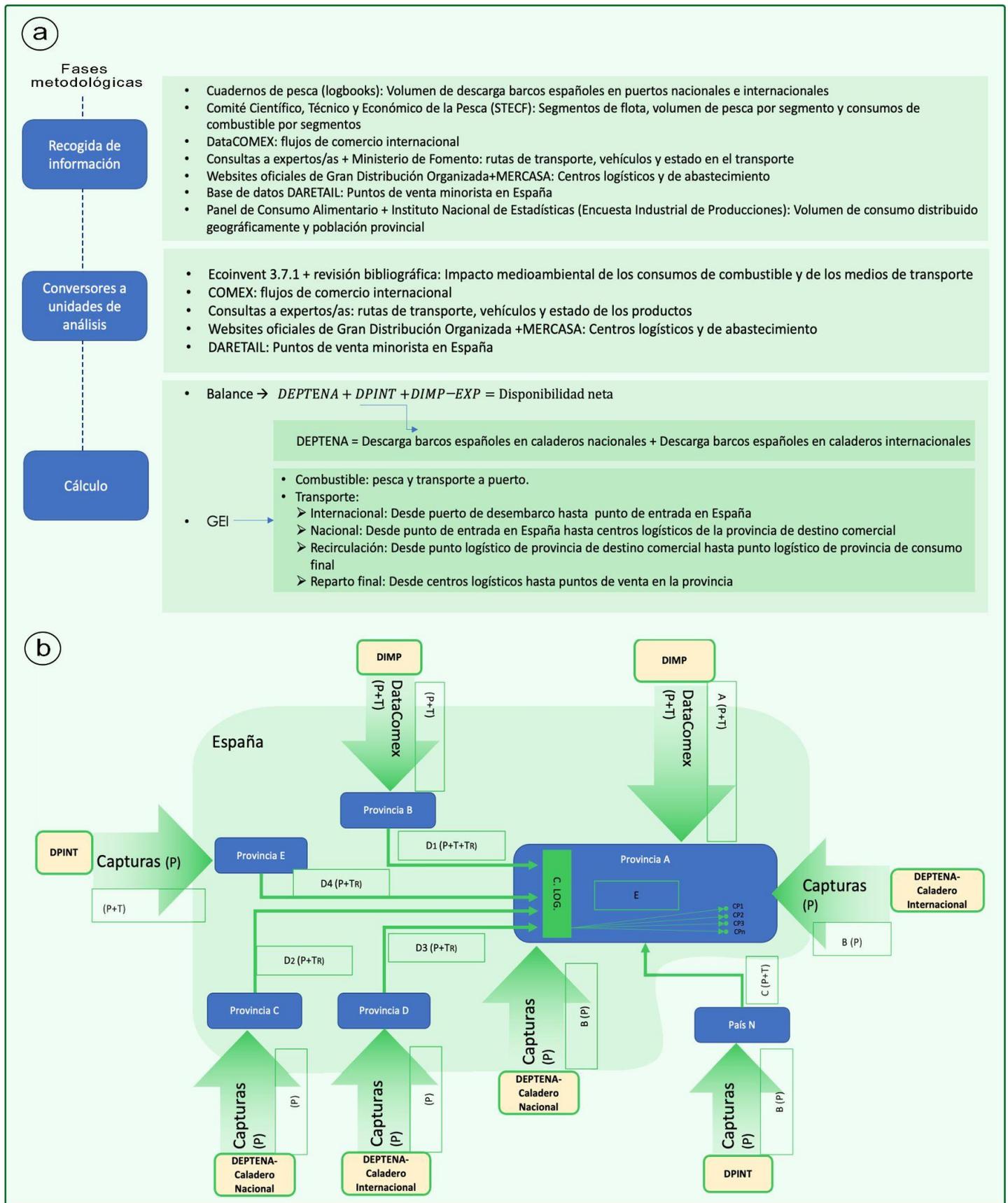
Se han excluido del análisis los impactos asociados al transporte desde los puntos de venta hasta el domicilio y todos los relacionados con el consumo final y los desperdicios. También se ha excluido el volumen de merluza que se comercializa en la presentación de "conservas y transformados" por representar una mínima

cantidad en el total de merluza comercializado en nuestro país. No se han considerado, asimismo, las posibles emisiones de carbono durante las operaciones de pesca de arrastre debidas a la resuspensión de los sedimentos del fondo marino, aunque estudios recientes apuntan a que esta remineralización podría ser una importante fuente de emisiones de CO₂ (Sala et al., 2021). Por último, cabe destacar que, en este informe, las exportaciones únicamente se han considerado para calcular la disponibilidad neta de merluza para el consumo en España, pero no se han considerado las emisiones de GEI relacionadas con el transporte y distribución de las exportaciones hacia terceros países, ya que el objetivo es conocer la eficiencia e impacto de la cadena agroalimentaria asociada a la merluza que se consume en España.

2.2. Etapas necesarias para el cálculo de las emisiones de GEI de la cadena de la merluza

El conjunto de cálculos realizados en este informe de la cadena agroalimentaria de la merluza precisa de algunas aproximaciones, tanto de método como de categorización, para poder hacerlas comprensibles a su lectura. En la figura 3 se indican las bases de datos, las aproximaciones al cálculo y los tipos de flujo que posteriormente se detallan en cada apartado, con el fin de clarificar una visión general del caso de estudio. Cabe decir que, además de las fuentes primarias utilizadas, se han cotejado algunos datos a partir de consultas a expertos/as del sector pesquero, así como a investigadores/as del campo de la pesca para aportar mayor rigurosidad. Para los expertos del sector se han consultado a empresas pesqueras de Vigo. En el caso de investigadores/as, se han realizado consultas al personal del Instituto Español de Oceanografía (IEO, CSIC), de ARVI, y de la Universidad de Santiago de Compostela dedicados al estudio del medio marino.

Figura 3 (página siguiente). Fases metodológicas y bases de datos utilizadas durante el estudio (Figura 3a) y esquema de flujos y GEI asociados de la cadena agroalimentaria de la merluza (Figura 3b). La provincia A representa todas las posibilidades de todas las categorías de GEI. DataComex se refiere al comercio internacional (incluyendo importación y exportación), lo que lleva asociado un flujo de captura y descarga neta (DIMP). P indica el impacto asociado a la pesca, T el impacto asociado al transporte. DEPTENA indica las descargas de los buques españoles en puertos del territorio nacional, DPINT indica las descargas de buques españoles en puertos internacionales de terceros países y DIMP indica los desembarcos de otros buques no españoles en puertos de terceros países desde los que posteriormente se importa a España. Los flujos pueden ser directos hacia la provincia A (flujos A-C), y dependiendo del tipo de descarga supondrá un impacto asociado a la pesca (P), o a la pesca y el transporte (P+T). Otro tipo de flujo es el de recirculación (Dn), que procede de terceras provincias desde las que se transporta interprovincialmente flujos de productos con el transporte indirecto asociado a ese flujo (TR), es decir el transporte de los productos hasta la provincia que dona productos a la provincia A. El flujo E implica el transporte hasta el punto de venta.



Pie de figura en la página anterior.

2.3. El tránsito de la merluza a través de la cadena agroalimentaria

Una de las principales contribuciones de las cadenas agroalimentarias a las emisiones de GEI proviene del tránsito de los productos. Para calcular los flujos de la cadena es importante cuantificar los volúmenes de merluza que entran mediante la pesca (desembarcos) e importación, así como la cantidad que sale porque es exportada. Además, precisamos cuantificar el movimiento de la merluza que existe entre distintas provincias para abastecer el consumo y equilibrar el balance comercial entre las regiones, lo que conforma una compleja red de distribución y comercialización.

2.3.1. Volumen de pesca y origen de los desembarcos

El volumen de capturas de merluza que pesca la flota española se ha calculado a partir de los registros de las embarcaciones en los cuadernos diarios de pesca (*logbooks*²). Estos registros recogen, entre otros, información relacionada con las toneladas de captura, las zonas y subzonas de pesca según el código utilizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el puerto y país de desembarco, y la potencia del motor de las embarcaciones.

A partir de estos datos se ha determinado el volumen de la captura de las embarcaciones españolas, tanto en caladeros nacionales como internacionales. Además, se ha delimitado el volumen de la captura que se desembarca directamente en los puertos españoles en contraposición al volumen desembarcado en puertos de terceros países, desde los que, posteriormente, esta merluza se transporta hacia España por diferentes rutas y medios de transporte (tierra, mar o aire). En este informe, nos referimos a la captura de merluza que los buques españoles desembarcan en puertos del territorio nacional como DEPTENA (de las siglas de DEsembarcos en Puertos del TERRitorio NAcional) y a la captura que los buques españoles desembarcan en puertos de terceros países, es decir, los desembarcos internacionales, como DPINT (de las siglas DEsembarcos en Puertos INTernacionales).

² Datos elaborados por el IEO en el marco del programa multianual de la UE (EU-MAP) para la recogida y gestión de datos biológicos, ambientales, técnicos y socio-económicos de la pesca y la acuicultura, como apoyo al asesoramiento científico de la Política Pesquera Común (PPC).

2.3.2. Comercio internacional

Los flujos de importación de merluza se han obtenido a partir de los datos oficiales de comercio exterior (DataComex, 2017) que incluyen información sobre los países de origen, las provincias españolas de destino, el volumen transportado y los medios de transporte mayoritarios utilizados (terrestre, marítimo y aéreo). Esta información es básica para calcular el balance entre las capturas, las importaciones y las exportaciones en cada provincia española, esto es, la disponibilidad neta de merluza para consumo humano en cada provincia.

2.3.3. Disponibilidad neta de merluza para la población española

El cálculo de la disponibilidad neta de merluza se ha realizado a partir de los desembarcos procedentes de los buques españoles (realizados en España o en países extranjeros) y el balance del comercio internacional. Aunque se conoce el dato global de exportación, el volumen que fluye hacia otros países puede estar compuesto tanto por producto importado como por producto capturado. Al desconocer qué proporción de las exportaciones proviene de los desembarcos y qué proporción de las importaciones, asumimos para el objetivo de este informe que las exportaciones se componen proporcionalmente de las aportaciones de la pesca y las importaciones, siguiendo a Billen et al. (2012). El volumen de las exportaciones imputable a ambas fracciones se calcula tal y como se muestra a continuación:

$$Dn = P_b - \left(\frac{P_b}{P_b + I_b} \right) \times E_b \quad (1)$$

$$In = I_b - \left(\frac{I_b}{P_b + I_b} \right) \times E_b \quad (2)$$

$$\text{Disponibilidad neta} = Dn + In \quad (3)$$

Donde Dn e In denotan los valores de desembarcos netos e importaciones netas respectivamente. P_b , I_b , y E_b hacen referencia al volumen de merluza capturada, importada y exportada bruto. El factor entre paréntesis de las ecuaciones (1) y (2) permite sustraer la parte ponderada de la captura y las importaciones que van a la exportación, y así calcular los valores netos de desembarcos y de importaciones que finalmente serán los que abastezcan el consumo (disponibilidad neta).

2.3.4. Consumo y abastecimiento provincial

El volumen de consumo de la merluza en sus diferentes presentaciones (fresca y congelada) a nivel provincial se ha obtenido a partir de los datos del Panel de Consumo Alimentario (MAPAMA, 2017c). Adicionalmente, a partir del Informe de la Alimentación en España del propio Panel de Consumo Alimentario se ha podido incorporar la proporción del consumo extradoméstico³ (que representa el 13% del consumo total de merluza de la población española) para conocer la demanda total de merluza de cada provincia (MAPAMA, 2017d).

La diferencia entre la disponibilidad neta de merluza de cada provincia y su volumen de consumo nos ha permitido verificar la existencia de una recirculación de producto entre provincias, desde aquellas con excedente de producción hacia aquellas que son deficitarias y no llegan a cubrir su consumo interno, es decir, de aquellas provincias cuya disponibilidad neta es mayor que el consumo, hacia aquellas donde el consumo es mayor que la disponibilidad neta (Figura 2, flujo I). Así, las provincias con excedentes distribuyen el volumen que les sobra hacia aquellas provincias que no cubren su consumo, completando de este modo la cadena. Para calcular el volumen de excedente de merluza que reciben las provincias deficitarias hemos asumido que cada provincia con déficit recibe de cada provincia con excedentes una contribución proporcional del total nacional de excedentes agregados. De este modo, cada provincia con excedentes recirculará sus excedentes hacia provincias deficitarias en base a su contribución al total de excedentes nacional. El posible error de este modelado es asumido como residual en un caso como la merluza, donde la alta concentración de volumen disponible neto en muy pocas provincias hace que, de hecho, la configuración del reparto entre provincias a partir de modelo tenga coherencia con la realidad de las redes logísticas.

2.4. La cadena de transporte de la merluza

Una vez determinados los flujos de merluza desde las zonas de pesca y las importaciones netas hasta los puntos de venta de cada provincia, el siguiente paso, antes de poder calcular la huella de carbono, es establecer las rutas de transporte internacional y de distribución nacional con los medios de transporte asociados a cada caso, así como las distancias recorridas.

³ El consumo extradoméstico es definido por el MAPAMA como el consumo realizado fuera de los hogares por parte de cualquier residente en España.

2.4.1. Transporte internacional

A partir de las estadísticas de comercio exterior de DataComex ha sido posible determinar los países de origen, las provincias españolas de destino y los medios de transporte mayoritarios utilizados (terrestre, marítimo y aéreo) para determinar la cadena de transporte internacional de la merluza. Esta información ha sido complementada con consultas a expertos del sector pesquero para determinar los puntos intermedios y centros logísticos internacionales utilizados en las rutas comerciales, así como el funcionamiento de las cadenas logísticas que siguen las capturas de barcos españoles desembarcadas en puertos extranjeros.

De este modo, hemos obtenido no solo las distancias entre el origen y destino a través de diferentes puntos intermedios, sino también los diferentes medios de transporte⁴ utilizados en cada ruta con destino a las provincias españolas. Para conocer la distribución de la merluza que llega por vía marítima se ha recurrido a las bases estadísticas de las autoridades portuarias españolas, que nos han permitido identificar el punto de entrada de la merluza desde terceros países (Ministerio de Fomento, 2017), mientras que para el transporte por carretera se ha recurrido al conocimiento de expertos del sector, incluyendo los/as co-autores/as de este informe, para asignar los distintos puntos de entrada.

El transporte entre la península y los archipiélagos se ha determinado a partir de consultas a operadores logísticos que trabajan con productos agroalimentarios. En el caso del transporte aéreo, los puntos de entrada han sido establecidos en base a consultas a la red de MERCASA. Esto permite calcular las distancias entre diferentes puntos de origen de comercialización del producto alrededor del mundo, la localización de las plataformas logísticas de exportación, el envío a Europa y/o España, y la entrada en territorio europeo/español según puntos indicados en la Figura 4.

Asumimos que las capturas de los barcos españoles que desembarcan en terceros países trasladan los productos de estos desembarcos hasta el territorio nacional siguiendo los mismos patrones que sigue la importación desde esos mismos países. Esta información ha sido también contrastada y validada con expertos/as investigadores/as del sector pesquero, para asegurar una mayor robustez metodológica. De este modo, se han reconstruido las rutas de transporte de la merluza desembarcada en puertos internacionales de terceros países hasta las

⁴ Dentro del sector logístico se conoce que el comercio internacional suele hacer uso de cadenas intermodales, utilizando para ello distintos medios y modos de transporte para conectar dos puntos a nivel global. Sin embargo, las estadísticas de Comercio Exterior únicamente facilitan una de las tres categorías mencionadas (marítimo, carretera o aéreo), sin indicar las categorías de vehículos ni la existencia de distintos medios de transporte.

distintas provincias del estado español a partir de los flujos y rutas de la importación.

2.4.2. Transporte nacional

Conocido el recorrido y el medio de transporte utilizado hasta el punto de entrada en territorio español del volumen procedente del extranjero, se ha procedido a reconstruir los trayectos que sigue el transporte de merluza dentro de nuestro país. Cabe destacar que los productos agroalimentarios que son comercializados atraviesan centros logísticos antes de llegar a los puntos de venta. La estadística de comercio exterior DataComex indica la provincia de destino de las importaciones dentro de España, por lo que asumimos que llegan a un centro logístico de dicha provincia puesto que es el paso previo al punto de venta. Por ello, tanto los productos desembarcados en puertos españoles como aquellos procedentes del extranjero, atravesarán uno o varios centros logísticos hasta llegar al consumidor final.

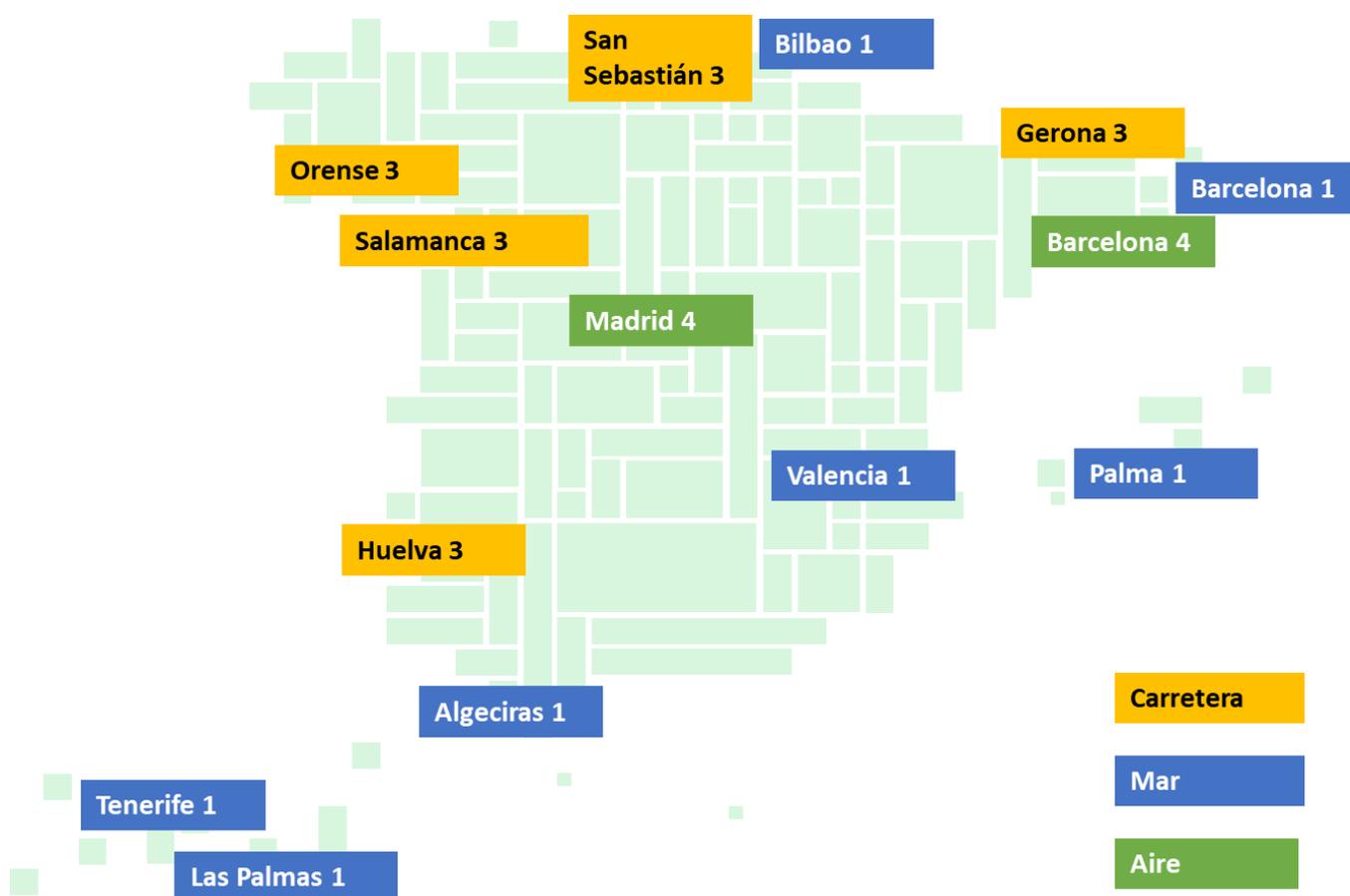


Figura 4. Esquema de los puntos de acceso de la merluza en el territorio español, dependiendo del tipo de medio de transporte utilizado. El transporte por ferrocarril supone menos del 1% del comercio internacional de productos agroalimentarios, por lo que no se ha incluido en estos cálculos. Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes del Ministerio de Fomento indicadas en el texto.

Las rutas de distribución de la merluza desde los puntos de entrada en el país hasta los distintos centros logísticos se han realizado a partir de la selección de las 5 distribuidoras líderes del sector alimentario: Aldi, Carrefour, Lidl, Dia y Mercadona que, junto a la red de MERCAS, componen la red de centros logísticos utilizados para modelar la red de transporte nacional (DARetail, 2017; MERCASA, 2017; KANTAR, 2017). Esta elección metodológica se fundamenta en que, según las estimaciones del Panel de Consumo Alimentario, los canales más utilizados para el caso del consumo doméstico de merluza son los grandes almacenes, los hiper/supermercados y las tiendas tradicionales, representando el 97% del volumen de merluza consumido (MAPAMA, 2017c). De ahí que asumamos que los centros logísticos de estos 5 canales de distribución, junto con la red de Mercasa⁵ representan de forma fidedigna la totalidad del transporte nacional de merluza, ejemplarizada por el conjunto de centros logísticos utilizados en nuestro análisis, cuya importancia está ponderada en base a sus cuotas de mercado, considerando que abarcan el 100% del mercado (Tabla 2).

Prosiguiendo con la aproximación mencionada en el párrafo anterior, determinamos las distancias:

- Entre capitales de provincias conectadas directamente,
- Entre los puntos de entrada en el territorio estatal y las capitales de provincia,
- Entre puertos peninsulares e isleños para el caso de los archipiélagos,
- Entre localizaciones de centrales logísticas de grandes operadores de la distribución alimentaria (Aldi, Carrefour, Lidl, Dia, Mercadona y Mercasa) capitales de provincia y puntos de entrada estatales.

Estas distancias, a través de las distintas rutas, se han calculado utilizando un algoritmo programado para Google Maps, generando un modelo integrado por los diferentes circuitos utilizados por cada operador para la comercialización de merluza (Aldi, Carrefour, Lidl, Dia, Mercadona y la red de MERCASA) y desagregado por medio del transporte utilizado. Cabe decir que el transporte agroalimentario en territorio nacional se efectúa principalmente por carretera aunque con distintos tamaños de vehículo (Ministerio de Fomento, 2017).

⁵ La red de MERCAS que compone MERCASA es el canal más habitual de abastecimiento de pescaderías y tiendas tradicionales, lo que refuerza nuestro supuesto de partida.

Tabla 2.

Volumen de comercialización de merluza por las 6 grandes distribuidoras seleccionadas en el territorio español (%)

Distribuidoras	Volumen de merluza comercializan
Mercasa	33%
Mercadona	29%
Lidl	23%
Carrefour	7%
Aldi	4%
Dia	4%

A partir de estas estimaciones del transporte internacional y nacional hemos considerado las posibles combinaciones de medios de transporte de la merluza y distancias entre: 1) cualquier punto de desembarco del producto a nivel nacional e internacional y cualquier centro logístico de las provincias del estado español, 2) los distintos medios de transporte, con combinaciones intermodales, y 3) la combinación de los recorridos realizados por las redes logísticas de las distribuidoras alimentarias contempladas.

2.4.3. Transporte de la recirculación

Como indicamos en el apartado de Consumo y abastecimiento provincial, los flujos de merluza dentro de la cadena agroalimentaria en España indican que determinadas provincias actúan como nodos de importación y/o exportación de merluza, mientras que otras provincias dependen de las primeras para poder abastecerse. Por ello mismo, es necesario calcular un componente de recirculación desde las primeras a las segundas, para así conocer la distancia adicional que recorren los productos en el territorio nacional cuando viajan desde los centros logísticos de las provincias con excedente hasta los centros logísticos de las provincias con déficit para cubrir su consumo. Todos los transportes realizados en el territorio nacional se dan por carretera, puesto que el transporte de productos agroalimentarios por ferrocarril es menor del 2% (Ministerio de Fomento, 2017).

2.4.4. Transporte desde puntos logísticos hasta punto de venta

El transporte de merluza dentro de las provincias españolas se ha calculado a partir de estimaciones de las distancias y medios de transporte utilizados para el reparto del producto desde los centros logísticos asignados a la provincia (que

puede ser uno o varios) y cada Código Postal (CP). A partir de la información disponible en DARetail (2017), que facilita la distribución geográfica de los establecimientos de más de 400 m² de superficie de venta comercial y la cuota de mercado de las grandes distribuidoras organizadas (GDO), ponderamos las distancias recorridas entre los centros logísticos y los puntos de venta final.

El cálculo del volumen transportado a cada CP se ha establecido en base a:

- A. La población residente que habita en dichos CPs, obteniendo de esta manera la disponibilidad neta de merluza por cada CP. Combinamos los datos de población residente del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2017) para el 2017 y las demarcaciones geográficas correspondientes a los CP.
- B. El número de supermercados que existen en estos CPs. A través de la base de datos DARetail se han tomado todos los supermercados existentes en España, que vienen asociados a los CP en los que se localizan (DARetail, 2017). Así, estimamos el volumen de consumo ponderado en base a la superficie comercial acumulada por CP.

Los medios de transporte utilizados en esta fase de la cadena se han obtenido a partir de los datos del parque de vehículos en España publicados por el Ministerio de Fomento (Ministerio de Fomento, 2017). Esto nos permite obtener una estimación del transporte ponderado en función de las cuotas de mercado de la distribución (Tabla 2) y de la demanda neta de merluza de cada CP.

2.4.5. Cálculo de la distancia media

Una vez estimado el volumen de merluza que fluye entre los puntos nacionales e internacionales hasta las provincias españolas y las distancias que se recorren, es posible calcular la distancia media que recorre cada producto en función del volumen transportado en cada recorrido (Carlsson-Kanyama, 1997; DEFRA, 2005; Pirog & Benjamin, 2005; Simón Fernández et al., 2014). Para ello se calcula la distancia media ponderada (DMP), en base a la siguiente fórmula:

$$DMP = \frac{\sum(mk \cdot dk)}{\sum mk} \quad (4)$$

Donde K hace referencia a las distintas procedencias del producto, m la masa de merluza transportada desde cada lugar de origen k, y d denota la distancia entre el origen y el destino. Esto permite ponderar las distancias en función al conjunto de componentes que recorren los productos finalmente disponibles.

2.5. La huella de carbono de la cadena de distribución de la merluza

El último paso para obtener la huella de carbono consiste en transformar las actividades de las fases de toda la cadena agroalimentaria de la merluza en emisiones de GEI, que en este caso daremos como cantidad de CO₂ equivalente (CO₂eq) emitida por tonelada de merluza. Para ello, es necesario aplicar una serie de conversores⁶ ampliamente utilizados en este tipo de estudios.

2.5.1. Emisiones de GEI de la captura

Las emisiones de GEI derivadas de las capturas de merluza se calcularon en base a la asunción de que el consumo de combustible de los buques de pesca constituye la contribución principal de las emisiones de GEI (Vázquez-Rowe et al., 2011). Los datos de consumo de combustible se han extraído del Comité Científico, Técnico y Económico de la Pesca (STECF 2019), que permite elaborar perfiles de consumo detallados por segmentos de flota para las zonas de pesca. Dado que los segmentos de flota capturan más de una especie, es necesario imputar el consumo de combustible de manera ponderada entre los volúmenes de las distintas especies capturadas. Para este caso de estudio, se ha utilizado la asignación por tonelaje capturado⁷ en cada uno de los segmentos de flota. Esto nos permite calcular el volumen de litros de combustible consumido por tonelada de merluza capturada.

El consumo de combustible se ha podido asociar a los diferentes segmentos de flota que capturan la merluza de las importaciones hacia España, asumiendo que dichas flotas siguen patrones de consumo de combustible por tonelada de merluza pescada similares a la flota española que realiza sus desembarcos en terceros países. Una vez determinado el consumo de combustible asociado a las capturas, es posible calcular las emisiones de GEI (KgCO₂eq. t⁻¹. km⁻¹) siguiendo la metodología y los conversores utilizados por Aguilera et al. (2019) (Tabla 3 y fórmula 5).

⁶ Los conversores son factores que agregan el impacto medioambiental directo o indirecto de cualquier actividad que se esté midiendo, y que permite convertir la masa y la distancia en un valor de emisiones de GEI. Proceden de otros trabajos de investigación o de bases de datos científicas que recogen trabajos en detalle de actividades económicas diversas como el caso de Ecoinvent.

⁷ Se considera la asignación por masa en el caso de atribuir el impacto medioambiental derivado del consumo de combustible en función del tonelaje capturado para cada una de las especies faenadas por la flota. Aunque este cálculo podría también ser realizado en base al output económico.

$$GEI_{pesca} = M_{diesel}/M_{merluza} \times M_{merluza} \times V_{bruto\ cal\acute{o}rico} \times GEI_{diesel} \quad (5)$$

Donde $M_{diesel}/M_{merluza}$ representa la masa o el volumen de consumo de diesel por tonelada capturada, $M_{merluza}$ representa el volumen capturado de merluza (DPINT, DIMP o DEPTENA), $V_{bruto\ cal\acute{o}rico}$ es la energía contenida en cada unidad de masa o volumen de diesel, y GEI_{diesel} es el valor de las emisiones de GEI por MJ de diesel para el año 2010.

Tabla 3.

Convertidores utilizados en la determinación de las emisiones de GEI asociadas al consumo de combustible, obtenidos de Aguilera et al. (2019).

Combustible	Densidad (Kg/L)	Valor bruto calórico (MJ/kg)	Valor bruto calórico (MJ/L)	GEI para 2010 (KgCO ₂ eq/MJ diesel)
Diesel	0,8439	45.700	38.500	0,0953

2.5.2. Emisiones de GEI del transporte

Las emisiones de GEI asociadas a los distintos medios de transporte se han calculado a partir de la información obtenida mediante una revisión bibliográfica (Aguilera et al., 2015; Boureima et al., 2008; Delgado Cabeza et al., 2015; Guzmán Casado & González De Molina, 2017; Infante et al., 2014; Pérez Neira et al., 2016b), que hemos completado con la base de datos Ecoinvent 3.7.1 (Ecoinvent, 2019), de donde hemos obtenido los convertidores para cada uno de los medios de transporte utilizados en la cadena agroalimentaria de la merluza en España. La elección de un tipo determinado de transporte y la presencia o ausencia de refrigeración en el mismo se ha realizado en base a la información disponible en la bibliografía y a conocimiento experto (Evans, 2007; Fitzgerald et al., 2011; Meneghetti & Ceschia, 2020; Parajuli et al., 2021; Tassou et al., 2009). Al igual que en el caso de los convertidores utilizados en el cálculo de las emisiones de la pesca, estos convertidores siguen la metodología ReCiPe (H) 2016 v.1.04 (Huijbregts et al., 2016). La medición de las emisiones de dichos transportes en Kg de CO₂eq por tonelada y kilómetro (Kg CO₂eq.t⁻¹·km⁻¹), permite obtener las emisiones derivadas del transporte multiplicando la distancia recorrida y el volumen transportado por los valores de los convertidores (Tabla 4).

La diversidad de medios de transporte también diversifica su impacto medioambiental, algo que depende en gran medida del modo y eficiencia del tipo de transporte utilizado. Por ello, reconstruimos los trayectos del transporte del volumen neto comercializado de merluza, desagregando las distancias recorridas para cada uno de los medios de transporte. La aplicación de los convertidores seleccionados permite obtener el impacto de cada uno de los recorridos a partir del volumen transportado y la distancia recorrida entre origen y destino (Ecuación 6).

$$GEI_{transp} = GEI_{md} \times distancia \times M_{merluza} \quad (6)$$

Las emisiones del transporte (GEI_{transp}) se calculan a través de los conversores para cada medio de transporte (GEI_{md}), multiplicados por la distancia estimada y la masa de merluza transportada ($M_{merluza}$).

Tabla 4.

Medios de transporte incluidos en el análisis de la cadena de distribución de la merluza y emisiones de GEI asociadas, obtenidos a partir de la revisión bibliográfica y de Ecoinvent 3.7.1.

Tipo de vehículo	GEI (Kg CO ₂ eq. t ⁻¹ Km ⁻¹)
Ferry + camión	0,015
Barco con container refrigerado	0,02
Camión grande (7,5-16 t con refrigeración)	0,26
Camión mediano (3,5-7 t con refrigeración)	0,63
Avión refrigerado	1,75
Camión pequeño (furgoneta con refrigeración)	2,14

2.5.3. Perfiles de emisiones de GEI

Las emisiones de GEI asociadas con la recirculación del volumen de merluza entre provincias se han determinado por medio de un indicador denominado *Perfil de impacto provincial*, que se define como el resultado de dividir la cantidad de emisiones de GEI por tonelada de producto de disponibilidad neta en cada provincia, es decir, la agregación de los GEI emitidos en la captura, desembarco y transporte para alcanzar la disponibilidad neta, tal y como se describe a continuación:

$$P_{I-provincial} = \frac{GEI_{I-provincial}}{P_{prov} - Exp_{prov} + Imp_{prov}} \quad (7)$$

Donde $GEI_{I-provincial}$ se refiere a las emisiones de GEI resultantes de la captura y el transporte desde el punto de origen hasta el centro logístico provincial, P_{prov} se refiere a la captura de merluza asociado a la provincia (DEPTENA+DPINT), Exp_{prov} denota la exportación e Imp_{prov} la importación de merluza. Este perfil asocia a cada tonelada neta disponible de merluza por provincia unas emisiones asociadas a la captura y el transporte hasta la provincia, lo que permite conocer el impacto asociado a cualquier tonelada que se transporte desde ésta hacia

otra provincia en lo que hemos denominado transporte de la recirculación. De este modo, cuando desde una provincia con excedentes de un producto se transporta una cantidad determinada de merluza a otra provincia deficitaria, además del impacto del transporte directo interprovincial, se computa el historial de emisiones previo de ese volumen de producto desde su captura o importación a la provincia receptora de esa cantidad de merluza.

3. Resultados

3.1. Oferta total y disponibilidad neta de merluza

La flota pesquera española de merluza capturó 98.206 t en 2017. De estas, 30.134 t proceden de buques españoles que desembarcan sus capturas directamente en puertos del territorio nacional, de las cuales 12.789 t se capturaron en caladeros nacionales y 17.345 t en caladeros internacionales (Figura 5). Las restantes 68.072 t proceden de buques españoles que faenan exclusivamente en caladeros internacionales y desembarcan sus capturas en puertos internacionales de terceros países. El valor total de la captura realizada por la flota española en el año 2017 calculada a partir de los cuadernos de pesca difiere ligeramente (<5%) de las capturas oficiales publicadas en las estadísticas de capturas y desembarcos de pesca marítima del MAPA (ver Tabla 1).

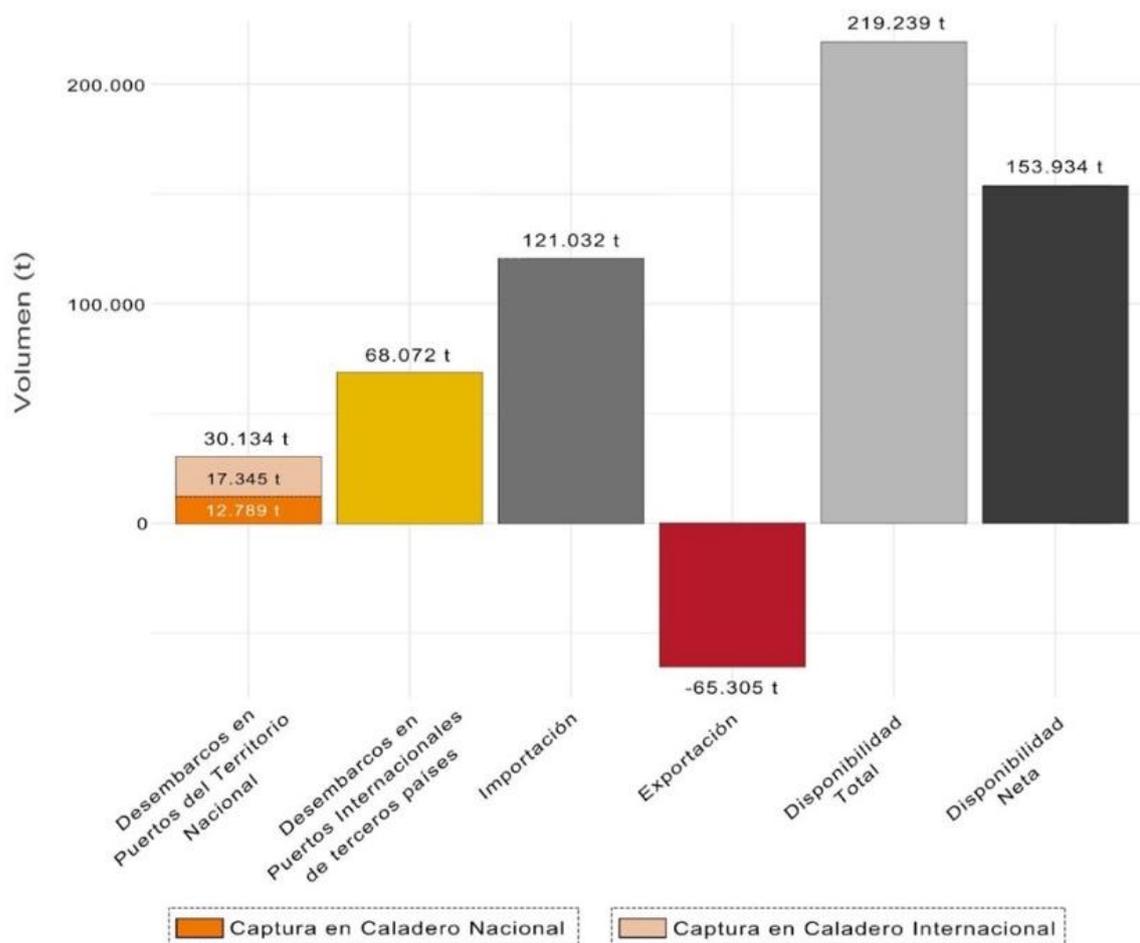


Figura 5. Disponibilidad de merluza en el sistema agroalimentario de España. La “Disponibilidad total” contiene la sumatoria de toda la merluza que entra en el territorio español, y “Disponibilidad neta” se refiere a la merluza realmente disponible para los consumidores en España tras restar las exportaciones a la disponibilidad total.

Por otro lado, las importaciones alcanzaron un volumen de 121.032 t. En suma, la disponibilidad total de merluza para el año 2017 fue de 219.239 t. Del valor de la disponibilidad total descontamos el volumen de merluza exportada (65.305 t) quedando así una disponibilidad neta de 153.934 t, que es el volumen que finalmente llegó a los puntos de venta para el consumo en España (Figura 5).

3.2. Capturas de merluza por zonas de pesca FAO

Los buques españoles que capturan merluza operan regularmente en 5 grandes zonas de pesca de la FAO. La merluza capturada por estos buques tiene en los puertos españoles su punto de primera venta⁸. Sin embargo, por zonas, los volúmenes desembarcados en puertos españoles y en terceros países pueden variar de forma significativa, con las consecuentes implicaciones para el transporte de la merluza hasta nuestro país.

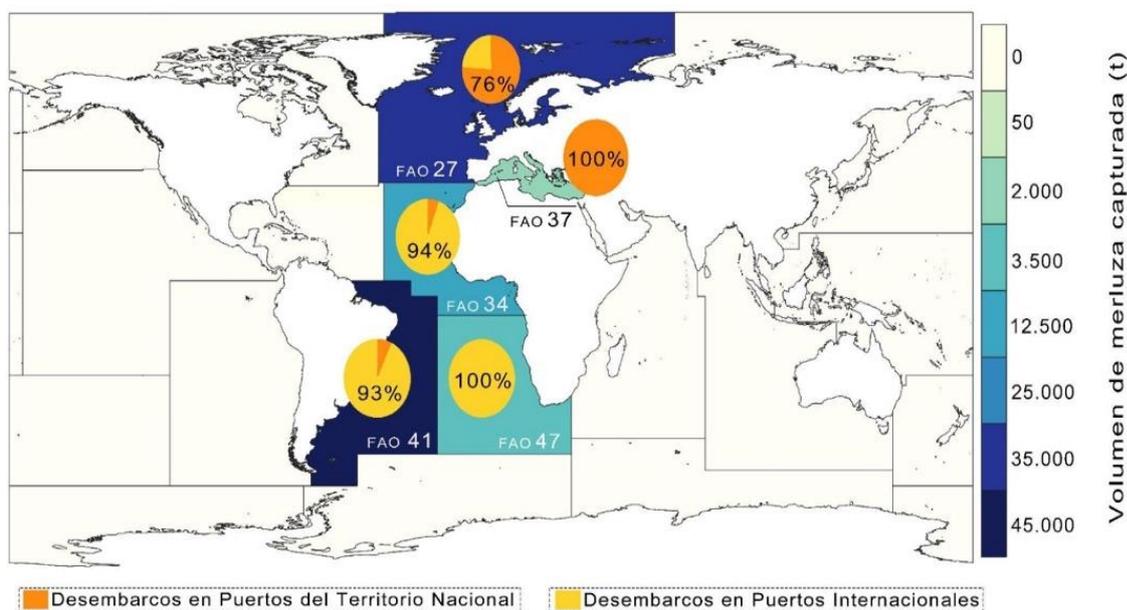


Figura 6. Volumen de captura de merluza en toneladas (t, escala de colores) y porcentaje de capturas desembarcadas en territorio español y en terceros países por zona FAO. Se diferencian las capturas que los buques españoles desembarcan en puertos del territorio nacional de las capturas que los buques españoles desembarcan en puertos internacionales de terceros países.

⁸ Esto implica que los barcos españoles que desembarcan en terceros países sus capturas, trasladan los productos hasta las provincias españolas sin realizar ninguna venta. No obstante, el funcionamiento logístico es similar al de una importación.

La zona con mayor volumen de capturas en el año 2017 fue la zona FAO 41 (Atlántico Sudoccidental), con un volumen de 46 mil t. El 93% de estas capturas se desembarcaron en terceros países (principalmente Argentina y Uruguay) y sólo un 7% se desembarcó directamente en España (Figura 6).

La segunda zona FAO con mayor número de capturas fue la zona 27 (Atlántico Nororiental) con más de 33 mil t de merluza capturada, y el 76% de estas capturas fueron desembarcadas directamente en España, mientras que las restantes (24%) fueron desembarcadas en terceros países (principalmente Irlanda y Francia) y posteriormente transportadas a España. La tercera zona con mayor volumen de captura fue la zona 34 (Atlántico Centro-oriental) con cerca de 12,5 mil t, y de las cuales el 94% fueron desembarcadas en puertos internacionales, principalmente en Mauritania y Senegal. Por último, destaca la zona 37 (Mediterráneo y Mar Negro), con un volumen de desembarcos de 2.000 t enteramente desembarcados en puertos nacionales (Figura 6; Tabla 5). La zona FAO 37 es la que presentó el valor de consumo de combustible por tonelada de merluza capturada más elevado (3.666 lts de diesel/t) con respecto a las demás zonas (Tabla 5).

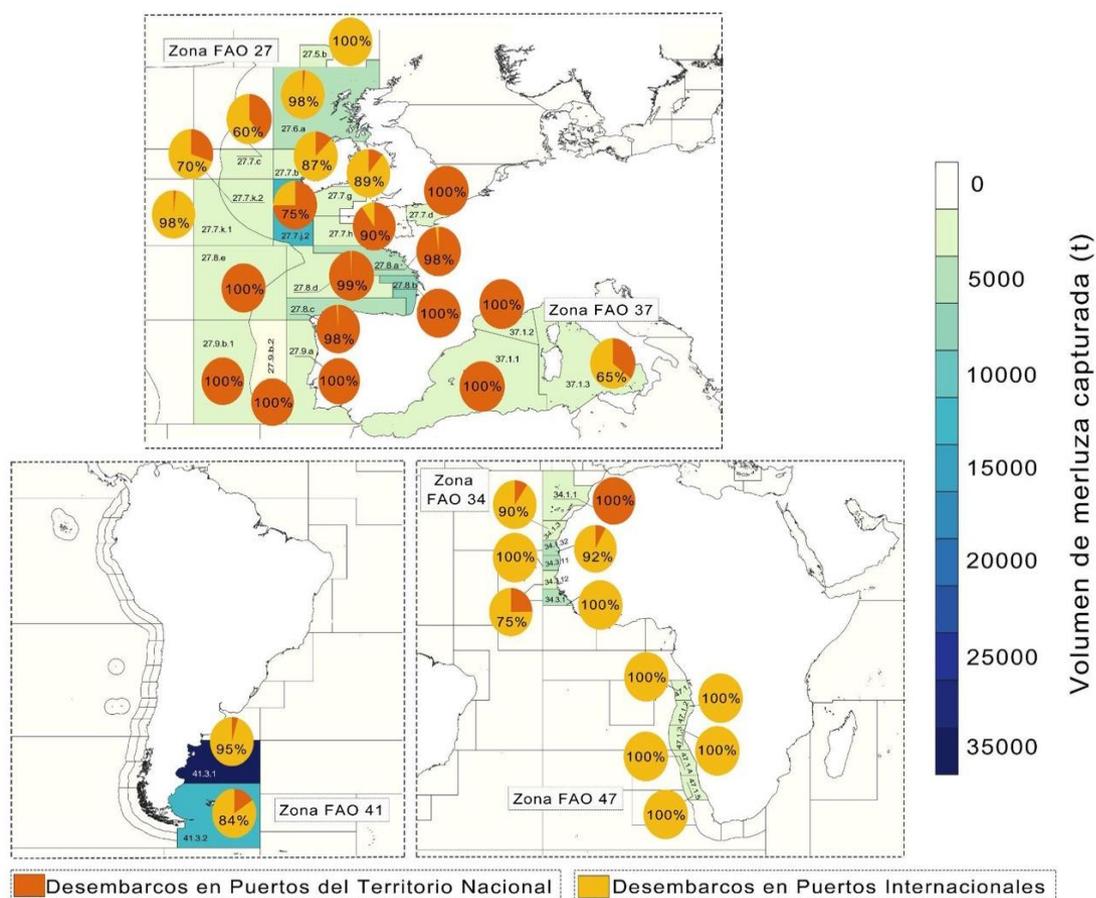


Figura 7. Volumen de captura de merluza en toneladas (t, escala de colores) y porcentaje de capturas desembarcadas en territorio español y en terceros países por subzona FAO. Se diferencian las capturas que los buques españoles desembarcan en puertos del territorio nacional de las capturas que los buques españoles desembarcan en puertos internacionales de terceros países. De los porcentajes de los dos tipos de desembarco únicamente se indica el valor más elevado de ambos.

Tabla 5.

Capturas de merluza por Zona de pesca FAO. Zonas de pesca según el código utilizado por la FAO, volúmenes de pesca, número y tonelaje de las embarcaciones, y consumo de combustible (2017).

Zona FAO	Volumen pesca de merluza (t)	Volumen pesca de merluza (%)	Nº Barcos	Potencia total (Kw)	Lts de diesel /t merluza
41 - Atlántico Sudoccidental	46.202	47%	22	29.078	448
27 - Atlántico Nororiental	33.383	34%	778	126.673	895
34 -Atlántico Centro-Oriental	12.693	13%	31	13.034	1.051
47 - Atlántico Sudoriental	3.458	4%	3	3.684	449
37 - Mediterráneo y Mar Negro	2.147	2%	750	119.868	3.666 ⁹

Dentro de estas cinco zonas, la flota española operó en 2017 en 34 subzonas FAO. La zona FAO 41 (Atlántico suroccidental) es la que acumuló un mayor volumen de capturas (Tabla 5), aunque el esfuerzo de la flota se centró sólo en dos subzonas (Figura 7). La región del Atlántico nororiental (zona FAO 27) concentró el mayor esfuerzo pesquero (con operaciones distribuidas entre 21 de sus subzonas) y fue responsable del segundo mayor volumen de capturas de merluza a nivel global. La mayoría de las capturas realizadas en la zona FAO 41 se desembarcaron en

⁹ Es posible que la estimación del consumo de diesel de esta zona esté parcialmente sobreestimada debido a que en el Mar Mediterráneo la merluza es principalmente capturada en pesquerías multiespecíficas o como especie accesoria de pesquerías que tienen otras especies distintas a la merluza como su principal objetivo. La menor eficiencia en la captura de estas otras especies junto con la elevada sobreexplotación de los caladeros de la zona FAO 37, son otras razones que pueden explicar que este indicador de consumo de diesel sea tan elevado. No obstante, la inferencia de esta posible sobreestimación es mínima debido a que el volumen de capturas de merluza en esta zona es residual en comparación con las capturas totales en el conjunto de las demás zonas (Tabla 4).

terceros países, mientras que la mayoría de las capturas realizadas en la zona 27 se desembarcaron directamente en España (Figura 7). Las subzonas de pesca de la zona 27 más productivas no corresponden con caladeros nacionales de la costa española, sino con las costas británicas, francesas e irlandesas (subzonas 27.7.j.2 y 27.6.a).

3.3. Importaciones de merluza fresca y congelada

La mayor parte de la merluza disponible en España (en torno a 121 mil t) provino de las importaciones, siendo Namibia el país del que más se importó merluza en 2017, con un volumen de 40 mil t, representando el 30% del volumen total de las importaciones. El 96% de la merluza importada de Namibia se transportó hasta España en formato congelado.

El segundo país en importancia por su volumen de importación de merluza fue Francia, con más de 24 mil t, lo que representa el 17% del volumen total de importaciones. A diferencia de Namibia, la merluza importada de Francia llegó a España en fresco casi en su totalidad (98%). A continuación, destaca también Argentina con más de 15 mil t de merluza que en su totalidad se comercializó en formato congelado (Figura 8).

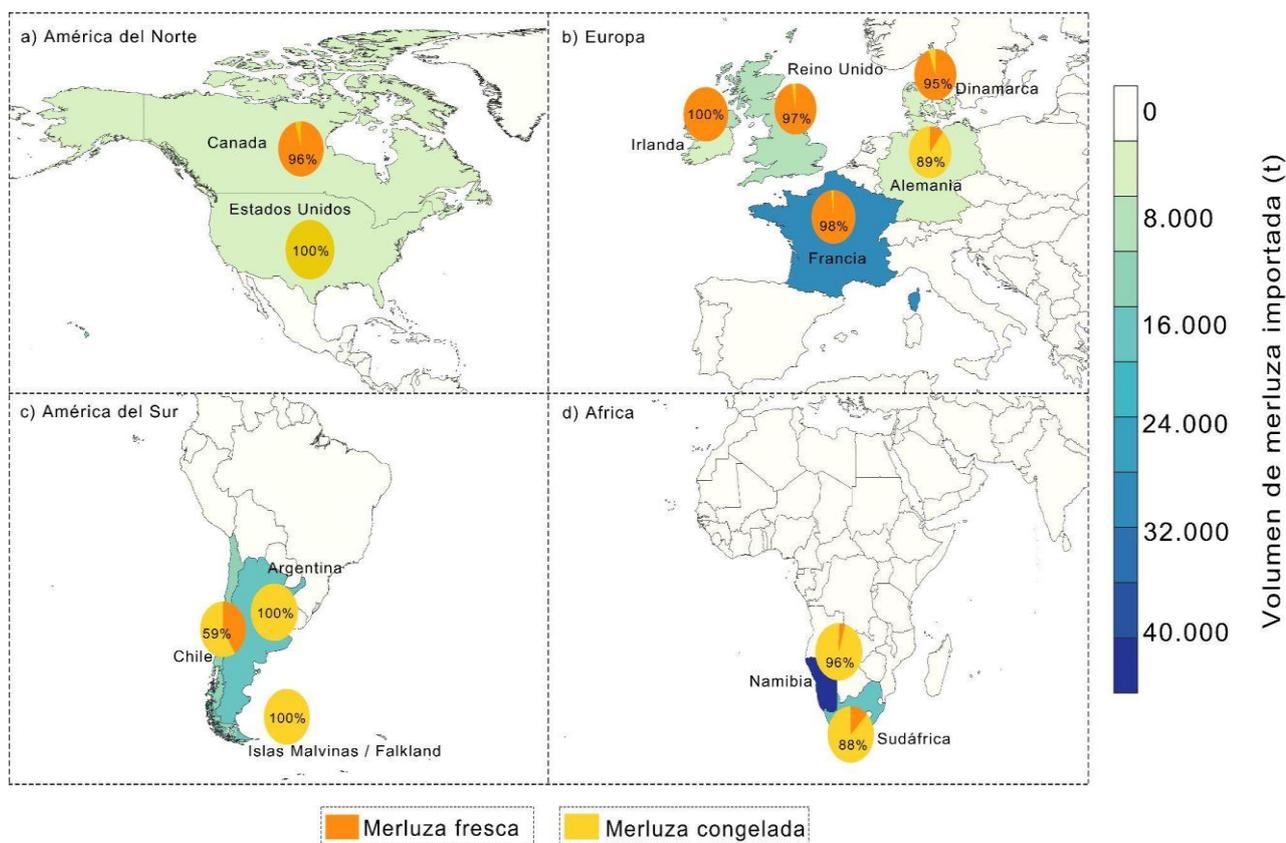


Figura 8. Volumen de importaciones de merluza en toneladas (t, escala de colores) y porcentaje de importaciones de merluza fresca y merluza congelada. De los porcentajes de los dos tipos de merluza (fresca o congelada) únicamente se indica el valor más elevado de ambos.

3.4. Medios de transporte y distancias recorridas

El transporte de la merluza desembarcada en terceros países y de la merluza que llega a España a través de las importaciones se realiza por diferentes medios. En 2017, la mayor parte del transporte de ambas procedencias se realizó por vía marítima, con un volumen de 68.871 t (el 54% del volumen total transportado). El segundo medio de transporte más utilizado fue el terrestre, con un volumen de 35.446 t (29% del volumen total). La mayor parte de este volumen transportado terrestre¹⁰ se realiza a través de vehículos refrigerados pequeños (13%), seguidos de vehículos refrigerados grandes (11%) y, por último, de vehículos refrigerados medianos (5%). El medio de transporte con menor volumen de transporte fue el aéreo, con un volumen de 21.388 t de merluza transportada (17% del volumen total transportado) (Figura 9).

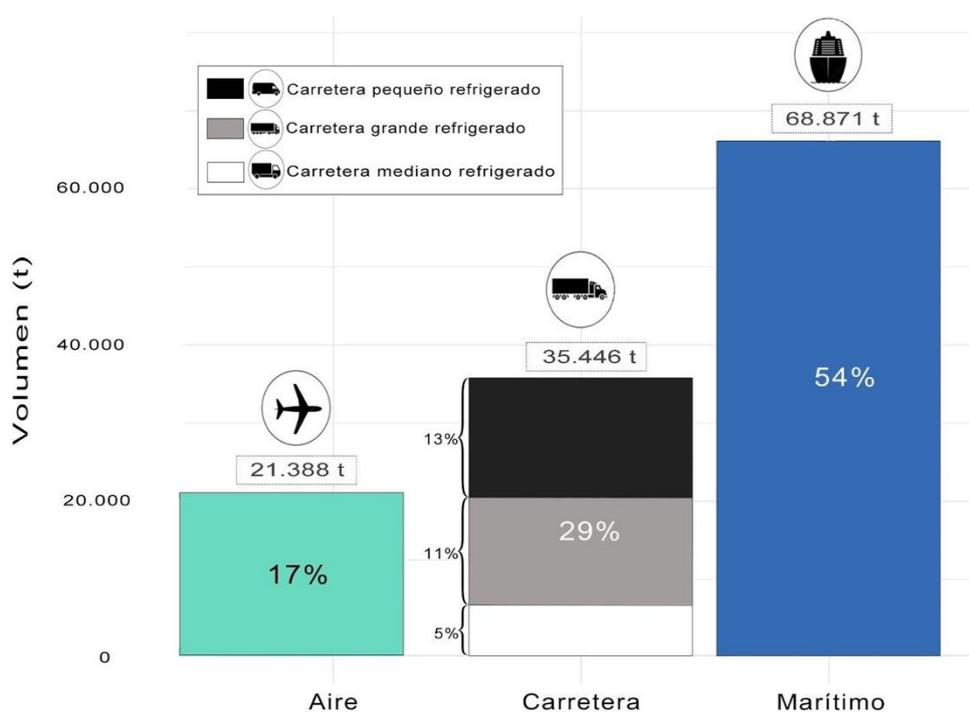


Figura 9. Importancia relativa de los medios de transporte en la cadena agroalimentaria de la merluza. Las barras representan el volumen en toneladas (t) de merluza transportada por cada medio de transporte considerando conjuntamente las capturas de los buques españoles que desembarcan en puertos internacionales de terceros países y las

¹⁰ El transporte terrestre en España es principalmente a través de carretera (Ministerio de Fomento, 2017). Los vehículos pequeños son aquellos con una masa menor a 3,5 t mientras que los medianos pesan entre 3,5 y 7 t. Los grandes son considerados con un peso de entre 7,5 y 16 t máximas.

importaciones (se indican también los porcentajes del volumen de merluza transportada). No se incluye la producción/pesca ni la recirculación interprovincial.

La merluza importada y la desembarcada por buques nacionales en terceros países recorren largas distancias para llegar a España. La Figura 10 muestra la distancia media ponderada (km) de la merluza transportada por cada país de origen en el año 2017. Los países sudamericanos -Chile, Argentina, Uruguay- y las Islas Malvinas/Falkland Islands lideraron el ranking de distancias medias ponderadas. Chile fue el país con mayor recorrido por tonelada de merluza capturada y transportada a España. En el otro extremo encontramos a Portugal, con una distancia media ponderada de menos de 850 km. Francia, Reino Unido, Irlanda y Dinamarca también mostraron cifras muy similares al comparar la distancia recorrida para los desembarcos de la captura en puertos internacionales y las importaciones. La merluza procedente de Alemania, Dinamarca, Sudáfrica, Estados Unidos, Canadá y Chile procedió fundamentalmente de las importaciones, mientras que la merluza transportada desde Uruguay, Mauritania, Senegal, Marruecos, Portugal, Guinea, Italia y Angola procedió exclusivamente de las capturas desembarcadas por los buques españoles en puertos internacionales (Figura 10).

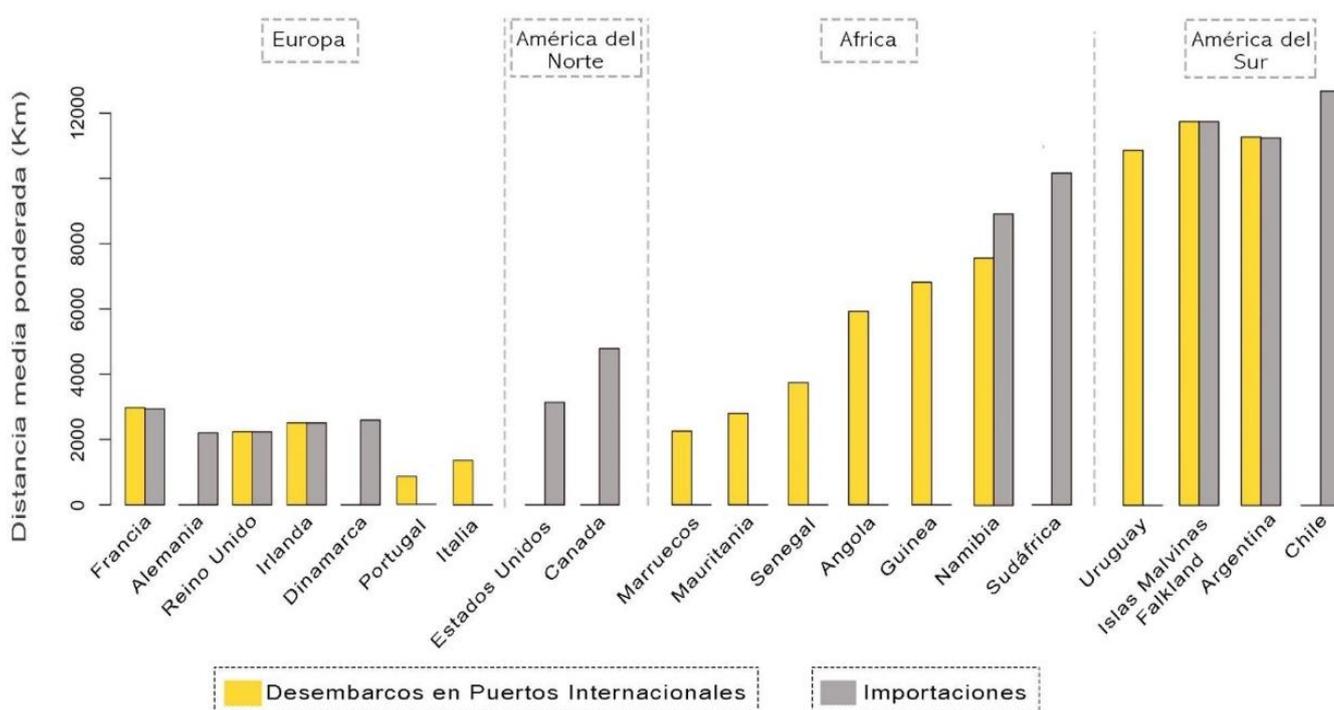


Figura 10. Distancia media ponderada en kilómetros por tonelada transportada según el país de origen para el año 2017. Las barras amarillas en el gráfico se refieren a la merluza capturada por buques españoles que desembarcaron en el extranjero. Las barras grises se refieren a la merluza capturada por buques de terceros países y enviada a España como importación. Estas distancias comprenden el transporte desde que el producto desembarca en el país hasta la llegada a las provincias españolas.

3.5. Merluza fresca y congelada

La merluza puede llegar a España en las presentaciones de fresco y congelado (Figura 11). En 2017, la merluza fresca alcanzó un volumen de 117 mil t de la disponibilidad neta. Esta cifra triplica a la del volumen de merluza congelada, que contribuyó con más de 36 mil t a la disponibilidad neta. La merluza fresca procedió tanto de buques nacionales que desembarcan en España (24%), como de buques nacionales que desembarcan en terceros países (39%), y de importaciones (37%). No obstante, respecto al volumen procedente de buques nacionales que desembarcaron en España, menos de la mitad de sus capturas fueron realizadas en caladeros nacionales (41% de los desembarcos en España), representando tan solo el 10% del volumen total de merluza fresca. El volumen restante capturado por estos barcos (59%) procedió de caladeros internacionales y representó el 14% de la disponibilidad total de la merluza fresca. La merluza congelada, por su parte, tuvo como procedencia únicamente buques nacionales que desembarcaron sus capturas en terceros países (21%) e importaciones (79%).

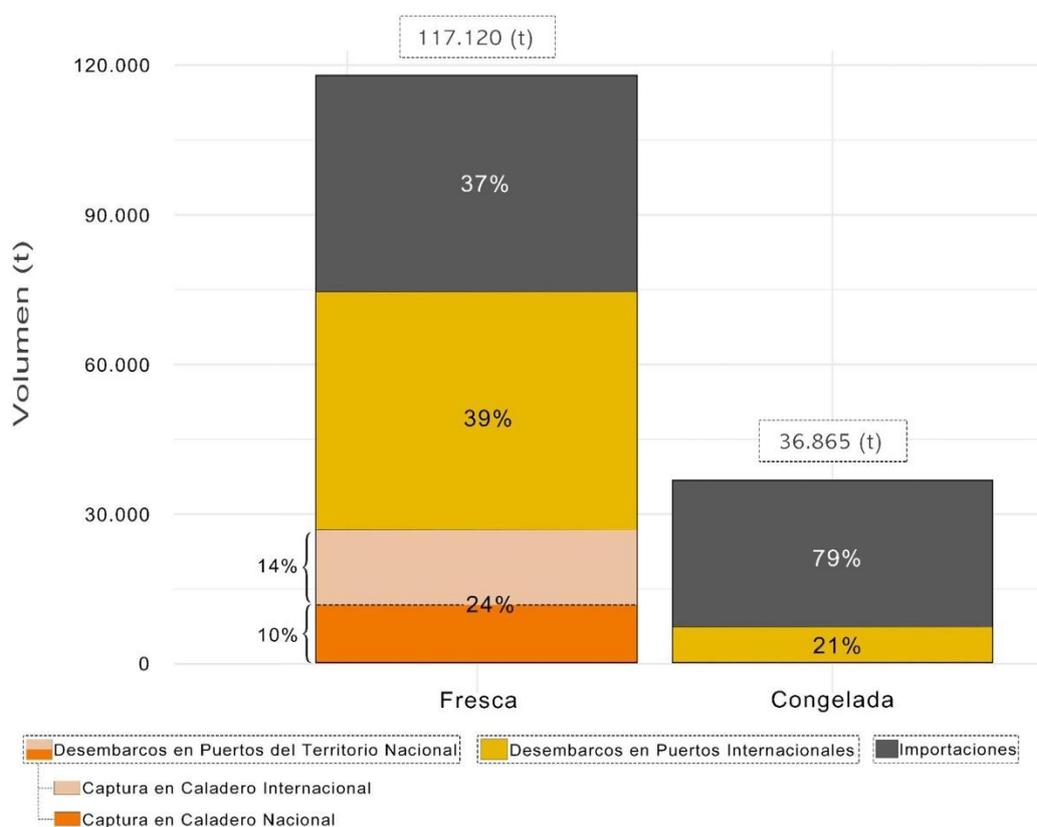


Figura 11. Disponibilidad neta de merluza fresca y congelada en el sistema agroalimentario de España por origen y tipo de merluza (%). Las capturas desembarcadas por los buques españoles en los puertos del territorio nacional se dividen en las capturas realizadas en "Caladero Nacional" y las capturas realizadas en "Caladero internacional".

3.6. Oferta total y disponibilidad neta provincial

Si bien la oferta total de merluza (capturas + importaciones) se distribuye a lo largo de todo el territorio nacional por ser uno de los principales productos pesqueros en la gastronomía nacional, Pontevedra fue la provincia que ofertó más merluza en 2017, con un volumen de 108.000 t. Esta merluza provino principalmente de importaciones (74%) y de barcos españoles que desembarcaron en puertos internacionales (22%). Además de Pontevedra, otras provincias del norte de España mostraron también una gran concentración del volumen de la oferta total de merluza: Lugo (19.000 t) y A Coruña (7.000 t) en Galicia, Guipúzcoa (21.000 t) y Vizcaya (3.000 t) en el País Vasco (Figura 13). A pesar de representar un menor volumen de merluza disponible en comparación con las provincias del norte de nuestro país, las provincias costeras del Mediterráneo destacaron por tener un mayor porcentaje de desembarcos nacionales, con excepción de Valencia (13.000 t) y Barcelona (7.000 t), que se caracterizaron principalmente por el predominio de los desembarcos internacionales y de las importaciones (Figura 12).

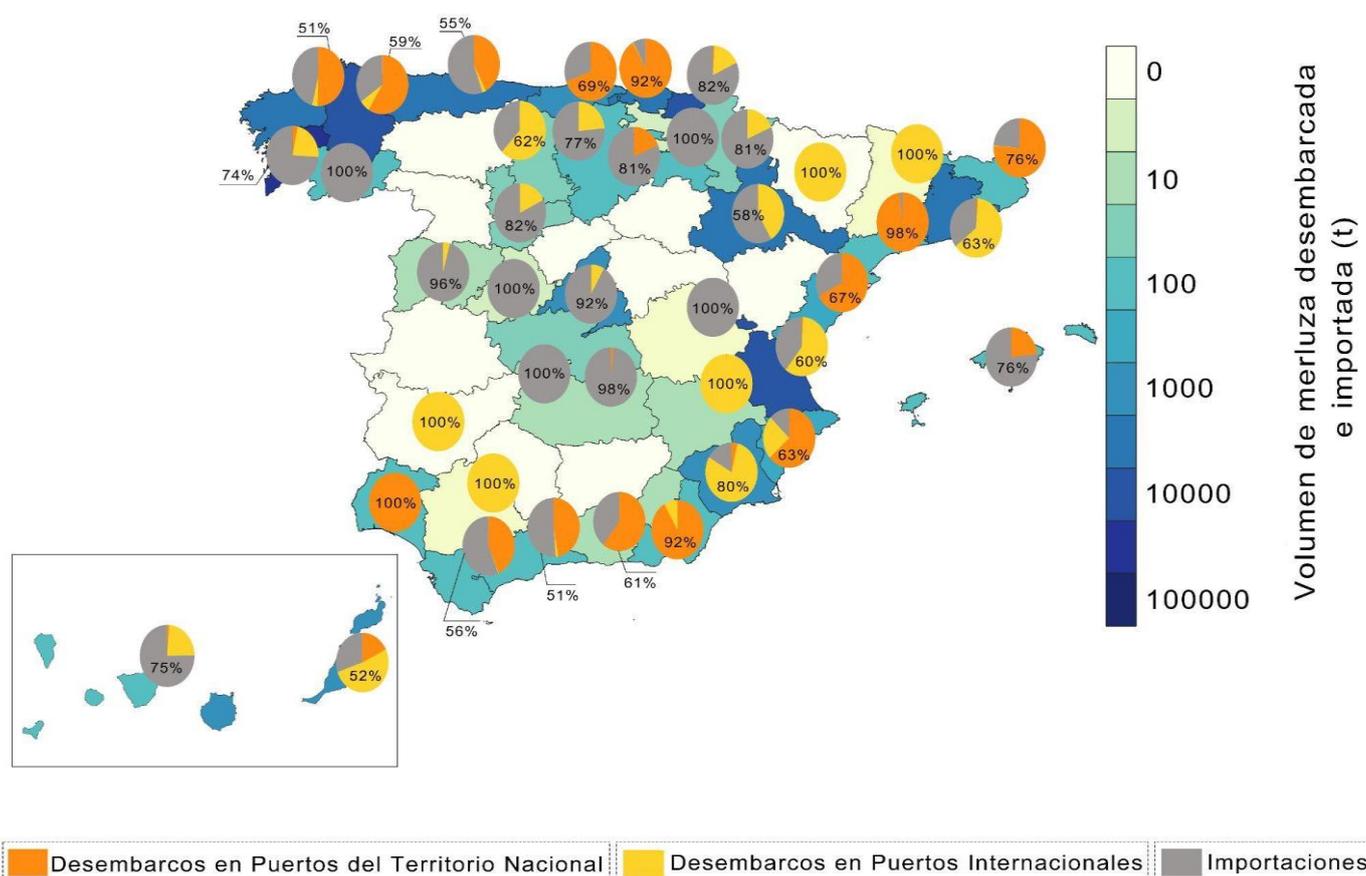


Figura 12. Disponibilidad total de merluza en toneladas (t, escala de colores) y porcentaje de capturas desembarcadas e importadas por provincia en 2017. Se diferencian las capturas que los buques españoles desembarcan en puertos del territorio nacional de las capturas que los buques españoles desembarcan en puertos internacionales de terceros países y las importaciones. De los porcentajes únicamente se indica el valor más elevado.

La Figura 13 muestra la disponibilidad neta de merluza para cada una de las provincias españolas en el año 2017, siendo las más importantes Pontevedra, Guipúzcoa, Lugo, Valencia, Zaragoza y Barcelona. Con un balance deficitario, destacaron cuatro provincias: Las Palmas, Sevilla, Guadalajara y Ourense, que se caracterizan porque sus exportaciones superaron la oferta de merluza computando el desembarco en puertos del territorio nacional, el desembarco en puertos internacionales y las importaciones. La merluza que recibieron estas provincias tuvo su origen principalmente de la distribución interprovincial, ya que las provincias que disponen de un mayor volumen de merluza redistribuyen parte de su disponibilidad a las provincias deficitarias que, a su vez, exportaron parte de ese volumen recibido, generando así un balance deficitario.

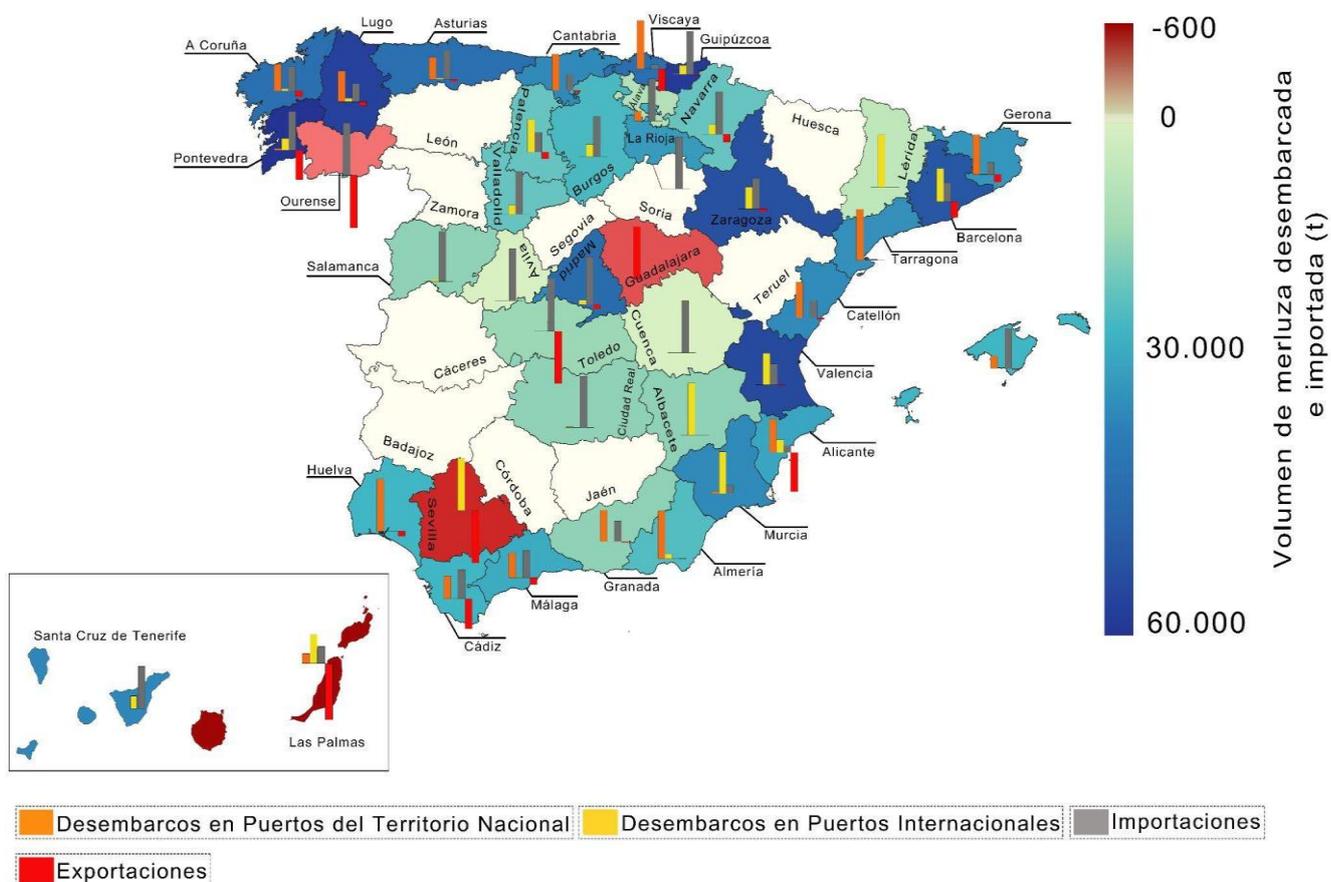


Figura 13. Disponibilidad neta de merluza en toneladas (t, escala de colores) y porcentaje de capturas desembarcadas, importadas y exportadas por provincia con respecto a la disponibilidad provincial en el año 2017. Las barras indican el porcentaje del volumen total recibido por provincia según el origen (buques españoles desembarcan en puertos del territorio nacional, buques españoles desembarcan en puertos internacionales de terceros países e importaciones) y la parte de este volumen que se exporta (exportaciones, en valores negativos).

A partir de estos datos definimos 5 perfiles de provincias con rasgos distintivos en función de los desembarcos en puertos del territorio nacional, desembarcos en puertos internacionales de terceros países e importaciones, y el porcentaje de este total que se exporta:

- **Provincias importadoras:** Guipúzcoa, Burgos, La Rioja, Navarra, Salamanca, Ciudad Real, Ávila y Cuenca.
- **Provincias importadoras y exportadoras:** Barcelona, Las Palmas, Ourense, Pontevedra y Toledo.
- **Provincias propensas a desembarcos nacionales:** Vizcaya, Tarragona, Almería y Huelva.
- **Provincias propensas a desembarcos nacionales e importaciones:** A Coruña, Lugo, Asturias, Cádiz, Málaga y Granada.
- **Provincias propensas a desembarcos internacionales:** Murcia, Albacete y Lérida.

3.7. Emisiones de GEI por tonelada de merluza y medio de transporte

En primer lugar, calculamos las emisiones asociadas al transporte internacional y el transporte nacional hasta las provincias de destino, según los datos aportados por las estadísticas de Comercio Exterior, que alcanzaron el valor de 205.344 t de CO₂eq para el año 2017 (Tabla 6, Figura 14). El transporte aéreo fue responsable de la emisión de 163.277 t de CO₂eq (79,5%), debido exclusivamente a los trayectos de la merluza desembarcada en puertos internacionales y de las importaciones, a pesar de que sólo representa el 17% del volumen total transportado (Figura 9), lo que indica su elevada ineficiencia en términos de emisiones de GEI por tonelada de merluza transportada.

Tabla 6.

Emisiones de GEI de los diferentes medios de transporte en el año 2017 considerando conjuntamente el transporte de las capturas de los buques españoles que desembarcan en puertos internacionales de terceros países y el transporte de las importaciones. No se incluyen las emisiones de las operaciones de pesca, la recirculación interprovincial, ni el reparto hasta los puntos de venta.

Medio de transporte	Merluza transportada (t)	Emisiones tCO ₂ eq	Eficiencia (kgCO ₂ eq/t)
Marítimo	68.871	22.725	330
Carretera	35.446	19.342	546
Aéreo	21.388	163.277	7.634
Total	125.705	205.344	1.634

El segundo medio de transporte con mayor volumen de emisiones fue el marítimo, con 22.725 t de CO₂eq (11%), seguido por el transporte terrestre que fue responsable de 19.342 t de CO₂eq (10%). Estas emisiones no incluyen todavía las emisiones debidas a la pesca, ni la recirculación interprovincial, ni el reparto hasta los puntos de venta. El transporte aéreo fue el medio de transporte menos eficiente en términos de emisiones de GEI por tonelada de merluza transportada, con una emisión estimada de 7.634 kgCO₂eq/t por año. El transporte por carretera mostró una eficiencia media de 546 kgCO₂eq/t, y el transporte marítimo resultó ser el más eficiente en comparación con los demás, con una emisión estimada de 330 kgCO₂eq/t (Tabla 6).

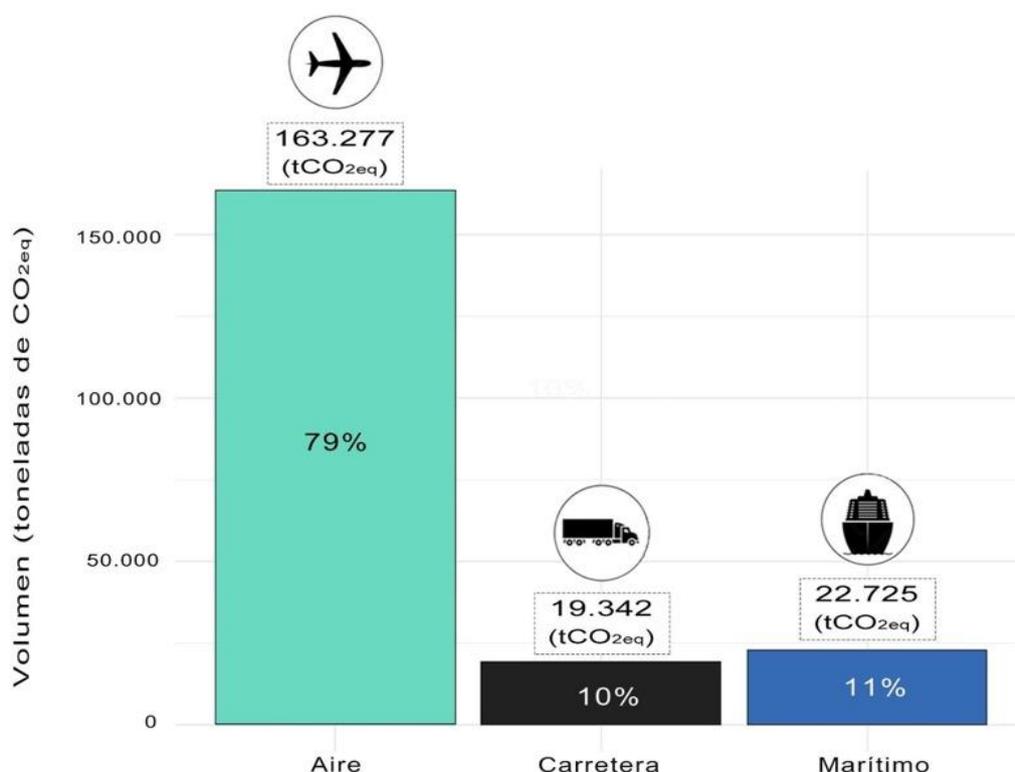


Figura 14. Emisiones de GEI (toneladas de CO₂eq) por medio de transporte para la cadena agroalimentaria de la merluza en el año 2017. No se incluyen las emisiones de las operaciones de pesca, la recirculación interprovincial, ni el reparto hasta los puntos de venta. Las barras representan el volumen de emisiones de GEI por medio de transporte, considerando conjuntamente el transporte de las capturas de los buques españoles que desembarcan en puertos internacionales de terceros países y el transporte de las importaciones. Los valores sobre las barras representan los valores de emisiones de GEI por tonelada disponible de merluza para cada medio de transporte.

A continuación, añadimos a estos cálculos de las emisiones del transporte, las emisiones asociadas al consumo de diesel de las operaciones de pesca, tanto de las capturas realizadas por la flota española como las emisiones asociadas a las capturas de las importaciones, sin contabilizar todavía la recirculación interprovincial, ni el reparto hasta los puntos de venta. En conjunto, estas emisiones ascendieron a 661.388 t de CO₂eq, siendo las importaciones responsables de 346.211 t de CO₂eq, más de la mitad de estas emisiones (52%) (Figura 15, Tabla 7). En segundo lugar, se encuentra la merluza procedente de los buques que desembarcan sus capturas en puertos internacionales de terceros países, que fue responsable de 209.616 t de CO₂eq (32%). Por último, se sitúa la merluza procedente de buques que desembarcan sus capturas en puertos nacionales, con un 16% de las emisiones totales y un volumen de 106.124 t de CO₂eq. De este 16%, las emisiones asociadas a la pesca y transporte de merluza procedente de caladeros nacionales ocupan el 9%, mientras que el 7% restante corresponde a la pesca en caladeros de terceros países (Figura 15).

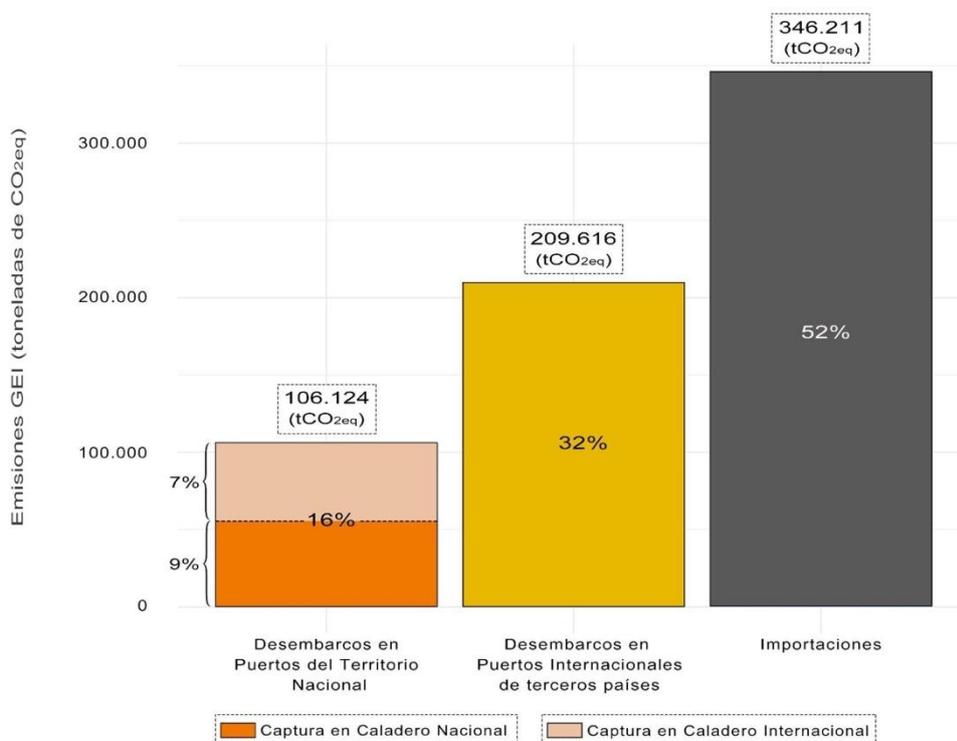


Figura 15. Emisiones de GEI totales de la cadena agroalimentaria (toneladas de CO₂eq) según el origen de la merluza para el año 2017. No se contabiliza ni la recirculación interprovincial ni el reparto hasta punto de venta. Las barras representan el volumen de emisiones de GEI por origen de la merluza considerando las capturas que los buques españoles desembarcan en puertos del territorio nacional, las capturas que los buques españoles desembarcan en puertos internacionales de terceros países y las importaciones, así como los transportes asociados a estas categorías. Las capturas desembarcadas por buques españoles en los puertos del territorio nacional se dividen en las capturas realizadas en "Caladero Nacional" y en "Caladero internacional". Los valores porcentuales indican la contribución de cada segmento al volumen total de emisiones de GEI.

En términos de las emisiones de GEI procedentes de la pesca y del transporte, la merluza procedente de las importaciones fue la menos eficiente, con un valor de 4.748 kg CO₂eq/t. En segundo lugar, se posicionó la merluza desembarcada en puertos internacionales de terceros países con una eficiencia de 3.971 kg CO₂eq/t, mientras que la merluza desembarcada en los puertos nacionales presentó la mejor ratio de eficiencia, con un valor de emisiones de 3.753 kg CO₂eq/t. Cabe destacar que la merluza desembarcada en los puertos nacionales se captura tanto en caladeros nacionales como internacionales y, mientras que la merluza capturada en los internacionales presentó una eficiencia de 3.075kgCO₂eq/t, la capturada en los nacionales mostró la menor eficiencia, con un valor de 4.671 kgCO₂eq/t (Tabla 7).

Tabla 7.

Emisiones relativas de GEI de la pesca y el transporte según el origen de la merluza para el año 2017. No se incluye ni la recirculación interprovincial ni el reparto hasta los puntos de venta.

Origen	Caladero	Volumen de merluza (t)	Emisiones Pesca + Transporte (tCO ₂ eq)	Eficiencia (kgCO ₂ eq/t)
Desembarcos en Puertos del Territorio Nacional (DEPTNA)	Nacional	12.002	56.067	4.671
	Internacional	16.278	50.057	3.075
	Total (Nac+Int)	28.280	106.124	3.753
Desembarcos en Puertos Internacionales (DPINT)	Internacional	52.783	209.617	3.971
Importaciones	Internacional	72.921	346.211	4.748
Total (Nac. +Int. +Imp.)	-	153.985	661.388	4.295

Finalmente, incluimos en el cálculo la contribución de las emisiones relacionadas con la recirculación interprovincial y el reparto hasta los puntos de venta, alcanzando un valor total de 681.484 t de CO₂eq (Tabla 8). La merluza fresca produjo un volumen de emisiones de GEI de 541.895 t de CO₂eq (79,5%), considerando la pesca y el transporte hasta el punto de venta. La captura presentó un valor de 337.083 t de CO₂eq (62% del total de emisiones de la merluza fresca) y el transporte un valor de 204.812 t de CO₂eq (38% del total de emisiones de la merluza fresca). Nuestros resultados también indican que la merluza congelada fue responsable de unas emisiones inferiores a las de la merluza fresca por el menor volumen capturado y transportado, con un valor de 139.589 t de

CO₂eq (20,5%), considerando la captura y el transporte. Las emisiones relacionadas con la pesca de merluza congelada alcanzaron 118.958 t de CO₂eq (85% del total de emisiones de la merluza congelada) y las del transporte 20.630 t de CO₂eq (15% del total de emisiones de la merluza congelada). Considerando toda la merluza disponible en España, sin hacer distinción entre fresca y congelada, la pesca supuso el 67% de las emisiones de GEI totales, mientras que el transporte concentró el 33% restante (Figura 16, Tabla 8).

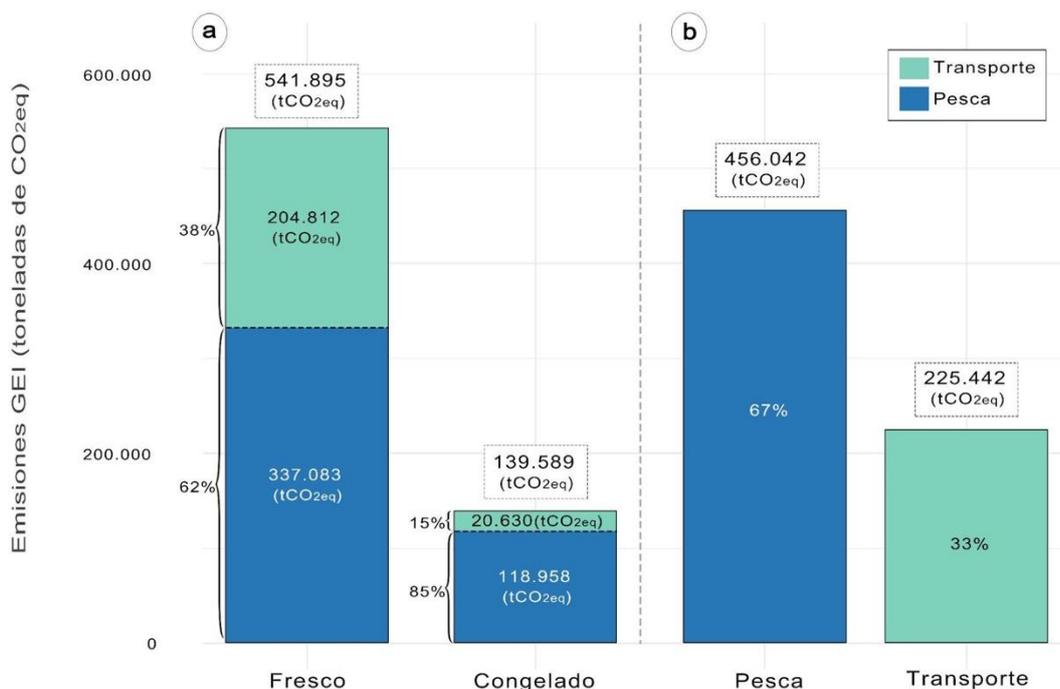


Figura 16. Emisiones de GEI (toneladas de CO₂eq) por presentación de la merluza (fresca y congelada) para el año 2017. Las emisiones de GEI se miden en toneladas equivalentes de CO₂. a) GEI totales para la merluza fresca y congelada con desagregación de las emisiones entre pesca y el transporte hasta el punto de venta. b) GEI totales de la producción/pesca y el transporte hasta el punto de venta de la merluza, incluyendo merluza fresca y congelada.

Considerando la pesca y el transporte hasta el punto de venta final en España, el segmento de la cadena agroalimentaria de la merluza fresca fue el menos eficiente, presentando los valores de emisiones de GEI más elevados, con un valor de 4.627 kgCO₂eq/t. Dentro de este segmento, la pesca presentó unas emisiones de GEI de 2.878 kgCO₂eq/t, y el transporte de 1.748 kgCO₂eq/t, este último debido principalmente al componente del transporte internacional. En cuanto al segmento de la cadena correspondiente a la merluza congelada, las emisiones de GEI fueron de 3.786 kg CO₂eq/t, siendo la pesca responsable de 3.226 kg CO₂eq/t, y el transporte de sólo 560 kg CO₂eq/t (Tabla 8).

Al comparar las emisiones de GEI originadas por las operaciones de pesca con el transporte, sin distinguir entre merluza fresca y congelada, la pesca mostró un valor de emisiones de GEI superior al del transporte, con valores de 2.962

kgCO₂eq/t frente a 1.464 kgCO₂eq/t del transporte. En general, las emisiones de GEI totales de una tonelada de merluza que se capturó, se transportó a España y se redistribuyó en el 2017 entre las distintas provincias para que estuviera disponible en el punto de venta para su consumo en España, alcanzó el valor de 4.426 kg de CO₂ (Tabla 8).

Tabla 8.

Emisiones relativas de GEI por presentación de la merluza y fase de la cadena agroalimentaria para el año 2017. Se computan todos los impactos desde la pesca hasta el transporte a los puntos de venta.

Presentación	Cadena	Emisiones (tCO ₂ eq)	Eficiencia (kgCO ₂ eq/t)
Fresco	Pesca	337.083	2.878
	Transporte	204.812	1.748
	Total (Pesca+Transporte)	541.895	4.627
Congelado	Pesca	118.959	3.226
	Transporte	20.630	560
	Total (Pesca+Transporte)	139.589	3.786
Total (Fresco + Congelado)	Pesca	456.042	2.962
	Transporte	225.442	1.464
	Total (Pesca + Transporte)	681.484	4.426

Como se puede observar en la Figura 17, el mayor impacto en términos relativos del total de las emisiones de GEI de la cadena de la merluza estuvo asociado a las importaciones y a las capturas, en particular a las que proceden de buques españoles que desembarcan sus capturas en países extranjeros. El valor acumulado de emisiones relativas a la pesca llegó al 67% de las emisiones totales de la cadena agroalimentaria de merluza, con el 33% restante asociado a los transportes. De estos últimos, fueron nuevamente los valores de los transportes internacionales los que concentraron un mayor porcentaje (30% del total). Un total de 225.000 t de CO₂eq estuvieron asociadas a la fase de transporte.

Al comparar las emisiones derivadas de los segmentos de la cadena que se corresponden con las presentaciones de merluza fresca y congelada, observamos que la mayor parte de las emisiones de la merluza congelada estuvieron asociadas a las operaciones de pesca de las importaciones (106.450 t CO₂eq), muy por encima del resto de categorías (Fig. 17). No obstante, aunque el peso de la pesca de las importaciones para la merluza fresca también fue elevado (23% del total), hay que destacar la elevada contribución de los transportes internacionales asociados a dicha presentación (35%), ya sean por importaciones o por el producto desembarcado en países extranjeros desde los que se debe transportar hasta España. De hecho, el 78% de las emisiones de GEI de la cadena de la merluza fresca está asociado a producto de origen extranjero, ya sean desembarcos de barcos nacionales en puertos internacionales que se transportan hasta España posteriormente o importaciones, mientras que tan sólo el 19% de las emisiones de la merluza fresca se corresponde con desembarcos en puertos nacionales.

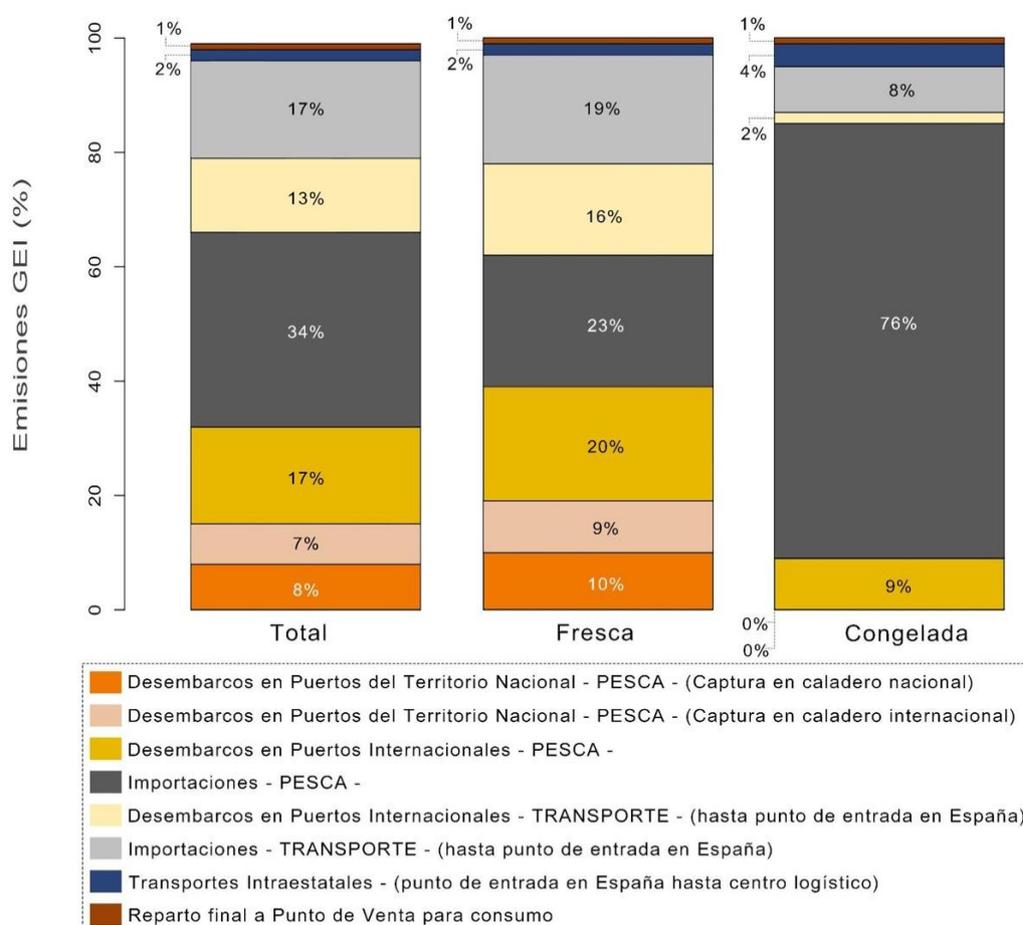


Figura 17. Reparto de las emisiones de GEI a lo largo de la cadena de la merluza que se consume en España para el total de merluza disponible, la merluza fresca y la merluza congelada para el año 2017.

Al comparar el volumen de producto que llegó a cada provincia española con las emisiones asociadas al mismo, observamos grandes diferencias entre provincias (Figura 18). Las provincias de Zaragoza, Valencia y Gipuzkoa presentaron una elevada contribución del componente internacional con respecto al total del volumen que circuló ellas (desembarcos en puertos extranjeros e importaciones, barras grises y amarillas de la figura 18A), con la consiguiente repercusión en las emisiones asociadas al transporte internacional (Figura 18B, segmentos naranjas de las barras), aunque en Gipuzkoa se observa también una importante contribución relativa de las emisiones asociadas a la pesca. El hecho de que existieran flujos de recirculación hacia otras provincias (barras verdes de la gráfica 18A) indica que estas provincias actuaron principalmente como nodos de ingreso para la merluza a España, tanto aquella pescada por barcos españoles pero descargada en puertos internacionales, como la importada desde terceros países. Por ello mismo se observa en estas tres provincias un flujo de recirculación de las emisiones con valor negativo que se computa en otras provincias, como se observa en la Figura 18B (segmento gris). Las emisiones correspondientes a esta merluza, que pasa por los centros logísticos, pero se transporta dentro del estado hacia otras provincias, se asignan por tanto a las provincias receptoras.

Además, es destacable el elevado valor de emisiones asociado al transporte internacional en Valencia, principalmente debido a los grandes volúmenes importados desde Namibia, Chile, Estados Unidos y Canadá, y a la pesca de barcos españoles que desembarcaron en Angola, Senegal o Namibia respectivamente, que transportan posteriormente sus capturas hasta esta provincia para ser consumidas y distribuidas a otras (segmento naranja de la barra, figura 18B). De este modo, aunque Valencia transportara volúmenes similares de producto hacia otras provincias, alcanzó unos niveles de emisiones relativamente elevados por el carácter global de su cadena agroalimentaria de la merluza.

Otra característica destacable viene dada por un segundo grupo de provincias, que se distinguieron por ser grandes consumidoras de merluza, como Barcelona o Madrid, y que presentaron un alto volumen transportado desde otros países u otras provincias para cubrir su abastecimiento (segmentos amarillo, gris y azul oscuro de las barras en la Figura 18A). Esto conlleva un elevado volumen de emisiones asociadas al transporte, tanto internacional como nacional (segmentos gris y naranja en la Figura 18B). El menor valor de disponibilidad con respecto al valor de consumo (puntos azul claro y rojos respectivamente de la Figura 18A) manifiesta esta dependencia con respecto al resto de provincias desde las que se recirculan productos para ser consumidos. Como puede observarse, estas provincias, junto con Valencia, son las que presentaron los valores más elevados de emisiones de GEI.

El tercer grupo de provincias se conforma por las provincias gallegas. Pontevedra destacó por el elevado volumen de merluza importada, que llegó a superar a la merluza capturada por barcos españoles que llegó a esa misma provincia (segmentos gris y amarillo de la figura 18A respectivamente). Además, esta merluza capturada por barcos españoles fue, en su gran mayoría, desembarcada en puertos extranjeros (segmento amarillo, figura 18A), siendo residual la descarga

de capturas de barcos españoles que tuvieron en los puertos de Pontevedra su punto de primera venta. Por otro lado, el mayor volumen de desembarcos en España de capturas de merluza de buques españoles a nivel nacional se concentró en las provincias gallegas, principalmente en Lugo y A Coruña (segmentos naranjas de la figura 18A). Esta disponibilidad por parte de las provincias gallegas, esencialmente de Pontevedra, les confirió el papel de provincias que abastecen principalmente al resto de provincias españolas (segmentos verdes de la figura 18A). Este comportamiento tiene repercusión en las emisiones asociadas. Pese a ser el principal actor de la cadena agroalimentaria de la merluza a nivel nacional, Pontevedra presenta altas eficiencias tanto de pesca como de transporte, lo que hace que sus emisiones asociadas no sean tan elevadas como las de otras provincias (figura 18B). De hecho, las emisiones asociadas a la pesca en A Coruña resultan más elevadas que las de Pontevedra pese a disponer de menores volúmenes de merluza. Finalmente, es reseñable que, de las provincias gallegas, mientras Pontevedra presenta la mayor actividad exportadora de España, A Coruña destina casi la práctica totalidad de sus capturas al consumo provincial.

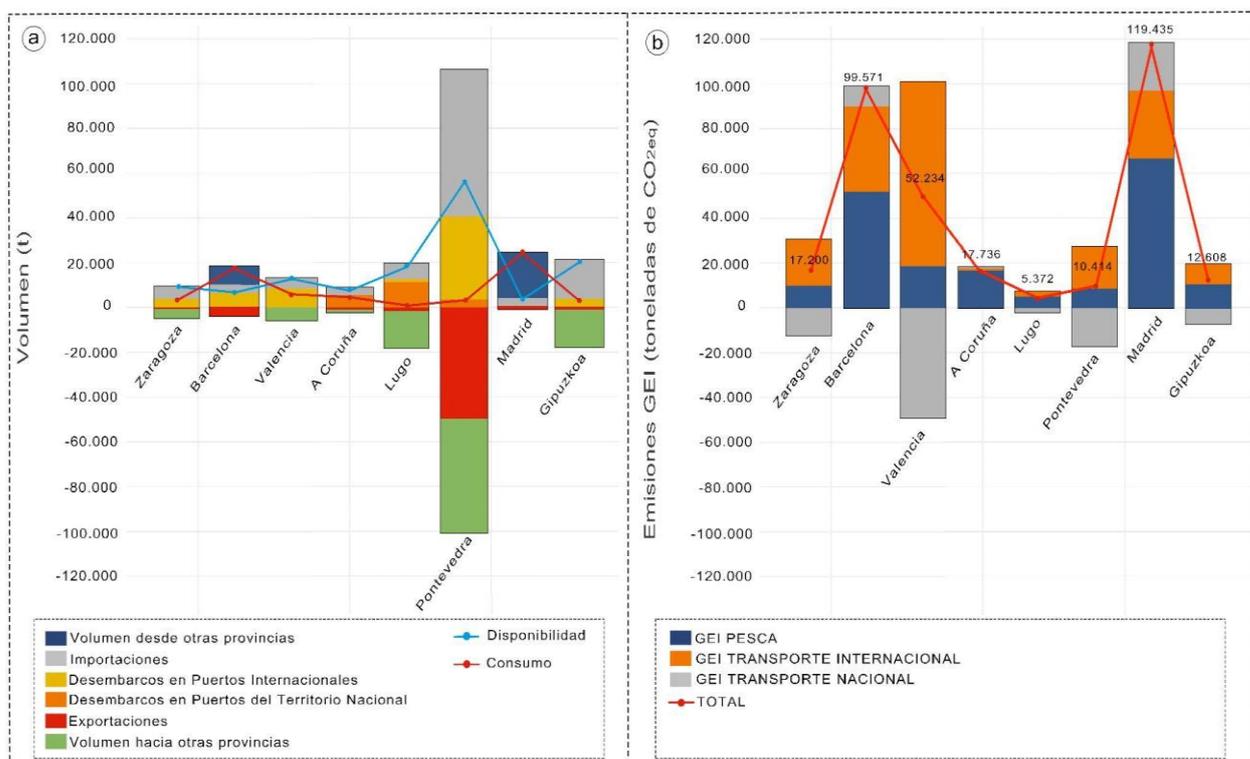


Figura 18. Disponibilidad neta de merluza a nivel provincial (A) y emisiones de GEI totales a nivel provincial (B). La Figura A representa los volúmenes de pesca (pesca de barcos españoles con desembarcos en puertos españoles y pesca de barcos españoles que desembarcaron en terceros países), importaciones, exportaciones, recirculación (con provincias que transportan la merluza hacia otras provincias, y provincias que traen la merluza de otras provincias), así como el volumen de disponibilidad neta y de consumo provincial. La Figura B indica las emisiones asociadas a la fase de pesca, transporte internacional y transporte nacional, este último incluyendo transporte directo desde la entrada al país hasta la provincia, el transporte de recirculación entre provincias (negativo cuando se computa a la provincia de destino y positivo en la provincia de destino) y el de reparto final hasta punto de venta.

4. Discusión

La industria pesquera se ha interconectado cada vez más a escala mundial (Hilborn, 2013), siendo el pescado el producto básico más comercializado en todo el mundo (Smith et al., 2010). Viajar a los confines más lejanos de los océanos para la captura de especies es ahora una práctica común (Swartz et al., 2010), y el transporte posterior al mercado de destino final puede requerir cientos o miles de millas de viaje por mar y aire (Madin y Macreadie, 2015).

La reconstrucción de la cadena agroalimentaria que sigue la merluza para abastecer el consumo español nos permite corroborar que, como ocurre con otros alimentos, ésta recorre grandes distancias antes de llegar al consumidor y que hasta el 47% proviene de las importaciones de terceros países, destacando Francia, Namibia y Argentina con el 16%, 10% y 4% del total de la merluza disponible para consumo en España respectivamente. La pesca de barcos españoles en caladeros internacionales que desembarcan en terceros países acumula el 34% de la disponibilidad neta de merluza, mientras que los desembarcos en puertos españoles alcanzan únicamente el 18%, aunque solo un 8% se captura en caladeros nacionales. De este modo, las distancias que recorre la merluza para llegar al consumidor español varían entre los 10.000 km desde países/territorios como Chile, Argentina, Uruguay, Islas Malvinas/Falkland Islands y Sudáfrica, los 3.000-4.000 km desde América del Norte y los 800-3.000 km desde Marruecos y los países europeos.

Nuestros resultados indican que el total de las emisiones de GEI de la cadena de producción y comercialización de la merluza asciende a 681.485 toneladas de CO₂eq. El valor acumulado de dichas emisiones procedentes de la pesca representó el 67% de las emisiones totales de la cadena agroalimentaria de merluza, con el 33% restante asociado a los transportes. El transporte aéreo fue el medio de transporte menos eficiente en términos de emisiones de GEI por tonelada de merluza transportada, con una emisión estimada de 7.634 kgCO₂eq/t por año.

La dependencia que el consumo nacional tiene de la merluza procedente de caladeros internacionales no puede sino avivar el debate sobre el impacto medioambiental que el transporte juega en la cadena agroalimentaria. Este debate, que existe para una amplia gama de productos alimenticios, se sustenta precisamente en la dependencia de las cadenas agroalimentarias sobre diversos factores como son la localización de los nodos logísticos de distribución, los medios de transporte utilizados o los sistemas de producción, siendo este último factor el que habitualmente presenta un mayor impacto ambiental (Carlsson-Kanyama, 1997; Infante et al., 2018; Pérez Neira et al., 2020; Pimentel & Pimentel, 2008).

Resulta habitual encontrar en la literatura científica especializada referencias a que las cadenas agroalimentarias con largas distancias suelen ser más eficientes

que las cortas por la economía de escala y por el tipo de vehículos utilizados por estas cadenas globalizadas (Chiffolleau & Dourian, 2020; Majewski et al., 2020; Milà i Canals, et al., 2008; Roggeveen, 2014). Esto se debe a que las largas distancias suelen cubrirse con medios de transporte de gran tamaño, y en el caso del transporte por carretera, a mayor tamaño del medio de transporte, mayor es la eficiencia por tonelada de alimento transportado. La prevalencia de este tipo de transporte por encima de otros más contaminantes como el avión, utilizado en escasas ocasiones, o el camión de pequeño tamaño, empleado básicamente en repartos a puntos de venta, hace que en el cómputo relativo de impacto medioambiental por tonelada de merluza, las cadenas largas presenten valores inferiores en comparación con aquellas que se encuentran situadas localmente.

Aunque el impacto ambiental del transporte de larga distancia con respecto a las cadenas más cortas es mayor en términos absolutos, la eficiencia por volumen transportado es también superior, lo que, sumado a las diferencias en la eficiencia de los sistemas productivos de orígenes, resulta en menores impactos por tonelada de producto cuando se trate de cadenas largas en donde el sistema productivo es comparativamente más eficiente (Payen et al., 2015; Pérez Neira et al., 2018). Sin embargo, las estimaciones realizadas dependen en gran medida del país de estudio y de los productos analizados, en donde las mayores eficiencias del sistema productivo pueden quedar anuladas por la contribución asociada al transporte a largas distancias (Pérez Neira, 2016a). De este modo, es necesario contemplar la influencia del volumen transportado, de los medios de transporte utilizados y de las distancias recorridas para los productos, ya que definirán la eficiencia y el impacto medioambiental asociado a la cadena estudiada.

Comparando las emisiones de GEI de la merluza con otros productos agroalimentarios del sistema español obtenidos por Aguilera et al. (2020) como la carne de vaca, el cordero, el cerdo y distintas especies vegetales, se observa que las emisiones de GEI de merluza son 7,5 veces inferiores a las de la carne de vacuno, y en cambio son 1,5 veces superiores a las de otros productos clave de la industria agroalimentaria tales como el arroz (Figura 19). La merluza del sistema agroalimentario español se posiciona así a nivel global como uno de los peces demersales cuyo consumo lleva asociado una mayor huella de carbono (4,43 kg CO₂eq/kg en nuestro estudio, y entre 2,14 y 14,15 kg CO₂eq/kg reportados en Iribarren et al. (2010) y Vázquez-Rowe et al. (2011)), en comparación con otras especies de su familia (Gadidae) como el bacalao (3,49 ± 1,41 kg CO₂eq/kg) o el eglefino (3,37 ± 0,08 kg CO₂eq/kg) (Clune et al., 2017) que provienen principalmente de ecosistemas boreales con mayor productividad pesquera. Comparando en términos globales la huella de estos productos pesqueros a partir de sus emisiones de CO₂ por cantidad de nutrientes esenciales, el posicionamiento de los peces provenientes de capturas marinas mejora en relación a otros alimentos, situándose entre los productos de origen animal con menor cantidad de emisiones, con 10 veces menos emisiones por contenido en nutrientes esenciales que los crustáceos salvajes y todos los productos cárnicos, y sólo por encima de las capturas de pequeños peces pelágicos (como la sardina o la anchoa), o los bivalvos y el salmón de acuicultura (Koehn, 2019).

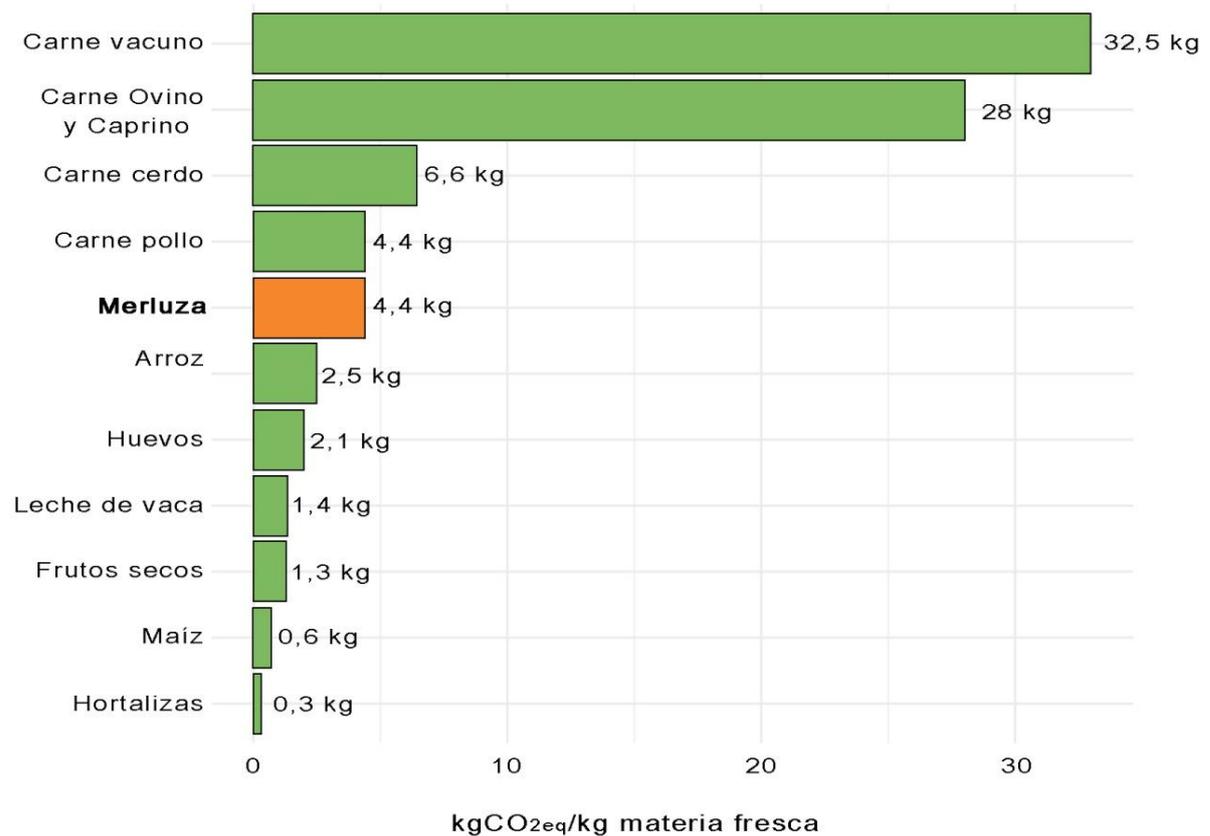


Figura 19. Emisiones de GEI de la alimentación en España. Las emisiones de GEI se miden en kilogramos equivalentes de CO₂ (kgCO₂eq) por kilogramo de alimento. Fuente: Adaptado de Aguilera et al. (2020).

Los resultados obtenidos en este informe tienen implicaciones en distintos ámbitos clave, contribuyendo: (a) a los avances en la gestión ecosistémica de las pesquerías de merluza, (b) a los progresos en torno a la reducción de los impactos ambientales de cara a la mitigación de los efectos del cambio climático, (c) a la necesidad de articular acciones innovadoras para la transformación del sistema agroalimentario español y, en particular, del consumo de merluza por parte de la población española.

En relación a la gestión ecosistémica, la última reforma de la Política Pesquera Común (PPC) de la Unión Europea propuso un nuevo marco para la gestión de la pesca europea y, entre varias iniciativas novedosas, destacó la necesidad de pasar de la gestión tradicional de un solo stock hacia un enfoque ecosistémico de la pesca (EEP) (Prelezo y Curtin, 2015). El Reglamento de reforma de la PPC define el enfoque basado en el ecosistema (EBAE) para la gestión de la pesca como “... un enfoque integrado para la gestión de la pesca dentro de límites ecológicamente significativos que busca gestionar el uso de los recursos naturales, teniendo en cuenta la pesca y otras actividades humanas, preservando al mismo tiempo tanto la riqueza biológica como los procesos biológicos necesarios para salvaguardar la composición, estructura y funcionamiento de los hábitats del ecosistema afectado, teniendo en cuenta el conocimiento y las incertidumbres sobre los componentes bióticos, abióticos y humanos de los ecosistemas ” (UE,

2013). Lo más importante es que el EBAE prioriza el bienestar de los ecosistemas sobre los objetivos económicos y sociales, ya que el bienestar de los ecosistemas se considera un requisito previo para los dos últimos objetivos (Murasky et al., 2008; Baudron et al., 2018).

En el ámbito de la PPC, el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS)¹¹ no requiere que los Estados consideren los desafíos que plantea el cambio climático y el potencial de secuestro de carbono de los peces. Si bien los hallazgos recientes indican que los recursos marinos a lo largo de su ciclo de vida contribuyen a los procesos que capturan considerables cantidades de carbono (Blue Carbon Initiative, 2021), el objetivo de la gestión basada en el RMS no tiene en cuenta esta cuestión puesto que se limita solamente a promover la extracción óptima de pescado. De esta forma, aunque la nueva PPC aboga por la implementación de alguna forma del EEP, sigue siendo poco clara acerca de cómo implementar los objetivos de conservación dentro de las medidas de gestión. Recientemente, Mariani et al. (2020) han demostrado que las pesquerías comerciales han reducido la captura de carbono al disminuir la biomasa de las poblaciones de peces y destacan la importancia de las medidas para promover la reconstrucción de las poblaciones de peces, aumentando así su capacidad de secuestro de carbono. Nuestros resultados, en línea con los obtenidos por Mariani et al. (2020), apuntan a que es necesario revisar el concepto del RMS para establecer la biomasa óptima de las poblaciones en un nivel por encima de $RMS > B_{msy}$, donde B_{msy} es la biomasa que proporciona la captura media más alta a largo plazo. Es importante destacar que tal reforma del concepto de RMS aumentaría la capacidad de captura de carbono azul de las pesquerías, apoyando así la mitigación del cambio climático. La adaptación climática del concepto de utilización óptima implicaría reemplazar o complementar la fórmula de RMS con una nueva meta, la promoción de los servicios climáticos.

Respecto a la mitigación de los efectos ambientales y del cambio climático, cabe destacar que la industria pesquera tiene una huella de carbono importante (Ziegler et al., 2013). Sin embargo, sorprendentemente, las huellas de carbono de los productos del mar rara vez se integran en las evaluaciones de su sostenibilidad en la gestión de pesquerías comerciales, ni mediante etiquetas ecológicas, ni a través de la certificación de sostenibilidad o guías de sostenibilidad de los productos del mar para el consumidor. Así, el análisis ambiental de la actividad pesquera generalmente se enfoca en ciertas preocupaciones biológicas como la disponibilidad del recurso y la conservación de los stocks, mientras subestima otros

¹¹ El rendimiento máximo sostenible (RMS) para una determinada población de peces significa la captura anual más alta posible que se puede mantener a lo largo del tiempo, manteniendo la población en el nivel que produce el máximo crecimiento. El RMS se refiere a un estado de equilibrio hipotético entre la población explotada y la actividad pesquera.

impactos causados por las actividades pesqueras (Hospido y Tyedmers, 2005; Vázquez lowe et al., 2010). Nuestros resultados evidencian además que la conservación de los stocks está directamente relacionada con la sostenibilidad de las cadenas agroalimentarias asociadas, con eficiencias extremadamente bajas en las emisiones de GEI de caladeros sobreexplotados. Además, el uso de energía y materiales por parte de los buques pesqueros puede generar importantes impactos ambientales, relacionados principalmente con el consumo de combustible (Hospido y Tyedmers, 2005). Estos análisis, sin embargo, no suelen contemplar los impactos asociados a toda la cadena agroalimentaria, impidiendo de este modo conocer la huella medioambiental asociada a los patrones de consumo alimentario de una población. De ahí que la mejora de la gestión pesquera no solo debe estar vinculada a los esfuerzos para reducir la sobrepesca, las capturas accesorias y los descartes, la perturbación creada en las comunidades bentónicas por la pesca de arrastre y otros tipos de artes, o la alteración de la dinámica trófica (Fonseca et al., 2005), sino también en analizar y mitigar los efectos que el calentamiento global derivado de las emisiones de GEI puede producir en las pesquerías mundiales y en la organización de su cadena agroalimentaria.

La inclusión de la huella de carbono en las campañas de sensibilización sobre los productos del mar también podría generar una serie de beneficios clave tanto para el consumidor como para el productor de la industria pesquera (Madin y Macreadie, 2015). Ofrecer a los consumidores y las empresas (p.e. restaurantes) información sobre la contribución relativa al cambio climático que tiene asociado un producto frente a otro puede promover productos con menor huella de carbono (p.e. al cambiar las compras hacia productos del mar de producción local), o servir como indicador para la mejora de aquellas fases de la cadena agroalimentaria con mayores impactos, para avanzar hacia escenarios más sostenibles. Por ello, se requiere un esfuerzo más enérgico para aumentar la aceptación social de productos con bajo impacto de huella de carbono por parte de los consumidores (Bryant et al., 2019).

La limitada evidencia existente sugiere que dar a los grupos de interés acceso a información sobre otros aspectos de la sostenibilidad de los productos del mar puede conducir a la compra preferencial de productos de menor impacto ambiental cuando se les presenta una variedad de opciones que varían en su impacto (Teisl et al., 2002), o incluso demandar una mayor legislación vinculada a la necesaria transición ecosocial basada en evidencias. Otro planteamiento podría dirigirse hacia limitar las opciones de los consumidores a través de los minoristas que distribuyen sólo productos del mar con criterios ambientales. Este último mecanismo puede tener un impacto sustancial en los patrones de consumo, dado que la adopción de etiquetas ecológicas de productos del mar por parte de varios minoristas importantes ya es una realidad y continúa creciendo con buena aceptación (por ejemplo, Wal-Mart, Whole Alimentos, Tesco). Hasta donde sabemos, existen escasas iniciativas a nivel internacional de sensibilización sobre productos sostenibles del mar. Un ejemplo de ello sería, Friend of the Sea, que incorpora explícitamente la huella de carbono en sus criterios de selección, o la etiqueta ecológica nacional sueca KRAV de productos del mar de pequeña escala (Ziegler et al., 2013). Así, tanto la generación de marcos

legislativos capaces de promover la adopción de prácticas que mitiguen el cambio climático en este contexto, como la promoción y sensibilización al consumidor y los operadores de la cadena agroalimentaria a través del etiquetado, deben ser opciones que se combinan para alcanzar los objetivos de sostenibilidad en los marcos de acción global.

Finalmente, cabe decir que las dietas poco saludables representan un serio desafío para la sociedad española, dado que nuestro país tiene uno de los índices de obesidad en adultos y jóvenes más altos de los países de la OCDE. Además, los consumidores de hoy también están cada vez más preocupados por el origen y el impacto ambiental de los alimentos que consumen y valoran el medio ambiente. En lo que se refiere a los productos del mar, existe sólida evidencia acerca de los beneficios para la salud humana derivados del consumo de pescado, contribuyendo a reducir problemas cardiovasculares (Whelton et al., 2004), a la mejora del desarrollo neurológico durante la etapa gestante de mujeres embarazadas y niños/as, de la salud mental, y ayuda a combatir el estrés, depresión y ansiedad, cáncer, enfermedades autoinmunes, asma, esclerosis múltiple y diabetes (EUPHA, 2017). Asimismo, también existe evidencia científica sustancial que vincula las dietas con la salud humana y la sostenibilidad ambiental (MacDiarmid, 2013).

Sin embargo, la ausencia de estudios científicos realizados a nivel global y nacional para dietas simultáneamente saludables y sostenibles, ha obstaculizado los esfuerzos coordinados para transformar el sistema alimentario (Willett et al., 2019). En este sentido, este informe sobre las emisiones de GEI de la cadena agroalimentaria de la merluza arroja nueva evidencia de cara a mejorar la salud de la población española derivada del consumo de pescado y su vinculación con la sostenibilidad. La alta dependencia de importaciones, capturas en caladeros internacionales y toda la huella de carbono asociada a la pesca intensiva y a los transportes internacionales asociados, hacen insostenibles los volúmenes actuales de consumo de merluza de la población española. Asimismo, ni los enfoques simplistas basados en la eficiencia de la pesca a gran escala en caladeros internacionales, ni la salud humana de las dietas basadas en los volúmenes actuales de consumo de merluza, deberían situarse en la base de la toma de decisiones ni en los marcos legislativos. Una combinación en torno a las recomendaciones sostenibles y saludables de consumo de pescado debe tener en cuenta ambos aspectos en igualdad de condiciones, es decir, fomentando la transformación de la cadena agroalimentaria hacia prácticas más eficientes, sin menoscabar el carácter positivo del consumo moderado de merluza en las dietas españolas. Por ello mismo, la industria pesquera, los responsables políticos y la sociedad en general deberían trabajar juntos para lograr cambios transformadores significativos en los patrones de producción y consumo de alimentos sustentables y saludables.

Para construir una nueva narrativa para sanar los océanos (Lubchenco y Gaines, 2019) y adecuarse a la Década de los Océanos para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas que comenzará en 2021 (Claudet et al. 2020), se necesitan nuevas soluciones basadas en la naturaleza de cara a reducir el impacto sobre los océanos. Desbloquear las barreras actuales para cambios transformadores hacia

océanos sostenibles y dietas saludables acorde con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU para 2030 requiere de soluciones innovadoras (Rosa, 2017). Esto resalta la importancia de educar a la sociedad a través de esfuerzos de comunicación efectivos sobre el valor real de los alimentos para la salud humana y para fomentar la sostenibilidad ambiental (Medawar et al., 2019; Nelson et al., 2016; Tomova et al., 2019).

5. Conclusiones

La merluza es un producto muy importante en el mercado doméstico español, con gran peso para la economía del sector pesquero y esencial para el abastecimiento de alimento para consumo humano. Sin embargo, este trabajo reconstruye, por primera vez, la cadena agroalimentaria que sigue la merluza para abastecer el consumo español, y concluye que para llegar a la mesa de la población española recorre grandes distancias. Nuestros resultados indican que el proceso de captura hasta la comercialización final genera en España una importante huella de carbono que asciende a 681.485 toneladas de CO₂eq anuales, en base a datos del año 2017, donde las emisiones de GEI relativas a la pesca representaron el 67% de las GEI totales de la cadena agroalimentaria de la merluza, y el 33% restante estuvo asociado al transporte marítimo, aéreo o por carretera. La mayor parte de las emisiones GEI está asociada a la pesca e importación de merluza desde países europeos y a la pesca y transporte procedente de América del Sur.

La huella de carbono de la merluza de caladeros fuera de la Unión Europea, que en su mayoría llega a nuestro país congelada por vía marítima, es generalmente menor que la de la merluza capturada en aguas comunitarias y nacionales. En el caso de la merluza proveniente de caladeros comunitarios, su transporte por carretera en camiones refrigerados tiene una contribución muy importante a la huella de carbono, mientras que las distancias recorridas por la merluza capturada en caladeros nacionales tienen una pequeña contribución a su huella de carbono. La elevada contribución del transporte internacional (33% del total) invita a reducir los recorridos que llevan asociados mayores emisiones, a la par que a redimensionar el volumen de merluza consumido en España, el cual supera con creces los límites biofísicos de sus costas. Además, la búsqueda de mejores eficiencias en el sistema de pesca debería evolucionar hacia artes de pesca menos intensivas, que garanticen la captura del carbono azul a la vez que el abastecimiento de una manera sostenible.

Comparando las emisiones de GEI de la merluza con otros productos agroalimentarios del sistema español como la carne de vaca, el cordero, el cerdo y distintas especies vegetales, este estudio demuestra que las emisiones de GEI de merluza son 7,5 veces inferiores a las de la carne de vacuno, y en cambio son 1,5 veces superiores a las del arroz, y se posiciona como uno de las especies demersales cuyo consumo lleva asociado una mayor huella de carbono. Este informe contribuye a generar evidencia científica que arroja nueva luz para la implementación de posibles soluciones que ayuden a mantener la explotación de la merluza en niveles de producción sostenibles (tanto fuera como dentro de la Unión Europea), aumentando la capacidad de captura de carbono azul de las pesquerías, apoyando así la mitigación del cambio climático y dietas saludables. De este modo, el planteamiento de este informe presenta una propuesta robusta sobre cómo considerar los impactos ecosistémicos no sólo de la pesca, sino también de toda la cadena agroalimentaria que abastece a un país, lo que

contribuiría a mejorar el enfoque a adoptar en la próxima revisión del marco normativo de la PPC, así como otras regulaciones tales como la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina. La evidencia extraída plantea la necesidad de alcanzar un equilibrio entre los patrones saludables derivados del consumo de pescado y su impacto medioambiental asociado.

Existen grandes oportunidades para promover la transformación de los sistemas alimentarios hacia la visión compartida de la salud del Planeta y salud de las personas. Las metas científicas establecidas por la Comisión EAT-Lancet sobre los cambios en la dieta, la producción sostenible y la pérdida y desperdicio de alimentos, permitirán a las empresas españolas crear soluciones basadas en la ciencia que puedan favorecer la transformación del sistema alimentario. Para poder liderar esta transformación y asegurar el éxito y la continuidad del sector pesquero, abogamos por el liderazgo empresarial que resulta esencial en la adopción de soluciones a lo largo de toda la cadena de valor tales como (a) disminuir las emisiones de GEI en las operaciones y las cadenas de suministro, mediante el uso de soluciones climáticas naturales, (b) extender y estandarizar el etiquetado de alimentos para incluir información sobre las implicaciones en la salud y la sostenibilidad de los productos, (c) apoyar al sector pesquero en esta transición con capacitación y desarrollo, asistencias y reconocimiento, (d) impulsar prácticas de marketing transparentes que promuevan el consumo de alimentos saludables y sostenibles, (e) ayudar a los consumidores a reducir su desperdicio de alimento con ideas para las sobras de comida y tamaños de porciones, y (f) adoptar unos hábitos de consumo de alimentos proteicos, con una mayor presencia de aquellos que sean de origen vegetal. El futuro de las actuales y futuras generaciones depende de nuestra capacidad para crear un sistema alimentario que soporte personas saludables y un Planeta sano.

Referencias

- Aguilera, E., Guzmán Casado, G. I., Infante Amate, J., García-ruiz, R., Herrera, A., Villa, I., ... González de Molina, M. (2015). Embodied Energy in Agricultural Inputs. Incorporating a historical perspective. Documentos de trabajo de la Sociedad Española de Historia Agraria (No. DT-1507).
- Aguilera, E., Vila-Traver, J., Deemer, B. R., Infante-Amate, J., Guzmán, G. I., & González De Molina, M. (2019). [Supplementary Material] Methane Emissions from Artificial Waterbodies Dominate the Carbon Footprint of Irrigation: A Study of Transitions in the Food-Energy-Water-Climate Nexus (Spain, 1900-2014). *Environmental Science and Technology*, 53(9), 5091–5101.
- Aguilera, E., Piñero, P., Infante Amate, J., González de Molina, M., Lassaletta, L., & Sanz Cobeña, A. (2020). Emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema agroalimentario y huella de carbono de la alimentación en España. Real Academia de Ingeniería: Madrid, España.
- Baudron, A.R., Pecl, Gardner, G. C., Fernandes, P. G., Audzijonyte, A. (2019). Ontogenetic deepening of Northeast Atlantic fish stocks is not driven by fishing exploitation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116 (7), 2390-2392.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C., Cochrane, K. L., Funge-Smith, S., & Poulain, F. (2018). Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Roma, FAO. 628 pp.
- Beaumont, Nicola & Jones, Laurence & Garbutt, Angus & Hansom, Jim & Tobermann, M.(2013). The value of carbon sequestration and storage in coastal habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 137, 32-40.
- Billen, G., Garnier, J., & Barles, S. (2012). History of the urban environmental imprint: Introduction to a multidisciplinary approach to the long-term relationships between western cities and their hinterland. *Regional Environmental Change*, 12, 249–253.
- Blue Carbon Initiative, (2021). Carbono Azul. Métodos para evaluar las existencias y factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos. Grupo de Trabajo Científico de la Blue Carbon Initiative. Conservación Internacional/COI-UNESCO/UICN.
- Boureima, F., Sergeant, N., Wynen, V., Rombaut, H., Matheys, J., Van Mierlo, J., ... De Caebel, B. (2008). LCA of conventional and alternative vehicles using a “data range-based modeling system”. *Urban Transport*, XIV, 301–309.

Bryant, C. J. (2019). We can't keep meating like this: attitudes towards vegetarian and vegan diets in the United Kingdom. *Sustainability* 11:6844.

Cardinale, M., Osio, G. C., & Scarcella, G. (2017). Mediterranean Sea: a failure of the European fisheries management system. *Frontiers in Marine Science*, 4, 72.

Carlsson-Kanyama, A. (1997). Weighted average source points and distances for consumption origin-tools for environmental impact analysis?. *Ecological Economics*, 23, 15–23.

Chiffolleau, Y., & Dourian, T. (2020). Sustainable Food Supply Chains: Is Shortening the Answer? A Literature Review for a Research and Innovation Agenda. *Sustainability*, 12(9831).

Claudet, J., Bopp, L., Cheung, W. W., Devillers, R., Escobar-Briones, E., Haugan, P., ... & Gaill, F. (2020). A roadmap for using the UN decade of ocean science for sustainable development in support of science, policy, and action. *one earth*, 2(1), 34-42.

Clune, S., Crossin, E., & Verghese, K. (2017). Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *Journal of Cleaner Production*, 140, 766-783.

CMNUCC. (1992) Convención Mundial de Naciones Unidas para el Cambio Climático, Naciones Unidas, www.unfccc.int.

Colloca, F., Scarcella, G., & Libralato, S. (2017). Recent trends and impacts of fisheries exploitation on Mediterranean stocks and ecosystems. *Frontiers in Marine Science*, 4, 244.

DARetail. (2017). Supermercados 2017. Dossier Supers. DARetail, (nº mayo-junio). www.distribucionactualidad.com.

DataComex. (2017) Estadísticas de Comercio Exterior. Ministerio de Industria y Comercio de España, <https://datacomex.comercio.es/>

DEFRA (2005). The validity of food miles as an indicator of sustainable development-final report. [Smith, A., Watkiss, P., Tweddle, G., McKinnon, A., Browne, M., Hunt, A., ... & Cross, S.] REPORT ED50254.

Delgado Cabeza, M., Márquez Guerrero, C., Coq Huelva, D., Pérez Neira, D., Rodríguez Morillas, C., & Sanz Alduán, A. (2015). Las cuentas integradas del transporte en Andalucía. Granada: Dirección Técnica de la Consejería de Fomento y Vivienda, Junta de Andalucía.

Ecoinvent. (2019). Ecoinvent v3.7.1 Database. Dübendorf, Switzerland: Swiss Centre for Life Cycle Inventories. <https://www.ecoinvent.org/>

EEA 2019. The European environment – state and outlook 2020. Knowledge for transition to a sustainable Europe. European Environment Agency. Luxemburgo.

EUPHA. (2017). Healthy and Sustainable Diets for European Countries. Report of a Working Group. European Public Health Association.

Evans, J. (2007). Cold storage of food: Review of available information on energy consumption and energy savings options. Food Refrigeration and Process Engineering Research Centre (FRPERC). University of Bristol, UK.

FAO (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 – Sustainability in action. FAO, Roma.

Fitzgerald, W. B., Howitt, O. J. A., Smith, I. J., & Hume, A. (2011). Energy use of integral refrigerated containers in maritime transportation. *Energy Policy*, 39(4), 1885–1896.

Friedman, W. R., Halpern, B. S., McLeod, E., Beck, M. W., Duarte, C. M., Kappel, C. V., ... & Montambault, J. R. (2020). Research priorities for achieving healthy marine ecosystems and human communities in a changing climate. *Frontiers in Marine Science*, 7(5).

Greer K, Zeller D, Woroniak J, Coulter A, Winchester M, Palomares MLD, Pauly D (2019). Global trends in carbon dioxide (CO₂) emissions from fuel combustion in marine fisheries from 1950 to 2016. *Marine Policy* 107(103382).

Guzmán Casado, G. I., & González De Molina, M. (2017). Energy in Agroecosystems. A tool for assessing sustainability. Boca Ratón: CRC Press.

Hilborn, R., (2013). Environmental cost of conservation victories. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 9187.

Hognes, E., Garrett, A., & SIK, F. Z. (2014). Handbook for greenhouse gas assessment of seafood products. SINTEF Fisheries and Aquaculture. Sluppen, Noruega.

Hospido, A., & Tyedmers, P. (2005). Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries. *Fisheries Research*, 76(2), 174-186.

Huijbregts, M., Steinmann, Z. J. N., Elshout, P. M. F. M., Stam, G., Verones, F., Vieira, M. D. M., ... van Zelm, R. (2016). ReCiPe 2016 - A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *National Institute for Public Health and the Environment*, 194.

INE. (2017). Estadísticas de Población. Instituto Nacional de Estadística. www.ine.es

Infante Amate, J., Aguilera, E., & González de Molina, M. (2014). La gran transformación del sector agroalimentario español. Un análisis desde la perspectiva energética (1960-2010). In Documentos de trabajo de la Sociedad Española de Historia Agraria, DT-SEHA n.1403.

Infante-Amate, J., Aguilera, E., & González de Molina, M. (2018). Energy transition in Agri-food systems. Structural change, drivers and policy implications (Spain, 1960–2010). *Energy Policy*, 122, 570–579.

IPBES (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz S, Settele J, Brondízio ES et al. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Alemania.

IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri RK, Meyer LA (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Suiza.

IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte V, Zhai p, Pörtner HO, Roberts D, Skea J, Shukla PR, Pirani A, Moufouma-Okia W, Péan C, Pidcock R, Connors S, Matthews JBR, Chen Y, Zhou X, Gomis MI, Lonnoy E, Maycock T, Tignor M, Waterfield T (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Suiza.

Iribarren, D., Vázquez-Rowe, I., Hospido, A., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2010). Estimation of the carbon footprint of the Galician fishing activity (NW Spain). *Science of the Total Environment*, 408(22), 5284-5294.

IRP (2019). Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. [Oberle B., Bringezu, S., Hatfield-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., Clement, J., Cabernard, L., Che, N., Chen, D., Droz-Georget, H., Ekins, P., Fischer-Kowalski, M., Flörke, M., Frank, S., Froemelt, A., Geschke, A., Haupt, M., Havlik, P., Hűfner, R., Lenzen, M., Lieber, M., Liu, B., Lu, Y., Lutter, S., Mehr, J., Miatto, A., Newth, D., Oberschelp, C., Obersteiner, M., Pfister, S., Piccoli, E., Schaldach, R., Schűngel, J., Sonderegger, T.], Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenia.

KANTAR. (2017). Cuotas de mercado de la distribución alimentaria en España, Kantar Worldpanel. www.kantarworldpanel.com

Koehn, J. Z. (2019). Fishing for nutrition-improving the connection between fisheries, the food system and public health. Universidad de Washington. Tesis doctoral.

Lubchenco, J., Gaines, S.D. (2019) A new narrative for the ocean. *Science*, 364(6444), 911.

MacDiarmid, J. I. (2013). Is a healthy diet an environmentally sustainable diet? *Proceedings of the Nutrition Society*, 72, 13–20.

Madin, Elizabeth M.P. and Macreadie, Peter I., (2015), Incorporating carbon footprints into seafood sustainability certification and eco-labels, *Marine Policy*, 57(C), 178-181.

Majewski, E., Komerska, A., Kwiatkowski, J., Malak-Rawlikowska, A., Was, A., Sulewski, P., ... Vittersø, G. (2020). Are short food supply chains more environmentally sustainable than long chains? a life cycle assessment (LCA) of the eco-efficiency of food chains in selected EU countries, *Energies*, 13(18).

MAPAMA (2017a). El mercado de merluza en España. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España.

MAPAMA (2017b). Base de datos de capturas. Periodo 1992-2019. Estadísticas de Capturas y Desembarcos de Pesca Marítima; Especies comerciales. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España.

MAPAMA (2017c). Datos de Consumo Alimentario en los Hogares. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España.

MAPAMA (2017d) Informe de consumo de alimentación en España. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España.

Mariani, G., Cheung, W., Lyet, A., Sala, E., Mayorga, J., Velez, L., Gaines, S. D., Dejean, T., Troussellier, M., & Mouillot, D. (2020). Let more big fish sink: Fisheries prevent blue carbon sequestration-half in unprofitable areas. *Science advances*, 6(44), eabb4848.

McLeod, M. J., Hasan, M. R., Robb, D. H., & Mamun-Ur-Rashid, M. (2020). Quantifying greenhouse gas emissions from global aquaculture. *Scientific reports*, 10(1), 1-8.

Medawar, E., Huhn, S., Villringer, A., Witte, A.V., 2019. The effects of plant-based diets on the body and the brain: a systematic review. *Transl Psychiatry* 9, 1–17.

Meneghetti, A., & Ceschia, S. (2020). Energy-efficient frozen food transports: the Refrigerated Routing Problem. *International Journal of Production Research*, 58(14), 4164–4181.

MERCASA. (2017). *Red de Mercas Informe 2017*. Mercasa.
<https://www.mercasa.es/publicaciones/informes-anauales/2017>.

Milà i Canals, L., Muñoz, I., Hospido, A., Plassmann, K., & McLaren, S. (2008). Life Cycle Assessment (LCA) of domestic vs. imported vegetables. Case studies on broccoli, salad crops and green beans. Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, 46.

Ministerio de Fomento (2017). *Anuario Estadístico, 2017*. Madrid: Ministerio de Fomento.

Monforti-Ferrario F, Dallemand J, Pinedo Pascua I, Motola V, Banja M, Scarlat N, Medarac H, Castellazzi L, Labanca N, Bertoldi P, Pennington D, Goralczyk M, Schau E, Saouter E, Sala S, Notarnicola B, Tassielli G, Renzulli P. (2015) Energy use in the EU food sector: State of play and opportunities for improvement . EUR 27247. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. JRC96121.

Moraes, N., Gadea, E., Pedreño, A., & de Castro, C. (2012). Enclaves globales agrícolas y migraciones de trabajo: convergencias globales y regulaciones transnacionales. *Política y Sociedad*, 49(1), 13–34.

Nelson, M.E., Hamm, M.W., Hu, F.B., Abrams, S.A., Griffin, T.S., (2016). Alignment of Healthy Dietary Patterns and Environmental Sustainability: A Systematic Review. *Advances in Nutrition*, 7, 1005–1025.

Parajuli, R., Matlock, M. D., & Thoma, G. (2021). Cradle to grave environmental impact evaluation of the consumption of potato and tomato products. *Science of the Total Environment*, 758, 143662.

Parker RWR, Blanchard JL, Gardner C, Green BS, Hartmann K, Tyedmers PH, Watson RA (2018). Fuel use and greenhouse gas emissions of world fisheries. *Nature Climate Change* 8, 333–337.

Payen, S., Basset-Mens, C., & Perret, S. (2015). LCA of local and imported tomato: An energy and water trade-off. *Journal of Cleaner Production*, 87(1), 139–148.

Pérez Neira, D. (2016a). Energy sustainability of Ecuadorian cacao export and its contribution to climate change. A case study through product life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2560–2568.

Pérez Neira, D., Simón Fernández, X., Copena Rodríguez, D., Soler Montiel, M., Delgado Cabeza, M., Neira, D. P., ... Delgado Cabeza, M. (2016b). Analysis of the transport of imported food in Spain and its contribution to global warming. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 31(1), 37–48.

Pérez Neira, D., Soler Montiel, M., Delgado Cabeza, M., & Reigada, A. (2018). Energy use and carbon footprint of the tomato production in heated multi-tunnel greenhouses in Almeria within an exporting agri-food system context. *Science of the Total Environment*, 628–629, 1627–1636.

Pérez-Neira, D., Copena, D., Armengot, L., & Simón, X. (2020). Transportation can cancel out the ecological advantages of producing organic cacao: The carbon footprint of the globalized agrifood system of Ecuadorian chocolate. *Journal of Environmental Management*, 276.

Pimentel, D., & Pimentel, M. H. (2008). Food, Energy and Society. *Journal of Applied Ecology*, 19.

Pirog, R., & Benjamin, A. (2005). Calculating food miles for a multiple ingredient food product. *Leopold Center for Sustainable Agriculture*, 147.

Prellezo, R., Curtin, R. (2015) Confronting the implementation of marine ecosystem-based management within the Common Fisheries Policy reform, *Ocean & Coastal Management*, 117, 43-51.

Rayfuse, R. (2019). Addressing Climate Change Impacts in Regional Fisheries Management Organizations. En R. Caddell & E.J. Molenaar (Eds.). *Strengthening International Fisheries Law in an Era of Changing Oceans*, 247–268. Oxford: Hart Publishing.

Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, et al (2017) World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *Bioscience*, 67, 1026–1028.

Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, et al (2020) World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *Bioscience*, 70, 8-12.

Roggeveen, K. (2014). Tomato journeys from farm to fruit shop. *Local Environment*, 19(1), 77-102.

Rosa, W. (Ed.), 2017. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. En *A New Era in Global Health*. New York: Springer Publishing Company.

Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., Auber, A., ... & Lubchenco, J. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*, 592(7854), 397-402.

Simón Fernández, X., Copena Rodríguez, D., Pérez-Neira, D., Delgado Cabeza, M., & Soler Montiel, M. (2014). Alimentos kilométricos y gases de efecto invernadero: Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 22, 1–16.

Smith, M. D., Roheim, C. A., Crowder, L. B., Halpern, B. S., Turnipseed, M., Anderson, J. L., ... Selkoe, K. A. (2010). Sustainability and Global Seafood. *Science*, 327(5967), 784–786.

Swartz W, Sala E, Tracey S, Watson R, Pauly D (2010) The Spatial Expansion and Ecological Footprint of Fisheries (1950 to Present). *PLOS ONE*, 5(12), e15143.

STECF (2019). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF): The 2019 Annual Economic Report on the EU Fishing Fleet (STECF 19-06), Carvalho, N., Keatinge, M. and Guillen Garcia, J. (Eds.), Luxemburgo: Publications Office of the European Union, JRC117567.

Tassou, S. A., De-Lille, G., & Ge, Y. T. (2009). Food transport refrigeration - Approaches to reduce energy consumption and environmental impacts of road transport. *Applied Thermal Engineering*, 29(8–9), 1467–1477.

Teisl, M. F., Roe, B., Hicks, R. L. (2002) Can Eco-Labels Tune a Market? Evidence from Dolphin-Safe Labeling. *Journal of Environmental Economics and Management*, 43(3), 339-359.

Tomova, A., Bukovsky, I., Rembert, E., Yonas, W., Alwarith, J., Barnard, N.D., Kahleova, H., (2019) The Effects of Vegetarian and Vegan Diets on Gut Microbiota. *Frontiers in Nutrition*, 6.

Tyedmers PH, Watson R, Pauly D (2005). Fueling global fishing fleets. *Ambio* 34 (8), 635–638.

UNEP (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenia.

Vázquez-Rowe, I., Moreira, M.T., Feijoo, G. (2010). Life cycle assessment of horse mackerel fisheries in Galicia (NW Spain): Comparative analysis of two major fishing methods. *Fisheries Research*, 106, 517–527.

Vázquez-Rowe, I., Moreira, M. T., Feijoo, G. (2011). Life Cycle Assessment of fresh hake fillets captured by the Galician fleet in the Northern Stock. *Fisheries research*, 110(1), 128-135.

Whelton, S. P., He, J., Whelton, P. K., & Muntner, P. (2004). Meta-analysis of observational studies on fish intake and coronary heart disease. *The American journal of cardiology*, 93(9), 1119–1123.

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., Vries, W.D., Sibanda, L.M., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S.E., Reddy, K.S., Narain, S., Nishtar, S., Murray, C.J.L., (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393, 447–492.

Ziegler, F., Winther, U., Hognes, E.S., Emanuelsson, A., Sund, V. and Ellingsen, H. (2013), The Carbon Footprint of Norwegian Seafood Products on the Global Seafood Market. *Journal of Industrial Ecology*, 17, 103-116.

La huella de carbono de la cadena agroalimentaria de la merluza en España

Cita recomendada:

Aragão, G., Saralegui-Díez, P., Villasante, S., López-López, L. Moranta, J. 2021.
La huella de carbono de la cadena agroalimentaria de la merluza en España.
Informe Alimentta, 69pp.

26 de octubre de 2021

www.alimentta.com

info@alimentta.com

[@alimentta](https://twitter.com/alimentta)

Con la colaboración de

