

Trabajo Fin de Máster

Huella ambiental de los patrones de consumo de la Unión Europea: impactos de cambios en dietas

Environmental footprint of consumption patterns in the European Union: impacts of changes in diets

Autora

Cristina Margalejo Hernández

Directoras

María Rosa Duarte Pac
Cristina Sarasa Fernández

Facultad de Economía y Empresa

2022

Huella ambiental de los patrones de consumo de la Unión Europea: impactos de cambios en dietas

Cristina Margalejo Hernández

RESUMEN

La mayor visibilidad y notoriedad de las consecuencias del cambio climático sobre el entorno físico en el que habitamos ha provocado una mayor preocupación ciudadana y un mayor compromiso por parte de las autoridades para mitigar la degradación ambiental. Esto ha llevado a establecer diversos compromisos internacionales destinados a garantizar el desarrollo sostenible que culminan con la neutralidad de carbono del continente europeo en la segunda mitad de siglo, como son los Acuerdos de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

La literatura reciente ha centrado su atención en el papel de los hogares como impulsores de los impactos ambientales, identificándolos agentes clave a la hora de diseñar políticas ambientales en donde los cambios en la demanda contribuyan a reducir las huellas ambientales y a lograr economías sostenibles bajas en carbono.

En este trabajo nos centramos en explorar las relaciones entre los patrones de consumo alimenticio actuales de los hogares europeos y sus impactos ambientales, teniendo en cuenta las emisiones de carbono que se les atribuyen, así como el uso de tierra y el consumo de agua. Para ello, se desarrolla un modelo input-output multirregional y multisectorial extendido ambientalmente para todos los países de la Unión Europea. Adicionalmente, el trabajo analiza los impactos ambientales de dos escenarios alternativos de cambios en dietas y patrones alimenticios considerados *a priori* saludables, recomendables y sostenibles.

Palabras clave: input-output multirregional, huella de carbono, huella hídrica, patrones de consumo sostenibles

ABSTRACT

The greater visibility and notoriety of the consequences of climate change on the physical environment in which we live has caused greater citizen concern and a greater commitment on the part of the authorities to mitigate environmental degradation. This has led to the establishment of various international commitments aimed at guaranteeing sustainable development that culminate in the carbon neutrality of the European continent in the second half of the century, such as the Paris Agreements and the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda.

Recent literature has focused its attention on the role of households as drivers of environmental impacts, identifying them as key agents when designing environmental policies where changes in demand contribute to reducing environmental footprints and achieving sustainable low-carbon economies.

In this paper we focus on exploring the relationships between the current food consumption patterns of European households and their environmental impacts, taking into account the carbon emissions attributed to them, as well as land use and water consumption. To do this, an environmentally extended multiregional input-output model is developed for all the countries of the European Union. Additionally, the project analyzes the environmental impacts of two alternative scenarios of changes in diets patterns considered *a priori* healthy, recommendable and sustainable.

Keywords: Multi-regional input-output, carbon footprint, water footprint, sustainable consumption patterns

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. LITERATURA PREVIA	8
3. METODOLOGÍA	11
3.1 Análisis input-output extendido al estudio integrado de la economía y el medio ambiente ...	11
3.2 Base de datos.....	13
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	14
4.1 descripción de escenarios.....	14
4.2 Situación actual	17
4.2.1 Impacto actual en las emisiones de gases de efecto invernadero	17
4.2.2 Impacto actual en el consumo de agua azul de los hogares	20
4.2.3 Impacto actual en la superficie ocupada	21
4.3 Resultados	23
4.3.1 Resultados globales para Unión Europea (UE27+UK)	23
4.3.2 Resultados por países	28
5. CONCLUSIONES	31
6. BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXO	39

1. INTRODUCCIÓN

¿Puede verse la economía simplemente como un circuito cerrado entre productores de mercancías y consumidores, coordinados por los mercados donde se forman los precios que guían sus decisiones, o más bien debemos entender la economía como un sistema abierto a la entrada de energía y de materiales, y abierto también a la salida de residuos solo en parte reciclables?” (Alier y Roca, 2001)

La degradación medioambiental se está haciendo cada vez más visible provocando preocupación, y una mayor toma de conciencia por parte de un mayor número de disciplinas involucradas. En el caso de la economía, desde distintas aproximaciones se ha puesto de manifiesto el impacto que el modelo económico vigente y su organización impone sobre el sistema ecológico y la perdurabilidad de la riqueza natural de la que disfrutamos en la actualidad (Aguilera et al, 1994; Martínez Alier et al, 2001). Es necesario tener en cuenta las externalidades que la actividad económica genera sobre la naturaleza para tratar de minimizar su impacto, pues éstas a su vez pueden alterar el proceso económico de manera irrevocable por esos mismos cambios, sin la posibilidad de volver hacia atrás, dada la dependencia a su vez del sistema socioeconómico respecto a los sistemas biológicos (Aguilera et al, 1994).

Esta visión de la economía como un sistema abierto al medio ambiente es el enfoque fundamental de la economía ecológica, la cual ve necesario tener en cuenta el conjunto de interrelaciones que se suceden entre los sistemas económicos y el conjunto de sistemas físicos, sociales e institucionales. Esto implica que es imposible extraer de los sistemas naturales más de lo que puede considerarse como sostenible, así como de la imposibilidad de generar más residuos de los que pueden asimilar los ecosistemas, si se quieren conservar. De esta manera, la economía ecológica consiste en analizar y evaluar las interacciones entre ambos sistemas. (Aguilera et al, 1994; Haro-Martínez et al, 2014)

En este trabajo nos vamos a centrar en estudiar los impactos en el medio ambiente de cambios en el comportamiento de los hogares, en concreto, cambios en dietas y hábitos alimenticios. Se ha estimado que el 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas a nivel mundial, y entre el 50% y el 80% del uso global de recursos provienen del consumo de los hogares, lo que pone de manifiesto la elevada importancia del consumo de los hogares en la demanda final (Ivanova et al., 2016; Hardadi et al., 2021).

Por su parte, el sector agroalimentario tiene una elevada importancia en cuanto a impacto ambiental, puesto que la agricultura y la producción de alimentos son las actividades humanas con mayor impacto en el uso de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental (Foley et al., 2011), por lo que también lo son la dieta y los hábitos alimentarios de las personas. Asegurarse

que la población tenga acceso a una dieta suficiente, saludable y respetuosa con el medio ambiente sigue siendo un desafío.

Alimentar a la población es una actividad que afecta al medio ambiente de diversas maneras; tiene efectos sobre los gases de efecto invernadero, sobre el uso de la tierra, la biodiversidad o el consumo de agua, entre otros. La cadena alimentaria en su totalidad, desde la producción de los alimentos hasta la eliminación de los residuos, es la responsable del 32% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) de las actividades humanas (EPA, 2006), mientras que el sector agrícola es responsable del 70% del consumo del agua debido a actividades humanas (Döll, 2009). Adicionalmente, se ha estimado que los alimentos generan entre el 20% y el 30% de los impactos ambientales del consumo doméstico final, siendo la carne y los productos lácteos los que tienen una participación dominante (Huppel et al., 2006). Se teme que los impactos del consumo de alimentos aumenten debido al crecimiento de la población y el crecimiento de la riqueza, lo que podría conducir a dietas de mayor impacto ambiental más ricas en carne y lácteos (McMichael et al, 2007). La producción de alimentos también implica la conversión de ecosistemas en tierras agrícolas, lo que está relacionado con la pérdida de biodiversidad (Kastner et al, 2012).

La mayoría de los investigadores coinciden en que nuestros sistemas alimentarios actuales no están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Green et al, 2015 y Biesbroek et al, 2014; Duarte et al, 2016; Fischer y Garnett, 2018), y se hace precisa su remodelación para cumplir los requisitos medioambientales propuestos con el objetivo de preservar el medio natural en el que nos desarrollamos. Aunque la capacidad actual de producir suficientes alimentos para todos sigue siendo incuestionable, la capacidad de producir suficientes alimentos para alimentar al mundo de manera equitativa y eficiente sin dañar la salud planetaria sigue siendo incierta. El aumento de los ingresos y la urbanización están impulsando una transición dietética global en la que las dietas tradicionales son reemplazadas por dietas más altas en azúcares y grasas refinadas, aceites y carnes (Röös et al, 2015). Para el año 2050, estas tendencias dietéticas, si continúan igual, podrían contribuir a un aumento estimado del 80% en las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura a nivel mundial (Boylan et al, 2020).

Diversas son las iniciativas que se han llevado a cabo durante los últimos tiempos con el objetivo de compatibilizar el aseguramiento de la oferta y calidad alimentaria, con la reducción de las externalidades negativas que genera la actividad alimentaria sobre el entorno, siendo una de ellas la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Abordar los desafíos de los sistemas alimentarios requerirá un enfoque integrado si queremos cumplir los ODS, con investigaciones que indican que la remodelación de nuestros sistemas alimentarios no solo podría ayudar a alcanzar los objetivos globales de emisión neutras de gases de efecto invernadero para 2050, además de otros

objetivos ambientales, sino también contribuir a proteger y mejorar la salud de la población. La implementación de soluciones dietéticas para el trilema dieta-medioambiente-salud estrechamente vinculado es un desafío global y una oportunidad de gran importancia para el medio ambiente y la salud pública (Tilman et al. 2014).

Pero ¿qué es exactamente un sistema alimentario saludable y sostenible? Una de las primeras definiciones de dieta sostenible fue acuñada por Gussow y Clancy en 1986, donde describieron a las dietas sostenibles como «*elecciones de alimentos que apoyan la vida y la salud dentro de los límites del sistema natural en el futuro previsible*». Más adelante, en 2010, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, en adelante, FAO, describió las “dietas sostenibles” como “*aquellas dietas con bajo impacto ambiental que contribuyen a la seguridad alimentaria y nutricional y a una vida saludable para las generaciones presentes y futuras. Las dietas sostenibles protegen y respetan la biodiversidad y los ecosistemas, son culturalmente aceptables, accesibles, económicamente justas y asequibles; nutricionalmente adecuadas, seguras y saludables; optimizando al mismo tiempo los recursos naturales y humanos*”. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Bioversity International, 2010)

En este contexto, el objetivo de este trabajo es conocer el impacto medioambiental del patrón de dietas vigente en cada uno de los países de la UE27 + Reino Unido (UE27 + UK) en un marco multirregional input-output, para luego posteriormente evaluar escenarios de cambios en dietas hacia un comportamiento sostenible y saludable, como, por ejemplo, la dieta mediterránea (Berry, 2019; Ulaszewska et al., 2017). En resumen, nos interesa abordar las siguientes preguntas: ¿Cuál es el impacto medioambiental del patrón dietético vigente en cada país europeo? ¿Cuáles serían los efectos medioambientales de cambiar a una dieta más sostenible en cada uno de los países? ¿Qué países europeos son los que tienen un patrón más contaminante en la actualidad? ¿Cuánto debe modificarse la dieta de cada país con el fin de alcanzar un escenario sostenible? ¿Se reduciría la emisión de gases contaminantes a la atmósfera implementando la dieta mediterránea en todos los países europeos? Para abordar estas preguntas se hará uso de la metodología Input–Output, la cual se ha comprobado que permite analizar los impactos directos e indirectos (embodied) de los patrones de consumo, es decir, permite analizar la huella ambiental de los hogares. Existe numerosa literatura previa que estudia las huellas ambientales a través de los modelos Input-Output multirregionales (Duchin, 2005; Cazcarro et al., 2012; Tukker et al., 2011; Behrens et al., 2017; Boylan et al., 2020, entre otras). En este trabajo, se ha desarrollado un modelo input-output multirregional y multisectorial para los países de la UE (EU27 + Reino Unido), más el resto del mundo, con extensiones ambientales en términos de consumo de agua, emisiones y uso del suelo. El trabajo evalúa los impactos ambientales actuales del patrón de consumo alimenticio de los hogares vigente en 2018 y formula, posteriormente, dos escenarios

de cambios en dietas y patrones alimenticios que se han establecido como más saludables e incluso en algunos casos más sostenibles, como son la dieta mediterránea y las dietas recomendadas a nivel nacional aprobadas por la FAO. Finalmente, llevamos a cabo una comparación entre ambos escenarios y su relación con el medio ambiente.

El trabajo queda estructurado de la siguiente manera. Tras la introducción, le sigue una breve revisión de la literatura en la siguiente sección en la que se detallan algunos de los estudios más relevantes en este campo de estudio. En el tercer apartado, se presenta el modelo teórico, explicando las ecuaciones fundamentales sobre las que se sustenta junto con su representación en forma matricial y su extensión medioambiental. El cuarto apartado inicialmente describe la situación nutricional actual y su integración ambiental para, posteriormente, describir brevemente los escenarios dietéticos propuestos. Finalmente, se exponen los resultados obtenidos tras el análisis cuantitativo. Para cerrar el trabajo se desarrollan las conclusiones más relevantes que se han alcanzado.

2. LITERATURA PREVIA

Existe una amplia literatura que se ha dedicado a estudiar los efectos medioambientales de los patrones dietéticos, utilizando varios indicadores como GEI, capacidad agrícola y de la tierra, uso de energía primaria o uso del agua. Estos estudios han utilizado diferentes métodos analíticos tales como el análisis de ciclo de vida (LCA), el análisis de flujo de materiales (MFA) o el análisis Input-Output (IOA) para conseguir su objetivo. A continuación, vamos a revisar varios de los estudios que han sido relevantes en nuestro campo de estudio.

Gerbens-Leenes y Nonhebel, (2002), se centraron en estudiar la relación entre los patrones de consumo alimentario y las necesidades de tierras agrícolas. Se encontró que las necesidades de tierra para una hipotética dieta basada en trigo eran seis veces menores, que la de una dieta rica en carne. Adicionalmente, en el trabajo se argumenta que en un futuro próximo los cambios en los patrones de consumo constituirán la variable más importante para las necesidades totales de tierra, más que el crecimiento de la población, debido a que las tendencias hacia el consumo de alimentos asociados con estilos de vida acomodados traerán consigo la necesidad de más tierra. Este efecto podría duplicar la necesidad de tierras agrícolas. Más adelante, Ivanova et al. (2016), mediante un modelo input-output extendido medioambientalmente determinaron que, a escala mundial, el 46% del uso de la tierra se realiza para satisfacer la demanda de alimentos de los hogares, lo que la convierte en la primera categoría de consumo más intensiva en uso de la tierra, seguida de la ropa que abarca un 4%.

Vita et al. (2019) modelan diversos escenarios que les permiten conocer el impacto ambiental de las opciones de estilo de vida sostenible en Europa a través de un análisis de input-output multirregional ambientalmente extendido. Obtienen que una dieta vegana con menos residuos y alimentos orgánicos podría reducir potencialmente las huellas de carbono, tierra y agua hasta en un 18, 11 y 24%, respectivamente. Berners-Lee et al. (2012) compararon el impacto de las dietas vegetariana y vegana en comparación con la dieta habitual del Reino Unido, y concluyeron que la dieta vegetariana puede tener un 18-25% menos de GEI, mientras que la dieta vegana alcanza un 23-31% menos de GEI. Risku-Norja et al. (2009) compararon una dieta vegetariana teórica con la dieta finlandesa típica, mostrando que la dieta finlandesa habitual se caracteriza por un nivel de GEI dos veces mayor que el de la dieta vegetariana. Sin embargo, ambos autores concluyeron que los cambios en los hábitos alimentarios de toda la población son poco probables y que el impacto ambiental no debe limitarse a los cálculos de GEI. Algunos estudios han demostrado que las dietas a base de plantas son ambientalmente mejores que las dietas a base de carne (Leitzmann, 2003; Reijnders et al., 2003), mientras que en otros estudios los resultados han sido contradictorios (Vieux et al., 2013). No obstante, en todos ellos se observa que existen algunos tipos de carne que son menos dañinos para el medio ambiente como puede ser el caso de rumiantes frente a no rumiantes o carne blanca frente a carne roja.

Otro estudio más reciente es el que realizan Behrens et al. (2017), en el que utilizando la metodología input-output evalúan el impacto ambiental de las dietas recomendadas a nivel nacional en comparación con las dietas promedio vigentes en cada país. Además de estudiar el impacto de los gases de efecto invernadero (GEI) también tienen en cuenta la eutrofización y el uso de la tierra necesario para dar alimento a la población. Tras el análisis encontraron que implementar una dieta recomendada individualmente por países reduciría significativamente el impacto ambiental en los países de altos ingresos y aumentaría el impacto ambiental en los países de bajos ingresos. En concreto, la reducción del impacto ambiental en los países de ingresos altos se debería tanto a la reducción de ingesta de calorías (54% del efecto), como a un cambio en la composición del patrón dietético (46%). Sin embargo, el aumento de los impactos ambientales de las dietas recomendadas en los países de ingresos bajos está asociado a una mayor ingesta de productos de origen animales. Adicionalmente, encuentran que una posible forma de reducir el impacto ambiental en los países de ingresos altos es reduciendo las recomendaciones para los productos lácteos ya que son grandes emisores de GEI. Tras el análisis realizado, concluyen que el resultado neto de la adopción a gran escala de dietas recomendadas a nivel nacional para los países estudiados provoca una reducción de los impactos ambientales globales.

Posteriormente, Finley et al. (2017) abordaron en su artículo algunas de las principales limitaciones, los cuellos de botella y los desafíos a los que se enfrenta el sistema alimentario en Estados Unidos, siendo tres los desafíos principales: el aumento de la población, la mejora de las

condiciones económicas y el cambio climático. Con su estudio demostraron que los sistemas alimentarios actuales pueden verse limitados por un umbral de sostenibilidad, esto significa que una dieta más sostenible "convencionalmente", como es la vegetariana, solo puede ser una opción más sostenible hasta que se alcance ese umbral. En estos casos, la importación de más vegetales para satisfacer la demanda podría anular los beneficios ambientales de una dieta vegetariana debido al impacto ambiental asociado con la importación.

Por tanto, desde el punto de vista ambiental, existe un consenso de apoyo a las dietas con base de vegetal o bajas en carne por sus beneficios ambientales ya que una reducción en el consumo de carne reduciría significativamente las emisiones GEI (PNUMA, 2015). Sin embargo, esto no implica que las dietas a base de plantas no contribuyan también con su parte de GEI, y debe tenerse en cuenta el impacto que se materializa a lo largo de toda la cadena de suministro. Aunque algunos países han incorporado recomendaciones relacionados con las dietas sostenibles, implementar las directrices dietéticas sostenibles sigue siendo un desafío. Por ejemplo, las Guías Alimentarias para los estadounidenses de 2016 recomiendan aumentar el consumo de frutas y verduras, pero la producción nacional actual es insuficiente para adaptarse a la adopción de esta guía específica por parte de la mayoría de los ciudadanos estadounidenses. Como resultado, probablemente será necesario adaptar las recomendaciones dietéticas sostenibles a las circunstancias regionales y culturales. Este principio se ha aplicado con éxito en las nuevas recomendaciones dietéticas nórdicas y en la dieta mediterránea. En esta línea, Ulaszewska et al. (2017) desarrollaron un análisis cuantitativo de las emisiones de GEI a través de LCA de dos modelos dietéticos recomendados, la Dieta Mediterránea y la Nueva Dieta Nórdica. Utilizaron el enfoque de reloj de arena ambiental (EH) que tiene en cuenta las circunstancias regionales y la diversidad cultural. Utilizando los dos ejemplos de patrones dietéticos que mejoran la salud, orientados a la región y culturalmente apropiados, la dieta mediterránea y la nueva dieta nórdica, demostraron que el consumo de alimentos ricos en proteínas tiene un impacto ambiental similar y comparable al consumo de frutas y verduras.

En este contexto general, en este trabajo se pretende describir detalladamente los efectos que tiene el actual patrón de alimentos en los países europeos sobre el medio ambiente, cuantificar sus diferentes huellas ecológicas y finalmente comprobar si los escenarios que la FAO identifica como más respetuosos medioambientalmente (FAO, 2010), realmente lo son en todas las naciones europeas y si puede ser más o menos sostenible en comparación con una dieta mediterránea.

3. METODOLOGÍA

3.1. Análisis input-output extendido al estudio integrado de la economía y el medio ambiente

El análisis input-output (IO) permite cuantificar las interrelaciones e interdependencias de los sectores de un sistema económico ya sea una región, un país o incluso el mundo en su conjunto.

Un modelo IO contiene información económica de un área geográfica determinada para un periodo de tiempo concreto, siendo generalmente de un año. Esta información se organiza en una Tabla Input-Output (TIO) que recoge de forma desagregada los flujos de bienes y servicios entre los sectores de la economía y por ramas de actividad.

Metodológicamente, el análisis multi-regional input output extendido ambientalmente (E-MRIO, “environmentally extended input-output”) constituye una herramienta adecuada para evaluar el impacto ambiental del consumo de los hogares, al captar todas las interrelaciones de dicha demanda con la producción necesaria para satisfacerla. Permite por tanto relacionar la demanda final con la producción a lo largo de toda la cadena global de valor, allá donde ésta se genere, teniendo en cuenta las condiciones tecnológicas, así como los flujos intersectoriales e interregionales. Permite de esta forma conectar las perspectivas de consumo y de producción. El modelo desarrollado, sigue las aportaciones de Turner et al. (2007) y Steen-Olsen et al. (2016), y es extendido en dos direcciones. En primer lugar, el modelo es extendido ambientalmente con un vector que captura el total de emisiones de gases de efecto invernadero, por sectores productivos y países. En segundo lugar, la demanda de los hogares europeos tiene en cuenta el origen de los productos que la componen, incorporando de esta forma no sólo el patrón de consumo sino también la localización de dicha demanda.

Nuestro punto de partida es la ecuación de equilibrio del modelo MRIO con m países y n industrias:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{y} \quad (1)$$

Siendo \mathbf{x} el vector de producciones; $\mathbf{A} = (a_{ij}^{rs})$ la matriz de coeficientes técnicos, cuyos elementos representativos a_{ij}^{rs} asignan la cantidad de inputs intermedios i del país r que son necesarios para producir una unidad del producto j en el país s . Denotamos a la matriz $(m \times n) \times m$ de la demanda final como $\mathbf{Y} = (\mathbf{y}^{rs}) = (y_i^{rs})$, y a $\mathbf{y} = (y_i^r) = (\sum_s y_i^{rs})$ como el vector $m \times n$ de la demanda final mundial.

Podemos expresar la ecuación de equilibrio en términos de la inversa de Leontief, la cual nos permite relacionar la producción con las categorías de demanda final, es decir, cuál es la

producción total de la economía mundial, que satisface directa e indirectamente, a cada demanda final de un sector en un país:

$$\mathbf{z} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{y} = \mathbf{L}\mathbf{y} \quad (2)$$

Por otra parte, consideremos un vector de intensidades directas correspondiente a un recurso o un contaminante k (en nuestro caso, emisiones de GHG, consumo de agua y usos del suelo),

$$\mathbf{c}_k = (c_{ki}^r) = \left(\begin{array}{c} C_{ki}^r \\ \hline x_{ki}^r \end{array} \right),$$

que indica, para cada sector y país, la contaminación directa o la presión sobre un recurso por unidad de producción. Es posible obtener el vector de “valores-contaminación” (también conocido como vector de intensidades globales, contaminaciones verticalmente integradas) $\lambda_k = \mathbf{c}_k \mathbf{L}$ que muestra la contaminación o presión global de tipo k asociada a cada unidad de demanda final cada producto específico y país, capturando de esta forma toda la contaminación o presión ambiental generada en la economía en la producción directa a indirectamente incorporada como inputs para producir cada unidad de demanda final. Estos valores sintetizan los elementos tecnológicos de la economía, capturando todas las emisiones o impactos sobre los recursos (huellas ambientales) generados a lo largo de las distintas etapas productivas en las cadenas productivas globales.

Finalmente, si denotamos por \mathbf{y}^{H_s} al vector de demandas finales de los hogares en un país s , la huella ambiental asociada a dicha demanda puede ser obtenida como $\lambda' \mathbf{y}^{H_s}$. Notar que cada demanda vector de demanda final de los hogares incluye a su vez información sobre tres elementos, el volumen de demanda final, el patrón de consumo (entendido como la proporción de cada bien en el total), y el origen geográfico de dichos bienes. Por su parte, el vector λ incluye información sobre la tecnología de producción de cada sector y país, así como de su intensidad en términos de presión ambiental. De esta forma, cambios en cualquiera de los elementos considerados en la demanda de hogares quedan vinculados con dichas presiones ambientales, pudiéndose identificar también países y sectores en la cadena que contribuyen de una u otra forma a la configuración de las huellas. Los escenarios planteados en este trabajo operan sobre los vectores \mathbf{y}^{H_s} de cada país europeo, modificando adecuadamente la participación de los distintos productos según el escenario elegido.

3.2. Base de datos

Como punto de partida para el cálculo de las huellas ambientales de los distintos escenarios dietéticos planteados, se ha utilizado la base de datos EXIOBASE (Wood et al, 2015), una base de datos que incluye tablas input-output producto a producto multirregionales extendidas ambientalmente.

La tabla de EXIOBASE describe la economía mundial para un conjunto de 49 regiones del mundo (44 países y 5 regiones que engloban los países restantes) para el año 2018. Se ha elegido esta base de datos sobre otras disponibles ya que reúne dos características indispensables para nuestro análisis. Por un lado, quedan representados todos los países de la Unión Europea (nuestro territorio de interés) y por otro lado cuenta con una elevada desagregación del sector agroalimentario (en total se incluyen 200 categorías de las cuales 12 son grupos de alimentos), lo que aumenta su atractivo frente a otras posibles fuentes de datos, si bien aumenta también su complejidad. Además, las cuentas satélite medioambientales ligadas a esta base de datos recogen las tres extensiones propuestas para nuestro análisis, las emisiones de CO₂ equivalente, la superficie de cultivo y el agua azul consumida. Los datos originales están expresados en euros, las emisiones de CO₂ equivalente quedan expresadas en toneladas, el uso de la tierra en Km² y el consumo de agua en millones de m³.

Por simplicidad con nuestro análisis, se ha agregado la tabla input-output multisectorial y multirregional a 49 regiones con 32 sectores cada región, manteniendo las categorías alimenticias desagregadas y agregando productos con menor relevancia para nuestro trabajo. Para ello se han desarrollado matrices de agregación que, reduciendo las dimensiones de la base informativa, mantengan la coherencia con los criterios de agregación sectorial internacionales, sin perder información sobre los sectores relevantes.

Por otro lado, en el Protocolo de Kioto, celebrado en 1997, se reconocieron seis gases como gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), y los otros tres son gases industriales fluorados: hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

En este trabajo a la hora de calcular la huella de carbono se ha calculado el CO₂ equivalente (CO₂eq), para lo cual se ha ponderado cada uno de los gases según los valores que proporciona el IPCC Fifth Assessment Report, 2014, véase Tabla 1. En este estudio, nos centramos en el análisis de los primeros cuatro gases de los cuales se posee información a nivel sectorial y por país.

Tabla 1. Valores del potencial de calentamiento global en relación con el CO₂ para un horizonte temporal de 100 años

<i>Global Warming Potential values relatives to CO₂ for 100- year time horizon</i>	
<i>CO₂ (dióxido de carbono)</i>	1
<i>CH₄ (metano)</i>	28
<i>N₂O (óxido nitroso)</i>	265
<i>SF₆ (hexafluoruro de azufre)</i>	23500
<i>HFCs (hidrofluorocarbonos)</i>	---
<i>PFCs (perofluorocarbonos)</i>	---

Fuente: Elaboración propia a partir de IPCC Fifth Assessment Report, 2014 (AR5)

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Descripción de escenarios

En el presente trabajo se estudian los impactos de dos escenarios alternativos de cambios en dieta alimentaria con el fin de evaluar los impactos en la huella ambiental de los hogares de los diferentes países de la Unión Europea. En ambos escenarios, se abordan los cambios en la dieta de manera exógena y para todas las regiones que componen el estudio (países UE27 + UK). En concreto:

- Escenario 1: estudia el impacto del cambio en la demanda de los alimentos siguiendo las recomendaciones propuestas por Dapcich et al., (2004) y Ruiz et al., (2010) para una **dieta mediterránea**. Se ha escogido este escenario puesto que la FAO ha identificado la dieta mediterránea como uno de los patrones de consumo de alimentos más respetuosos con el medio ambiente (FAO, 2010; Burlingame et al, 2011). Los cambios propuestos suponen un cambio en los patrones de consumo para cada uno de los países de la UE (véase Tabla A1 del Anexo), siguiendo las cantidades diarias recomendadas para cada alimento por persona (véase Tabla 2). Para el conjunto de la UE, puede resumirse que dichos cambios propuestos conllevan a una reducción en el consumo de lácteos y de todos los tipos de carne, especialmente de carne porcina, que alcanza una reducción del 82% para el conjunto de la UE. Por su parte, el consumo de frutas y verduras debe incrementarse en unos 60 kg por persona anuales (Figura 1), lo que supone un aumento del 26%. La categoría más estable es el pescado, que solo debe verse modificada en un 2% para cumplir los requisitos mediterráneos (Tabla 3).

Tabla 2 Cantidad diaria por persona recomendada en la dieta mediterránea

<i>Lácteos</i>	500 gramos
<i>Frutas y verduras</i>	830 gramos
<i>Aceite</i>	40 gramos
<i>Legumbres</i>	30 gramos
<i>Frutos secos</i>	20 gramos
<i>Pescado y marisco</i>	55 gramos
<i>Ternera</i>	17 gramos
<i>Ave</i>	34 gramos
<i>Cerdo</i>	17 gramos
<i>Huevos</i>	23 gramos

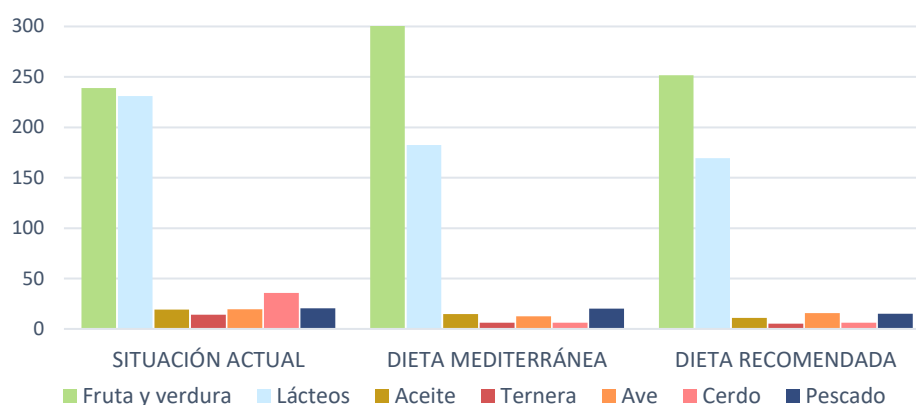
Fuente: Elaboración propia a partir de Dapcich et al., 2004 y Davis, 2015.

- Escenario 2: se analizan los impactos medioambientales producidos si se siguen las **recomendaciones alimenticias a nivel nacional** para cada uno de los países de la UE. En este caso, la información se ha extraído de fuentes oficiales de cada país¹², y se centra en incrementos en frutas y verduras y en reducciones en productos de origen animal, principalmente de lácteos y de carne de porcino, ver Figura 1, partiendo de la dieta y consumo de cada país, véanse las tasas de variación por países que quedan recogidas en la Tabla A2 del Anexo. Para el conjunto de la UE, el consumo de frutas y verduras debe disminuir en un 5%. La carne de porcino debe pasar de un consumo de 35 Kg anuales a 6 Kg (Figura 1), lo que supone una fuerte reducción. La carne de ternera y ave se ven reducidas en un 62% y 19%, respectivamente (Tabla 3).

¹ Die Österreichische Ernährungspyramide (2010), Austria; Lekker aanbevolen voor jongen minder jong (2005), Bélgica; Ministry of Health and the Ministry of Education National nutrition and exercise guidelines (2007), Chipre; DGE nutritional circle (2013) Alemania, De Officiële Kostråd (2013), Dinamarca; Eesti toitumis ja eesti toitumis ja (2006), Estonia; Una alimentación sana ¡para todos! (2010), España; Suomalaiset Ravitsemussuosituksset (2014), Finlandia; La Santé Vient En Mangeant-Guide Alimentaire Pour Tous (2011), Francia; Food-based dietary guidelines, Hellenic Ministry of Health (1999), Grecia; Prehrambene smjernice za odrasle (2002), Croacia; Táplálkozásai ajánlások a magyarországi feln}ott lakosság számára (2014), Hungría; Your guide to healthy eating using the food pyramid (2012), Irlanda; Linee Guida Per Una Sana Alimentazione (2018), Italia; Veseliga uztura ieteikumi pieaugusajiem (2008), Letonia; The healthy plate: Dietary guidelines for Maltese adults(2015), Malta; Richtlijnen Schijf van Vijf (2016), Países Bajos; Zasady Zdrowego Zywienia (2010), Polonia; Dia alimentar, completo equilibrado e variado (2010), Portugal; . Ghid pentru alimentatia sa`na` toasa (2006), Rumania; Swedish dietary guidelines–risk and benefit management report (2015), Suecia; Priporočila za Zdravo Prehranjevanje (2007), Eslovenia; The eatwell guide (2016), UK.

² Eslovaquia, Lituania y Luxemburgo carecen de recomendaciones alimenticias oficiales. En el trabajo se han aproximado a las recomendaciones de países con características similares; Eslovenia, Letonia y Bélgica respectivamente.

Figura 1 Cantidades de consumo anuales de cada categoría alimentaria por escenarios (en Kg anuales/persona)



Fuente: Elaboración propia

La Figura 1 compara los cambios propuestos por cada uno de los dos escenarios de los distintos productos. En concreto, se observa que una dieta mediterránea (Escenario 1) propone un incremento mayor en el consumo de frutas y verduras y una reducción mayor del consumo del consumo de carne avícola. Por su parte, es escenario de dietas recomendadas a nivel nacional (Escenario 2), propone una mayor reducción del consumo de aceite, de carne de ternera y de pescado. Ambos escenarios proponen grandes reducciones del consumo de carne de origen porcino.

La Tabla 3 informa de las variaciones que debería experimentar cada categoría en el conjunto de la Unión Europea para que se cumpliesen los escenarios escogidos. Véanse Tablas A1 y A2 del Anexo para conocer la información desagregada por países. Notar que todas las recomendaciones implican no sólo una sustitución en el origen de los alimentos sino una reducción global en la ingesta de los mismos en la gran mayoría de los países.

Tabla 3 Variaciones necesarias para cumplir los patrones escogidos

	Escenario 1: <i>dieta mediterránea</i>	Escenario 2: <i>dietas recomendadas</i>
<i>Fruta y verdura</i>	26,86%	5,39%
<i>Lácteos</i>	-20,94%	-26,58%
<i>Aceite</i>	-24,40%	-43,18%
<i>Ternera</i>	-55,97%	-62,51%
<i>Ave</i>	-35,98%	-19,40%
<i>Cerdo</i>	-82,69%	-83,01%
<i>Pescado</i>	-2,27%	-26,71%

Fuente: Elaboración propia

4.2 Situación actual

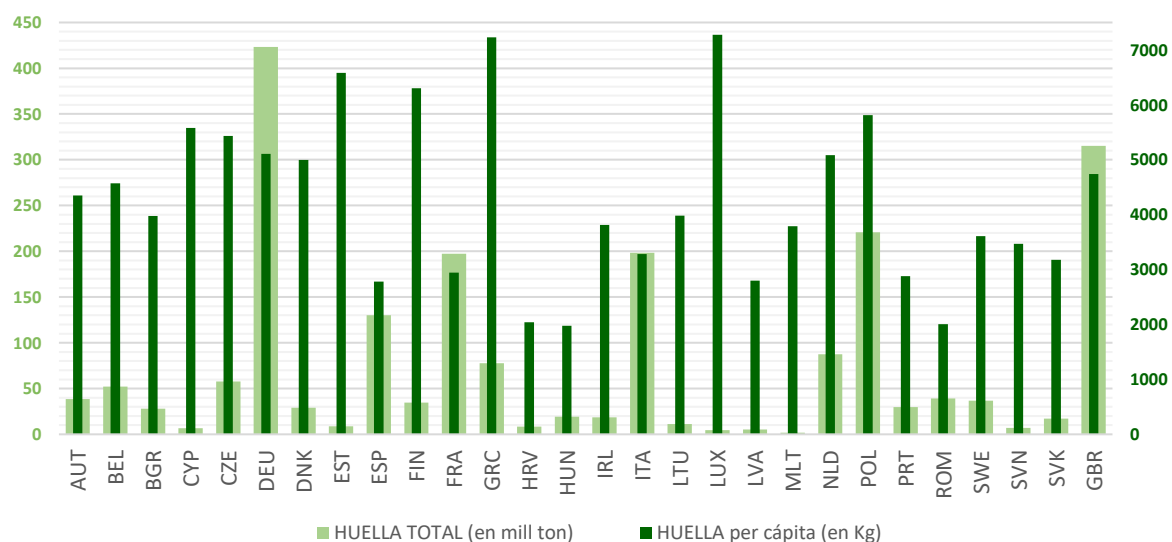
En primer lugar, se analiza la situación ambiental en el año 2018 de todos los países que participan en el estudio tanto en emisiones de gases de efecto invernadero, como en el consumo de agua azul y superficie utilizada.

4.2.1 Impacto actual en las emisiones de gases de efecto invernadero

La huella de carbono (HC) es un indicador medioambiental que representa la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Wiedmann, 2008).

La huella de carbono de los hogares de la Unión Europea en 2018 fue de 2.104 millones de toneladas de CO₂ equivalente, siendo Alemania el país con mayores emisiones con un total de 423 millones de toneladas de CO₂ equivalente, seguido de Reino Unido con 315 toneladas, y Polonia en tercer lugar. España ocupa el sexto lugar con 130 toneladas de CO₂ equivalente (Figura 2). A nivel per cápita, Luxemburgo es el país con mayor huella per cápita con un total de 7.275 Kg de CO₂ equivalente per cápita, seguido de Grecia. Nótese que algunos países con elevada huella a nivel per cápita, muestran un menor impacto ambiental, como son Estonia o Finlandia. En el extremo opuesto encontramos a Hungría y Rumania con una huella per cápita de 1.979 Kg y 2.006 Kg, respectivamente (Tabla 4). La huella per cápita media de la Unión Europea es de 4.270 Kg de CO₂ equivalente.

Figura 2 Huella de carbono total y per cápita de los hogares para los países de la UE.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 Huella de carbono de los hogares de la UE

	AUT	BEL	BGR	CYP	CZE	DEU	DNK	EST	ESP	FIN	FRA	GRC	HRV	HUN	IRL	ITA	LTU	LUX	LVA	MLT	NLD	POL	PRT	ROM	SWE	SVN	SVK	GBR
HUELLA TOTAL (mill ton)	38	52	28	7	58	423	29	9	130	35	197	78	8	19	19	198	11	4	5	2	88	221	30	39	37	7	17	315
HUELLA PC (en kg)	4348	4570	3975	5577	5435	5105	4994	6584	2779	6304	2943	7231	2042	1979	3811	3281	3982	7275	2798	3789	5082	5811	2878	2006	3607	3468	3175	4742

Fuente: Elaboración propia.

Si nos centramos en la contribución de las emisiones GEI del procedentes de la demanda del sector agroalimentario al total de emisiones, se observa que el rango en el que oscilan todos los países se sitúa entre el 4% y el 17%, siendo los sectores agroalimentarios de Bélgica, Croacia y Hungría aquellos con una mayor contribución, y Bulgaria la menor. La media de la UE se sitúa en el 11% (Tabla 5).

Tabla 5 Porcentaje de emisiones del sector agroalimentario sobre las totales.

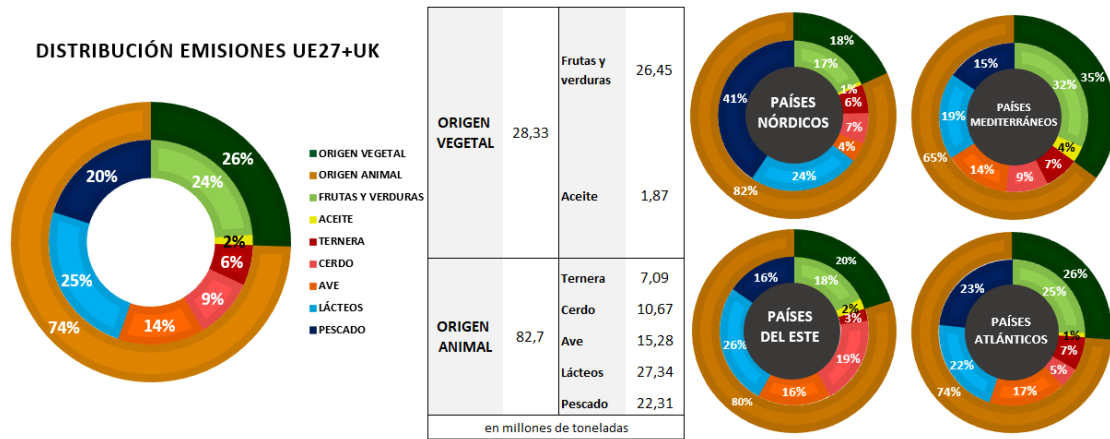
	AUT	BEL	BGR	CYP	CZE	DEU	DNK	EST	ESP	FIN	FRA	GRC	HRV	HUN	IRL	ITA	LTU	LUX	LVA	MLT	NLD	POL	PRT	ROM	SWE	SVN	SVK	GBR	UE
Emisiones totales	38	52	28	7	58	423	29	9	130	35	197	78	8	19	19	198	11	4	5	2	88	221	30	39	37	7	17	315	2104
Emisiones sector agroalimentario	4	9	1	0	4	47	4	1	16	3	29	5	1	3	2	28	2	1	1	0	10	16	4	6	5	1	2	31	234
	11%	17%	4%	6%	7%	11%	14%	13%	12%	8%	15%	6%	17%	17%	10%	14%	14%	13%	14%	9%	11%	7%	13%	14%	14%	9%	9%	10%	11%

Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo al origen de las emisiones de la demanda del sistema agroalimentario, el 26% de las emisiones tiene procedencia vegetal, mientras que el 74% restante es animal. Más aún, la demanda de carne que más emisiones genera es la carne avícola y la que menos la de ternera, ya que se consume mucha menos cantidad. Los productos lácteos presentan también una elevada contaminación, alcanzando el 25% (Figura 3).

Comparando los distintos grupos de países de la UE se pueden encontrar diferencias significativas en la dieta de su población. Los países mediterráneos (España, Italia, Grecia, Croacia, Chipre y Malta) son los que más alimentos de origen vegetal consumen en su dieta, superando a los países nórdicos por 17 puntos porcentuales. El consumo de lácteos es muy similar en todos ellos, mientras que en el pescado existen divergencias los países nórdicos (Dinamarca, Finlandia y Suecia) emiten muchas más emisiones GEI que los países del este o mediterráneos. Por tipo de carne, la demanda de carne avícola es la que más contaminación genera en todas las regiones excepto en los países del este (Rumania, Bulgaria, Polonia, Hungría, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Letonia y Lituania) en los que se tienen mayor importancia los gases desprendidos por la demanda de carne porcina.

Figura 3 Distribución emisiones GEI de los hogares según categorías

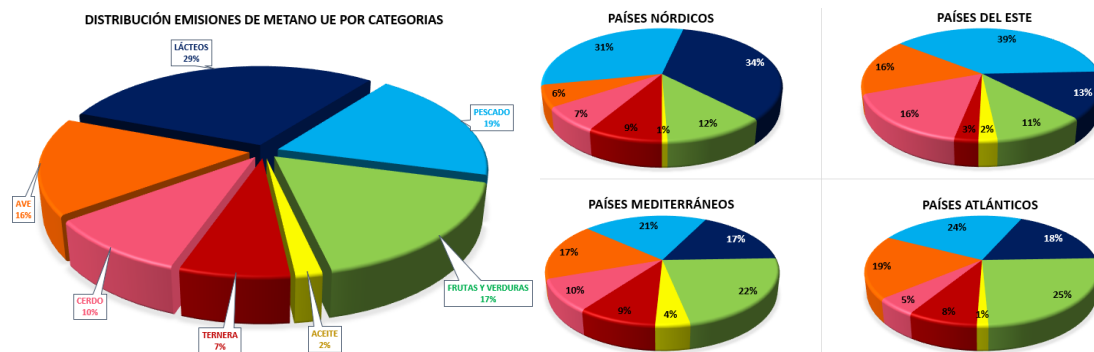


Fuente: Elaboración propia.

El metano es un contaminante GEI relevante puesto que el sector agroalimentario desprende con mayor intensidad que otros sectores de la economía, por ello es interesante estudiar su situación actual y su posterior modificación en los escenarios planteados.

En cualquiera de las regiones que quedan representadas en el (Figura 3) se puede comprobar cómo tanto los lácteos como las diferentes carnes tienen una mayor contribución de emisiones de metano que de emisiones de gases totales. En concreto, los países nórdicos son aquellos con un mayor volumen de emisiones de metano ya que su dieta es más intensiva en estos productos. (Figura 4)

Figura 4 Distribución de las emisiones de metano por categorías.



Fuente: Elaboración propia.

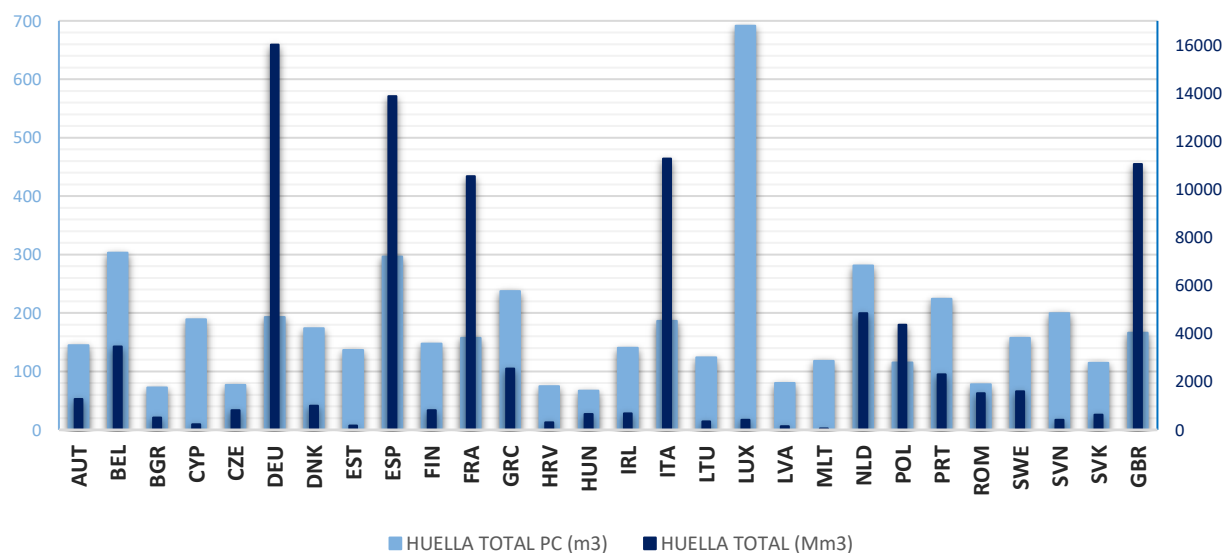
4.2.2 Impacto actual en el consumo de agua azul de los hogares

La huella hídrica (HH) es un indicador medioambiental que define el volumen de agua dulce total usada para producir los bienes y servicios que habitualmente consumimos, es decir el agua que directa o indirectamente ha sido necesaria para producirlo. La huella hídrica es la suma de tres indicadores, en función de la procedencia del agua: huella hídrica verde (fracción de huella que procede directamente del agua de lluvia o nieve y que se almacena en el suelo), huella hídrica azul (agua que procede de fuentes naturales o artificiales mediante infraestructuras o instalaciones operadas por el hombre) y huella hídrica gris (agua contaminada en los procesos de producción que, posteriormente, es necesario diluir para cumplir con la normativa). En este trabajo únicamente se analiza la huella hídrica azul.

En la Figura 5 se observa que los países con una mayor huella hídrica coinciden con las grandes potencias de la UE27+UK; Alemania, Francia y Reino. Sin embargo, en términos per cápita Luxemburgo presenta una amplia diferencia sobre las demás, la mayor huella hídrica, casi alcanzando los 700 m³ por habitante. Bélgica y España son las siguientes con 303 m³ y 297m³, respectivamente. Mientras que Hungría y Bulgaria son los países con una menor huella hídrica.

La huella hídrica per cápita de los hogares de la UE es de 179 m³, al tiempo que la demanda de productos del sector agroalimentaria en los hogares de la UE supone de media 91 m³, representando la mitad de la huella total (Tabla 6).

Figura 5 Huella hídrica total y per cápita por países de la UE



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Huella Hídrica de los hogares de la UE.

	AUT	BEL	BGR	CYP	CZE	DEU	DNK	EST	ESP	FIN	FRA	GRC	HRV	HUN	IRL	ITA	LTU	LUX	LVA	MLT	NLD	POL	PRT	ROM	SWE	SVN	SVK	GBR	UE
Huella Total (Mm3)	1282	3466	508	225	819	16013	1006	181	13876	814	10545	2546	304	654	683	11274	348	421	154	57	4845	4373	2307	1521	1603	414	625	11050	91915
Huella PC (m3)	145	303	72	189	77	193	174	137	297	148	157	237	74	67	140	187	124	692	80	118	281	115	224	78	158	200	115	166	179
Huella agro PC (m3)	71	148	32	87	43	97	67	80	158	66	86	95	28	31	63	102	68	430	38	45	151	43	119	55	83	91	59	75	91

Fuente: Elaboración propia.

Realizando un análisis por categorías de productos, la demanda de productos que genera una mayor huella hídrica son los productos de origen vegetal que acaparan un 72% del total del uso de agua en la UE. Por regiones, se presentan unas combinaciones similares excepto en el caso de los países del Este donde los productos de origen vegetal únicamente abarcan el 47% del agua consumida mientras que los productos avícolas y del cerdo tienen un peso en el consumo de agua superior al resto.³

4.2.3 Impacto actual en la superficie ocupada

El último indicador ambiental que hemos calculado en el trabajo es el uso de la tierra destinada al cultivo, es decir, la cantidad de tierra requerida para satisfacer la demanda de la población.

La demanda de productos del sector agroalimentario en los hogares de la UE supone un uso de 232.446 Km², esto supone un total de 452 m² por habitante en el 2018. Los países nórdicos ocupan las primeras posiciones (Tabla 7), mientras que algunos de los países de Europa del Este son aquellos con una menor superficie demandada por habitante.

Tabla 7 Superficie destinada a satisfacer la demanda de los hogares de la UE (per cápita)

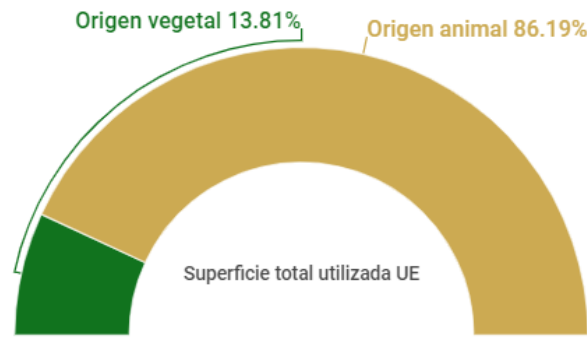
	AUT	BEL	BGR	CYP	CZE	DEU	DNK	EST	ESP	FIN	FRA	GRC	HRV	HUN	IRL	ITA	LTU	LUX	LVA	MLT	NLD	POL	PRT	ROM	SWE	SVN	SVK	GBR	UE
Huella PC (Km2)	752	638	463	3281	432	547	1586	2646	1867	4819	818	2039	223	708	880	1045	3096	1011	2170	523	579	494	2367	287	4077	664	635	711	1004
Huella agro PC (Km2)	323	290	113	1780	204	200	491	1438	821	2536	360	1114	113	107	302	594	1181	457	1264	334	250	112	1312	111	1934	217	251	309	452,8

Fuente: Elaboración propia.

La demanda de los hogares europeos en productos de origen vegetal supone el 14% de la superficie total destinada a la satisfacción de la demanda de los productos analizados. El 86% restante está destinado a productos con origen animal (Figura 6).

³ Este resultado difiere de otros estudios en la literatura que han analizado el agua incorporada en todo el sector agroalimentario, no únicamente en la dieta de los hogares, donde el peso del sector cárnico es superior, ligado también a la incorporación de agua procedente de la alimentación animal (Cazcarro et al., 2012; Duarte et al., 2015).

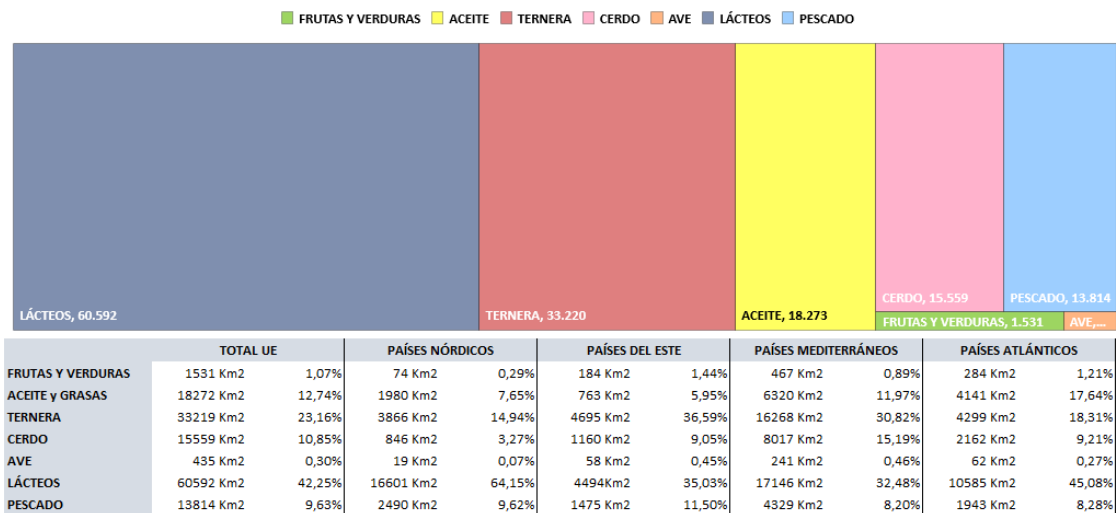
Figura 6 Superficie ocupada según el origen de los productos demandados por los habitantes de la UE.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7 aparecen representadas las proporciones de superficie destinadas a cada categoría de alimentos finales. El cuadro posterior nos informa del total de Km² destinados a cada alimento, así como el porcentaje total que representa. Lo más reseñable es que en todas las regiones, la demanda de productos lácteos son los que ocupan una mayor superficie, siendo la media un 42% pero llegando incluso al 64% en los países nórdicos. Por tipos de carne, la demanda de ternera es la que más superficie ocupa, sobre todo en los países del Este que supone un 36% del total de la tierra agro.

Figura 7 Distribución por categorías de la superficie destinada a satisfacer la demanda de los hogares europeos.



Fuente: Elaboración propia.

4.3 Resultados

Una vez analizada la situación actual, se analizan los impactos medioambientales que tiene el cambio de dietas sobre las huellas analizadas con el fin de analizar si dichos escenarios pudieran cumplir el objetivo de reducción de impactos ambientales, o por el contrario es necesario realizar recomendaciones para el diseño de futuros escenarios que alcancen dichos objetivos.

- 4.3.1 Resultados globales para Unión Europea (UE27+UK)

Como muestran los resultados, la Unión Europea en su conjunto consigue reducir sus emisiones globales en ambos escenarios, siendo la reducción más pronunciada en el escenario en el que la dieta implantada es la recomendada a nivel nacional (Escenario 2). De la misma manera, la superficie ocupada también se vería reducida de manera considerable con ambas opciones. Sin embargo, la huella hídrica solo se consigue reducir en el caso de los patrones de consumo recomendados (Escenario 2) (Tabla 8).

Si nos centramos en la huella del consumo de los hogares en el sector agroalimentario, todos los resultados siguen la misma dirección, pero son de mayor magnitud, llegando a alcanzar reducciones de la huella de carbono superiores al 10% en ambos escenarios. Por su parte, la superficie necesaria para el sector agroalimentario se reduciría considerablemente hasta alcanzar el 40%. Esta es la consecuencia de la drástica reducción de alimentos cárnicos en nuestras dietas actuales ya que son intensivos en superficie utilizada (Tabla 8)

Tabla 8 Modificaciones de las huellas totales y del sector agroalimentario para el conjunto de la UE.

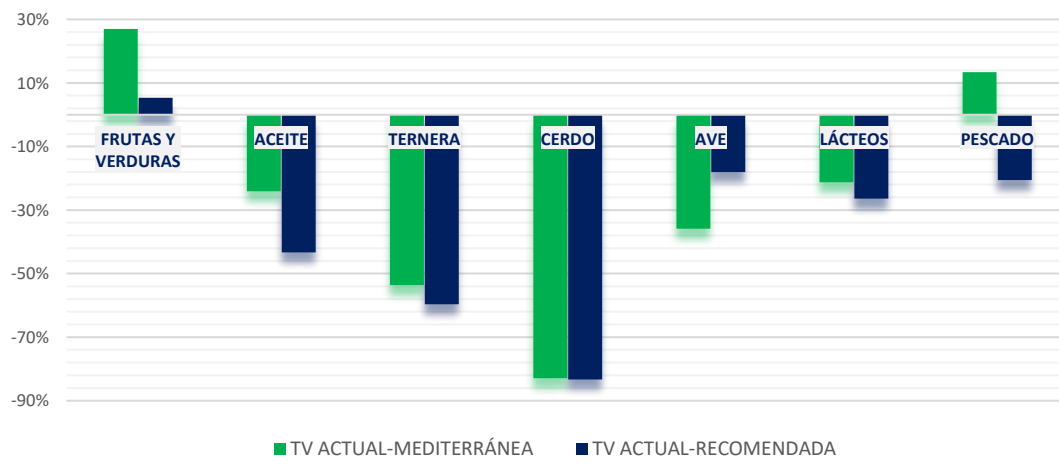
	Modificaciones totales		Modificaciones sector agroalimentario	
	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado
Huella de Carbono	-0,68%	-1,29%	-12,08%	-18,62%
Emisiones de Metano	-0,85%	-1,35%	-16,63%	-20,64%
Huella Hídrica	4,33%	-1,21%	6,89%	-10,90%
Superficie utilizada	-12,12%	-12,79%	-40,34%	-39,93%

Fuente: Elaboración propia.

El análisis por **categorías de alimentos** arroja resultados muy ilustrativos acerca de la composición de las dietas (Figura 8). En ambos escenarios, el incremento en la demanda de frutas y verduras generan un aumento de emisiones de GEI, lo cual muestra que en las dietas actuales hay una carencia de estos alimentos. Por el contrario, seguir las pautas recomendadas provoca una reducción de emisiones en todas las categorías cárnicas, siendo las reducciones del sector porcino las más abruptas. Esta reducción principalmente se debe a la gran cantidad de cerdo que

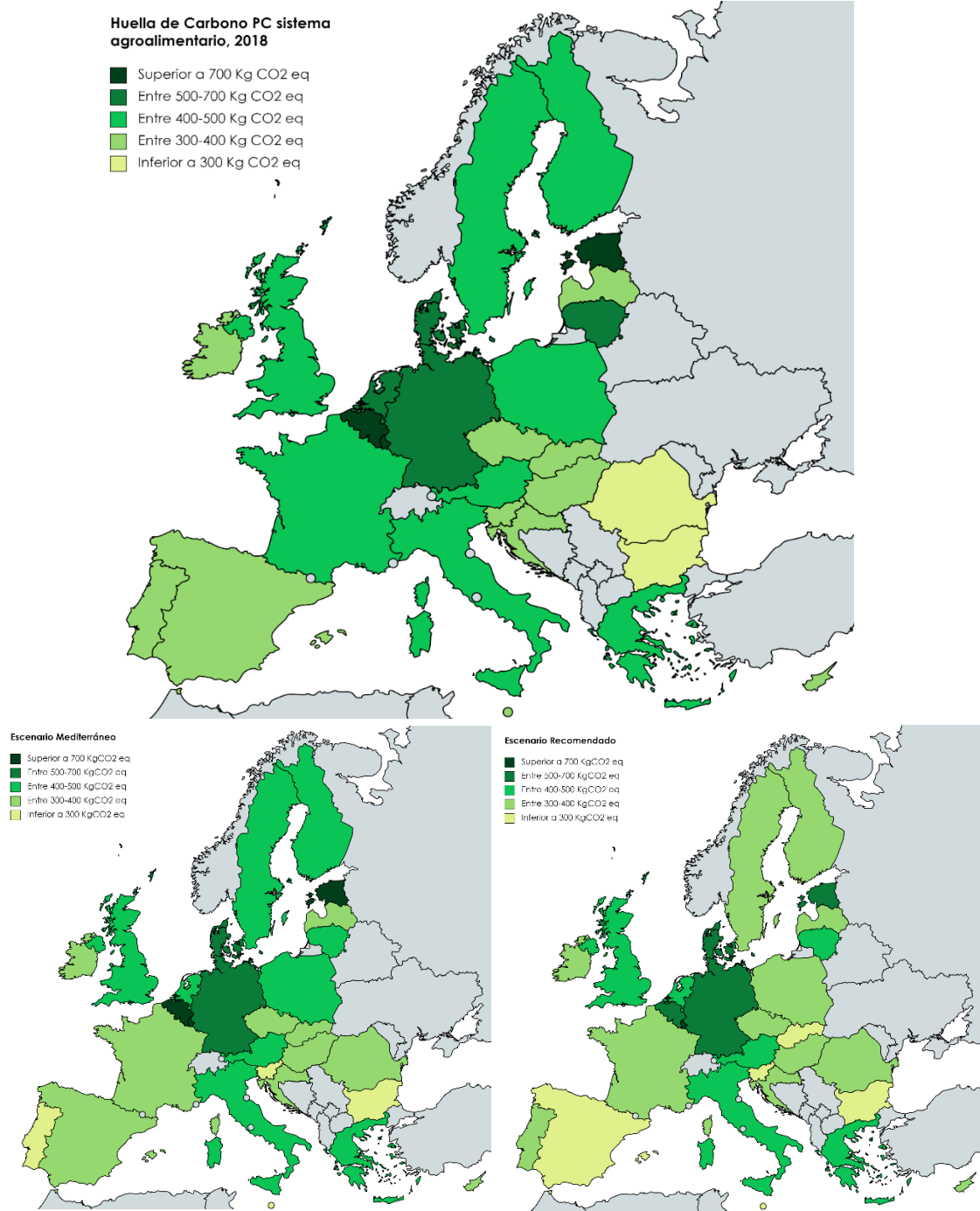
es necesario eliminar de la dieta para cumplir con las pautas recomendadas, siendo esta reducción superior al 70% en la mayoría de los países (Tabla A2 Anexo). La demanda de pescado tiene efectos opuestos en cada uno de los escenarios planteados, aumenta las emisiones con la dieta mediterránea mientras que las disminuye con las dietas recomendadas. Este hallazgo podría ser el esperado puesto que la fuente de proteínas en la dieta mediterránea no se basa mayoritariamente en proteínas de origen animal, sino que le da más importancia al pescado que las dietas recomendadas a nivel nacional.

Figura 8 Tasas de variación en las emisiones de carbono por categorías en la UE.



Fuente: Elaboración propia.

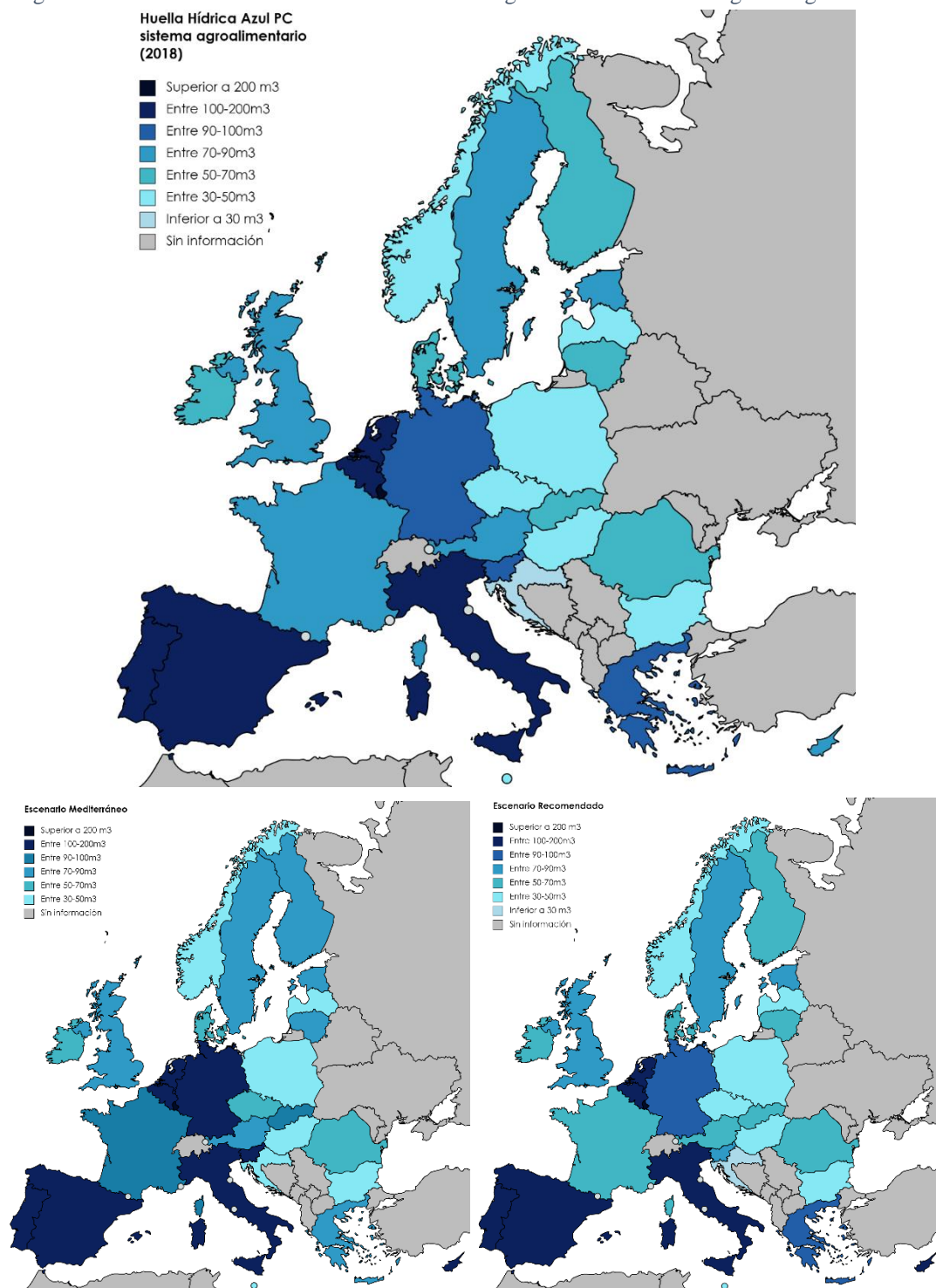
Figura 9 Evolución Huella de Carbono de la demanda agroalimentaria de los hogares según los escenarios



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 9 se aprecia como se atenúa el color de los países en los escenarios evaluados, denotando una reducción en las emisiones. Entre ambos escenarios, el escenario recomendado es el que más diferencia manifiesta respecto de la situación inicial, donde países como España, Bélgica, Luxemburgo, Eslovaquia, Eslovenia, Suecia, Finlandia, Estonia y Lituania reducen su huella, mientras que el único que la aumenta es Rumania. Véase Tabla A3 del Anexo para conocer las emisiones generadas en cada país.

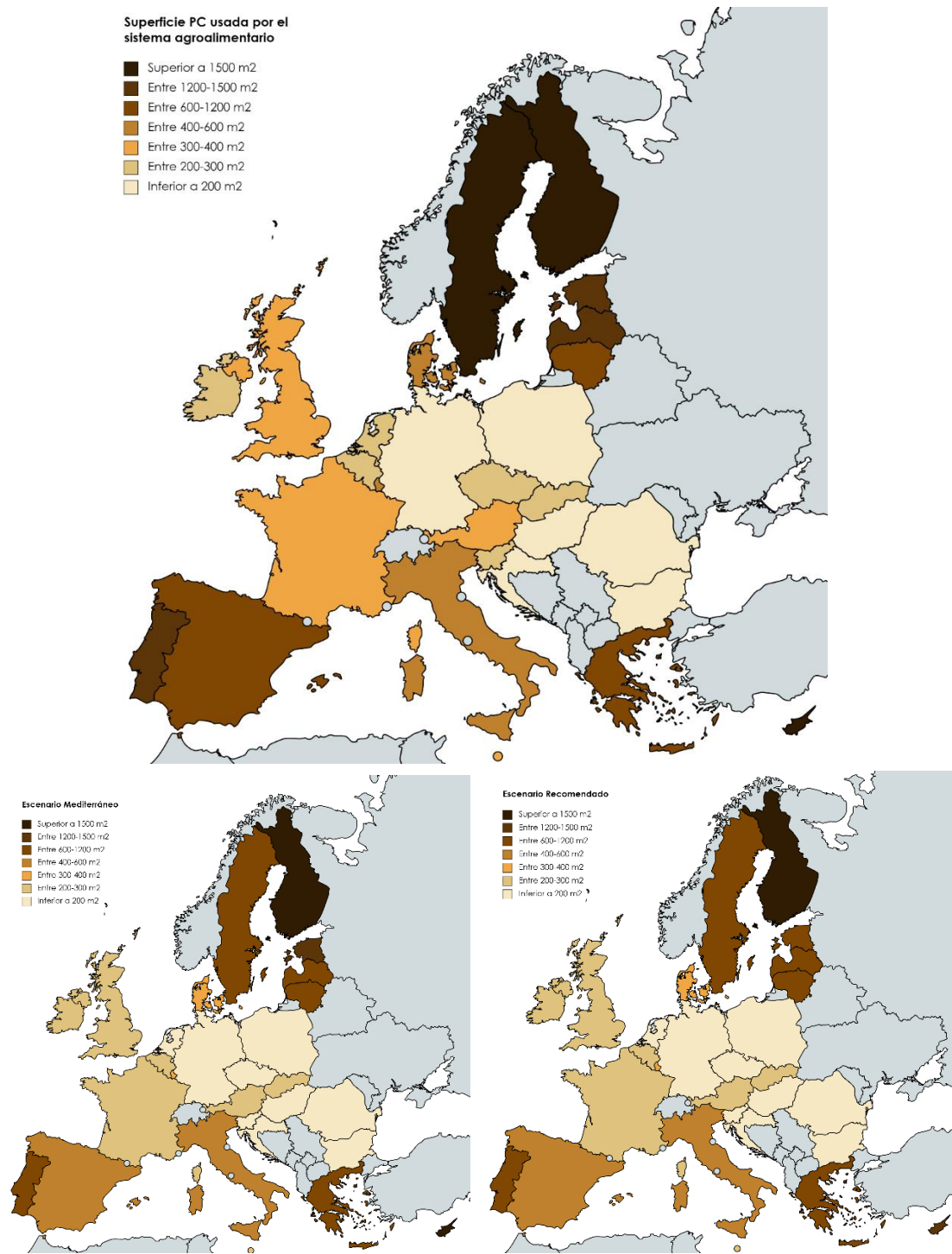
Figura 10 Evolución Huella Hídrica de la demanda agroalimentaria de los hogares según los escenarios



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 se pone de manifiesto que la demanda del sector agroalimentario aumenta el consumo de agua azul en el caso del escenario mediterráneo, mientras que en el escenario recomendado no se aprecian diferencias muy notorias con respecto a la situación inicial, únicamente Eslovenia y Francia ven rebajada su pigmentación. Véase Tabla A3 del Anexo para conocer el valor de la huella hídrica en cada caso.

Figura 11 Evolución de la superficie destinada a satisfacer la demanda de hogares de productos agroalimentarios



La disminución de la superficie destinada a satisfacer la demanda de los hogares de productos agroalimentarios en los escenarios diseñados queda reflejada en la Figura 11 con la notable despigmentación de la mayoría de los países, respecto de la situación inicial. Finlandia, Eslovaquia, Grecia y Chipre no se ven modificados en ninguno de los casos estudiados. Véase Tabla A3 del Anexo para conocer la superficie destinada per cápita por países en cada escenario.

- 4.3.2 Resultados por países

Tabla 9. Variación huellas y superficie ocupada según escenarios.

	HUELLA DE CARBONO		EMISIONES DE METANO		HUELLA HÍDRICA AZUL		SUPERFICIE OCUPADA	
	Escenario Mediterráneo (Escenario 1)	Escenario Recomendado (Escenario 2)	Escenario Mediterráneo (Escenario 1)	Escenario Recomendado (Escenario 2)	Escenario Mediterráneo (Escenario 1)	Escenario Recomendado (Escenario 2)	Escenario Mediterráneo (Escenario 1)	Escenario Recomendado (Escenario 2)
AUSTRIA	0,18%	-0,97%	-0,20%	-0,99%	7,96%	-0,55%	-6,24%	-8,92%
BÉLGICA	-1,27%	-2,04%	-1,23%	-1,99%	1,37%	-4,70%	-7,45%	-7,95%
BULGARIA	0,25%	0,07%	0,14%	-0,12%	12,43%	5,19%	-5,08%	-6,59%
CHIPRE	0,25%	-0,01%	0,23%	0,14%	12,86%	7,14%	-5,63%	-9,09%
REP CHECA	0,04%	-0,13%	-0,12%	-0,35%	18,99%	7,46%	-7,86%	-6,22%
ALEMANIA	-0,11%	-1,22%	-0,17%	-1,17%	11,46%	1,57%	-5,51%	-8,56%
DINAMARCA	-1,27%	-1,88%	-1,19%	-1,70%	1,46%	-3,42%	-6,60%	-7,84%
ESTONIA	-0,92%	-2,48%	-0,60%	-1,69%	3,99%	-2,05%	-8,83%	-13,98%
ESPAÑA	-1,54%	-1,69%	-1,72%	-1,80%	4,71%	1,64%	-16,10%	-16,59%
FINLANDIA	-1,02%	-1,38%	-0,99%	-1,14%	10,49%	-3,84%	-17,44%	-15,79%
FRANCIA	-1,84%	-3,01%	-2,27%	-3,13%	3,74%	-10,19%	-13,49%	-14,64%
GRECIA	-0,60%	-0,70%	-1,02%	-1,25%	-3,87%	1,08%	-9,42%	-12,38%
CROACIA	0,51%	0,22%	0,12%	0,24%	6,04%	-2,25%	-11,42%	-12,96%
HUNGRÍA	-0,53%	-0,98%	0,23%	-0,10%	12,94%	9,72%	-2,29%	-2,90%
IRLANDA	-0,73%	-1,10%	-0,73%	-1,03%	1,71%	-2,11%	-6,88%	-7,26%
ITALIA	-1,20%	-0,77%	-1,26%	-0,88%	-0,62%	0,74%	-14,29%	-10,86%
LITUANIA	-2,34%	-3,52%	-1,52%	-2,16%	2,24%	-10,53%	-8,73%	-9,34%
LUXEMBURGO	-0,98%	-2,39%	-1,11%	-2,52%	-1,88%	-12,43%	-9,80%	-10,73%
LETONIA	-1,39%	-2,16%	-1,03%	-1,64%	-3,16%	-7,06%	-9,43%	-10,37%
MALTA	-1,12%	-1,91%	-1,23%	-2,07%	-2,85%	-8,69%	-13,97%	-21,64%
PAISES BAJOS	-1,17%	-1,61%	-1,42%	-1,78%	-1,15%	-6,25%	-11,24%	-9,82%
POLONIA	0,16%	-0,78%	-0,14%	-0,94%	2,20%	-3,98%	-2,32%	-4,15%
PORTUGAL	-2,38%	-1,81%	-2,56%	-2,11%	-5,83%	2,05%	-18,85%	-19,25%
RUMANIA	0,51%	1,08%	0,35%	0,76%	10,12%	12,03%	-6,37%	-5,15%
SUECIA	-1,64%	-2,52%	-1,24%	-1,54%	3,62%	-5,72%	-19,13%	-18,94%
ESLOVENIA	-0,48%	-1,65%	-0,82%	-2,12%	11,14%	-1,21%	-10,80%	-13,98%
ESLOVAQUIA	0,82%	-0,11%	1,16%	-0,07%	29,05%	3,88%	-1,06%	-3,35%
UK	-0,57%	-1,15%	-0,70%	-1,20%	2,78%	-0,99%	-7,91%	-12,03%
UE	-0,68%	-1,29%	-0,85%	-1,35%	4,33%	-1,21%	-12,12%	-12,79%

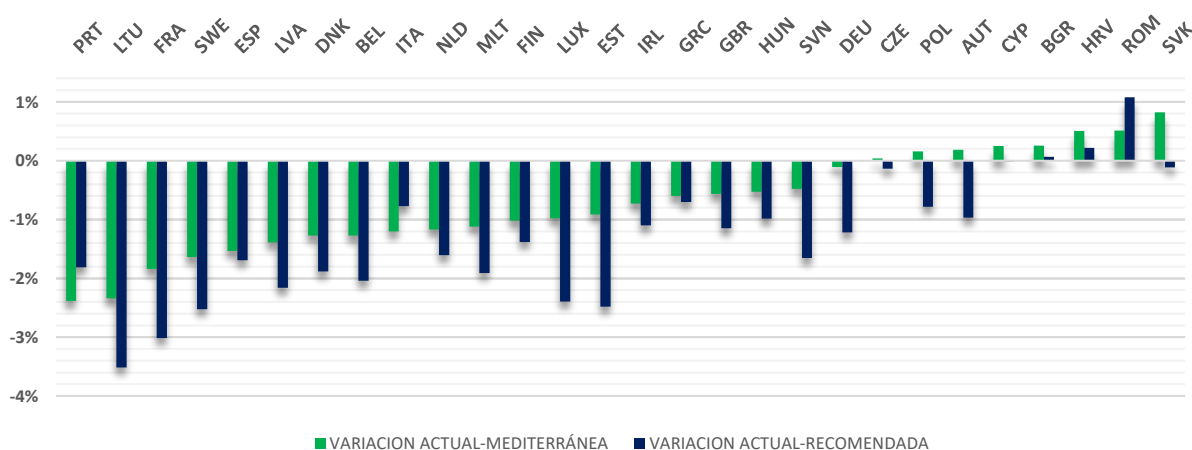
Fuente: Elaboración propia

En el estudio de impactos por países, podemos observar que, en la gran mayoría de los países, las reducciones en **emisiones** son superiores si se aplica el escenario de dietas recomendadas (Escenario 2) (Figura 12). Únicamente tres países (Croacia, Rumanía y Bulgaria) aumentan las emisiones con el escenario recomendado, mientras que con el patrón mediterráneo son más países los que incrementan sus emisiones (República Checa, Austria, Polonia, Croacia, Rumania, Chipre, Bulgaria y Eslovaquia) (Figura 12). Es interesante mencionar que todos estos países se encuentran en el este de Europa y ninguno de ellos se encuentra en las primeras posiciones en cuanto a nivel de vida dentro de la Unión Europea. En el otro extremo, la gran mayoría de los países que más ven reducida su huella de carbono forman parte de los más desarrollados de

Europa, como pueden ser los países nórdicos, Bélgica, Francia o España con reducciones superiores al 1%.

Se confirma el resultado que alcanzó Pairotti, (2015) para el caso de italiano, que afirmaba que el comportamiento ambiental de la dieta mediterránea era mejor que la dieta media nacional, principalmente por su menor presencia de productos de origen animal.

Figura 12. Tasa de variación de las emisiones totales por países.



Fuente: Elaboración propia.

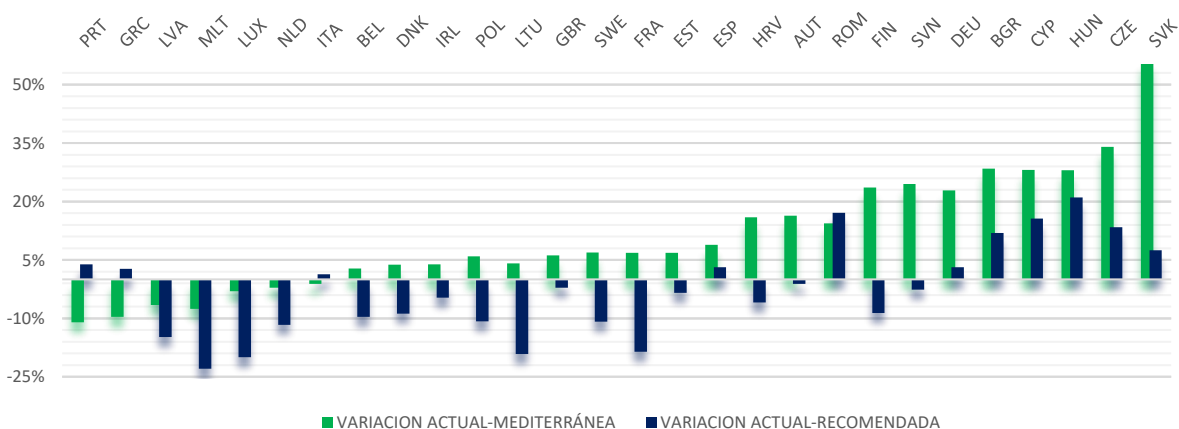
De los resultados que nos proporciona la Tabla 9 acerca de las emisiones de metano podemos extraer que los países que menos ven reducido sus emisiones de metano son los países del Este. Esto se debe a que los países del Este tienen unas dietas actuales con un reducido aporte de lácteos y de carne de ternera, justamente las categorías que más metano emiten a la atmósfera.

Los resultados de **la huella hídrica** son muy heterogéneos. En líneas generales, la dieta mediterránea (Escenario 1) supone un mayor aumento del consumo de agua que en el Escenario 2. Por su parte, los países que menos incrementan su huella hídrica serían los mediterráneos, mientras que en el extremo opuesto aparecen algunos países de Europa del Este (Figura 13).

Este resultado es el que cabría esperar ya que la modificación del patrón de dietas vigente en los países mediterráneos se ve menos modificado que el patrón de los demás países, donde el consumo de frutas, verduras y pescado era inicialmente muy reducido. Este resultado apoya la conclusión que extraen de su estudio Finley et al. (2017) con el umbral de sostenibilidad, ya que, aunque la dieta sea a priori más sostenible, la incapacidad del país de satisfacer toda la demanda anula el beneficio ambiental, ya que la necesidad de importación de más vegetales puede suponer un mayor impacto.

Destaca la situación de la demanda de Eslovaquia en el escenario mediterráneo, quien requiere de un 50% adicional de agua que, en la situación actual, principalmente impulsadas por las categorías de frutas y verduras y pescado, ya que su consumo en la actualidad es casi residual (Tabla A4 Anexo).

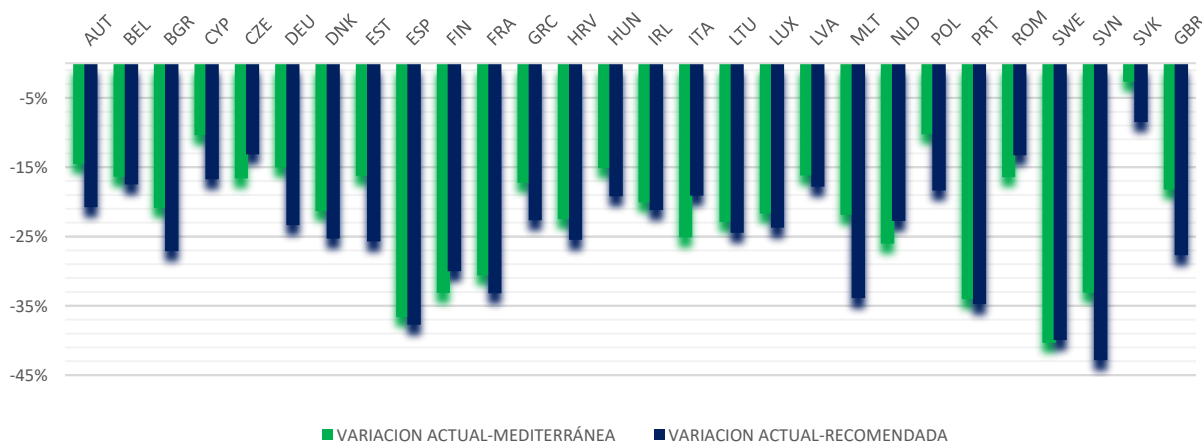
Figura 13. Variación Huella Hídrica procedente del consumo de los hogares en productos del sistema agroalimentario.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la superficie necesaria por el sector agroalimentario para cumplir con toda la demanda de los hogares de la UE, se observa una reducción en todos los países con una media del 25% destacando el caso de Eslovenia o Suecia que se llega a reducir hasta en un 40% para ambos escenarios (Figura 14 y Tabla A3 Anexo). Este resultado es el más contundente al que se llega con el trabajo realizado y es consecuencia del drástico descenso de alimentos de origen animal, tanto carnes como lácteos

Figura 14. Variación uso de suelo por el sector agroalimentario.



Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo, evaluamos los efectos que tienen sobre el medio ambiente dos hipotéticos cambios en el comportamiento de los consumidores europeos, en concreto sus hábitos alimentarios. Para llevarlo a cabo utilizamos la metodología IO extendida medioambientalmente. En línea con el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, simulamos dos escenarios para estudiar los impactos ambientales; el escenario mediterráneo y posteriormente los escenarios recomendados a nivel nacional. En general, el paso a estos patrones dietéticos supone una sustitución entre productos (aumentando los de origen vegetal y reduciendo los de origen animal), pero también supone una reducción en los niveles de consumo.

La naturaleza del estudio requiere de una amplia desagregación de productos alimenticios, por lo que fue necesario la explotación de la base de datos EXIOBASE (Wood et al, 2015).

De este análisis se pueden extraer diversas conclusiones. En primer lugar, para el conjunto de la Unión Europea ambos escenarios cumplen con el objetivo de ser menos contaminantes y emitir menos gases nocivos a la atmósfera. Sin embargo, los resultados por países no son tan homogéneos. Si nos centramos en el escenario recomendado con detalle nacional, sí que parece haber unanimidad y todos los países, a excepción de Bulgaria, Croacia y Rumania. Bulgaria y Croacia, mantienen estables sus emisiones. Rumanía en su caso las ve incrementadas en un uno por ciento. Por otro lado, los países que más ven reducida su huella de carbono forman parte de los más desarrollados de Europa, como pueden ser los países nórdicos, Alemania, Luxemburgo, Bélgica, Francia o España con reducciones superiores al 1%. Este resultado está en línea con el trabajo de Behrens et al. (2017), que concluye que la dieta recomendada individualmente por países puede reducir significativamente el impacto ambiental en los países de altos ingresos y reduce, pero con menos intensidad el impacto ambiental en los países de ingresos medios, donde se encuentran países como Grecia, Austria o Chipre. El escenario mediterráneo presenta una mayor disparidad, pero aquellos que aumentan sus emisiones continúan siendo aquellos países que se encuentran a la cola europea en términos de desarrollo (Eslovaquia, Polonia, Rumania, Bulgaria, Chipre o Croacia).

En segundo lugar, los resultados de la huella hídrica hallados revelan una gran heterogeneidad entre los países europeos además de no ser los esperados en términos medioambientales, esto es, aquellas dietas más sostenibles requieren de una mayor cantidad de agua azul que las dietas actuales en términos generales. En la Unión Europea en su conjunto, la dieta mediterránea requiere de más cantidad de agua que la dieta actual, mientras que la dieta recomendada presenta una huella hídrica menor. Por países podemos decir que para todos los países excepto Portugal, Grecia e Italia la huella hídrica de la dieta mediterránea es superior a la huella del patrón recomendado. Además, destaca el resultado de Eslovaquia en el escenario mediterráneo, el cual

puede llegar a requerir un 30% más de agua para satisfacer toda la demanda de los hogares. Este resultado viene principalmente impulsado por la escasez de frutas, verduras y pescado en el patrón vigente.

El tercer principal resultado que podemos extraer del análisis es muy concluyente. La aplicación de escenarios sostenibles en los países europeos permite reducir considerablemente la superficie destinada a cubrir la demanda de alimentos de los hogares. En el conjunto de la UE, esa reducción sería del 12% en ambos escenarios. En el análisis por países, aquellos que más ven reducida esta huella son los países mediterráneos y los países nórdicos con reducciones superiores a dos dígitos.

En resumen, los resultados proporcionan evidencia de que cambiar las dietas hacia regímenes más saludables con elevada presencia de vegetales tiene resultados satisfactorios tanto en emisiones de gases como en terreno ocupado, siendo más heterogéneos los resultados por países en la huella hídrica. Sin embargo, también hemos descubierto que, aunque la dieta mediterránea se haya probado sostenible puede ser que para algunos territorios no lo sea por la incapacidad de proveer a sus habitantes de los alimentos básicos y su consecuente dependencia con el exterior, lo que le resta sostenibilidad incluso llegando a ser insostenible si se supera cierto umbral. Este resultado está en línea con lo publicado por Finley et al. (2017).

Una de las limitaciones que hemos encontrado al realizar el trabajo es la inexistencia de guías alimentarias nacionales que incorporen objetivos de sostenibilidad, únicamente Alemania, Suecia, Reino Unido, Francia, Países Bajos y Estonia cuentan con guías oficiales que incorporan criterios de sostenibilidad, pero poco a poco se van a ir añadiendo países con el fin de cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Fischer y Garnett, 2018). Por tanto, una vez que estos datos estén disponibles para todos los países de la UE, este estudio puede ampliarse para evaluar las consecuencias medioambientales de estas nuevas dietas sostenibles recomendadas.

Por otro lado, en este trabajo no se han considerado los posibles efectos rebote, en los que la reducción del gasto implicaría incrementos en el gasto en otros productos que conducirían a incrementos en emisiones. Por ello, una posible línea para continuar con la ampliación de este estudio sería calcular estos efectos y analizarlos en detalle.

6. BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA KLINK, Federico; ALCÁNTARA, Vicent. (1994) *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Barcelona.

ALEKSANDROWICZ, Lukasz; GREEN, Rosemary; JOY, Edward J. M; SMITH, Pete and HAINES, Andy. *The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review*. PloS one, 2016, vol. 11, no 11, p. e0165797.

An Roinn Sláinte. Your guide to healthy eating using the food pyramid. 2012.

BEHRENS, Paul, KIEFTE-DE JONG, Jessica C.; BOSKER Thijs; RODRIGUES, João F. D., DE KONING, Arjan and TUKKER, Arnold. *Evaluating the environmental impacts of dietary recommendations*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2017, vol. 114, no 51, p. 13412-13417.

BERNERS-LEE, Mike; HOLOHAN; CAMMACK, H; HEWITT, C. N.. *The relative greenhouse gas impacts of realistic dietary choices*. Energy policy, 2012, vol. 43, p. 184-190.

BERRY, Elliot M. (2019) Sustainable food systems and the mediterranean diet. *Nutrients*, 2019, vol. 11, no 9, p. 2229.

BIESBROEK, Sander; BUENO-DE-MESQUITA, H; HM PEETERS, Petra VERSCHUREN, Monique; VAN DER SCHOUW, Yvonne; KRAMER, Gerard; TYSZLER, Marcelo and TEMME, Elisabeth Reducing our environmental footprint and improving our health: greenhouse gas emission and land use of usual diet and mortality in EPIC-NL: a prospective cohort study. *Environmental Health*, 2014, vol. 13, no 1, p. 1-9.

BOYLAN, Sinead M.; THOW, Anne-Marie; TYEDMERS, Elijah K.; MALIK, Arunima; SALEM, Janet; ALDERS, Robyn; RAUBENHEIMER, David and LENZEN, Manfred. School of Public. *Using input-output analysis to measure healthy, sustainable food systems*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2020, vol. 4, p. 93.

Brink L, Postma-Smeets A, Stafleu A, Wolvers. Richtlijnen Schijf van Vijf. 2016.

BURLINGAME, Barbara; DERNINI, Sandro. Sustainable diets: the Mediterranean diet as an example. *Public health nutrition*, 2011, vol. 14, no 12A, p. 2285-2287.

CAZCARRO, Ignacio; DUARTE, Rosa and SÁNCHEZ-CHÓLIZ, Julio. Water flows in the Spanish economy: Agri-food sectors, trade and households diets in an input-output framework. *Environmental science & technology*, 2012, vol. 46, no 12, p. 6530-6538.

CHABROS, E, et al. *Zasady Zdrowego Zywienia*. 2010.

DAPCICH, Verónica. *Guía de alimentación saludable*. Sociedad Española de nutrición comunitaria, 2004.

DAVIS, Courtney, BRYAN, Janet; HODGSON, Jonathan and MURPHY, Karen . *Definition of the Mediterranean diet; a literature review*. *Nutrients*, 2015, vol. 7, no 11, p. 9139-9153.

DEGAC, Ka, et al. Prehrambene smjernice za odrasle. 2002.

DERNINI, Sandro; BERRY, Elliot M. Mediterranean diet: from a healthy diet to a sustainable dietary pattern. *Frontiers in nutrition*, 2015, vol. 2, p. 15.

DÖLL, Petra. Vulnerability to the impact of climate change on renewable groundwater resources: a global-scale assessment. *Environmental Research Letters*, 2009, vol. 4, no 3, p. 035006.

DUARTE, Rosa; MIRANDA-BUETAS, Sara; SARASA, Cristina. Household consumption patterns and income inequality in EU countries: Scenario analysis for a fair transition towards low-carbon economies. *Energy Economics*, 2021, p. 105614.

DUARTE, Rosa, FENF, Kuishuang; HUBACEK, Klaus-; SANCHEZ-CHOLIZ, Julio; SARASA, Cristina and SUN, Laixiang. *Modeling the carbon consequences of pro-environmental consumer behavior*. Applied Energy, 2016, vol. 184, p. 1207-1216.

DUARTE, Rosa; PINILLA, Vicente; SERRANO, Ana. The Spanish food industry on global supply chains and its impact on water resources. *Water*, 2015, vol. 7, no 1, p. 132-152.

DUARTE, Rosa; REANI, Sofiane; SANCHEZ-CHOLIZ, Julio; and SARASA, Cristina. *Household's behaviour and environmental emissions in a regional economy*. Economic Systems Research, 2014, vol. 26, no 4, p. 410-430.

DUCHIN, Faye. Sustainable consumption of food: a framework for analyzing scenarios about changes in diets. *Journal of Industrial Ecology*, 2005, vol. 9, no 1-2, p. 99-114.

FAO. Definition of sustainable diets. International scientific symposium: biodiversity and sustainable diets united against hunger. 2010.

E NUTRIZIONE, Centro di RicErca Alimenti. Linee Guida Per Una Sana Alimentazione. *Centro di Ricerca Alimenti e Nutrizione: Roma, Italy*, 2018.

FINLEY, John W.; DIMICK, Dennis; MARSHALL, Elizabeth; Nelson, Gerald Charles; MEIN, Jonathan R. and GUSTAFSON, David I. *Nutritional sustainability: Aligning priorities in nutrition and public health with agricultural production*. Advances in Nutrition, 2017, vol. 8, no 5, p. 780-788.

FOLEY, Jonathan A.; RAMANKUTTY, Navin; BRAUMAN ,Kate A.; CASSIDY, Emily S.; GERBER, James S.; JOHNSTON, Matt; MUELLER, Nathaniel D.; O'CONNELL, Christine; RAY, Deepak K.; WEST, Paul C., BALZER, Christian; BENNETT, Elena M.; CARPENTER, Stephen R.; HILL, Jason; MONFREDA, Chad; POLASKY, Stephen; ROCKSTRÖM, Johan; SHEEHAN, John; SIEBERT, Stefan; TILMAN, David and ZACKS, David P. M. . *Solutions for a cultivated planet*. Nature, 2011, vol. 478, no 7369, p. 337-342.

FRANK, Aaron P.; CLEGG, Deborah J. Dietary Guidelines for Americans—Eat Less Sugar. *Jama*, 2016, vol. 315, no 11, p. 1196-1196.

GERBENS-LEENES, P. W.; NONHEBEL, Sanderine. Consumption patterns and their effects on land required for food. *Ecological Economics*, 2002, vol. 42, no 1-2, p. 185-199.

German Nutrition Society. DGE nutritional circle. 2013.

GIROD, Bastien; VAN VUUREN, Detlef Peter; HERTWICH, Edgar G. Climate policy through changing consumption choices: Options and obstacles for reducing greenhouse gas emissions. *Global Environmental Change*, 2014, vol. 25, p. 5-15.

GONZALEZ FISCHER, Carlos and GARNETT, Tara. Platos, pirámides y planeta. Novedades en el desarrollo de guías alimentarias nacionales para una alimentación saludable y sostenible: evaluación del estado de la situación. FAO, 2018

GRAUR, M. et al. Ghid pentru alimentat, ia sănătoasă. 2006.

GREEN, Rosemary, MILNER, James; DANGOUR, Alan D.; HAINES, Andy; CHALABI, Zaid; MARKANDYA, Anail; SPANDARO, Joseph and WILKINSON, Paul . *The potential to reduce greenhouse gas emissions in the UK through healthy and realistic dietary change*. *Climatic Change*, 2015, vol. 129, no 1, p. 253-265. doi:10.1007/s10584-015-1329-y

GUSSOW, Joan Dye; CLANCY, Katherine L. Dietary guidelines for sustainability. *Journal of nutrition education (USA)*, 1986.

HARO-MARTÍNEZ, Alma Angelina; TADDEI-BRINGAS, Isabel Cristina. Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. *Economía, sociedad y territorio*, 2014, vol. 14, no 46, p. 743-767

HARDADI, Gilang; BUCHHOLZ, Alexander; PAULIUK, Stefan. Implications of the distribution of German household environmental footprints across income groups for integrating environmental and social policy design. *Journal of Industrial Ecology*, 2021, vol. 25, no 1, p. 95-113.

Health Promotion & Disease Prevention Directorate. The healthy plate: Dietary guidelines for Maltese adults. 2015.

HUPPES, Gjal't, DE KONING, Sangwon; SUH, Arjan; HEIJUNGS, Reinout; VAN OERS, Laurant; NIELSEN, Per and GUINEÉ, Jeroen B. *Environmental impacts of consumption in the European Union: High-resolution input-output tables with detailed environmental extensions*. *Journal of Industrial Ecology*, 2006, vol. 10, no 3, p. 129-146.

IMRE, R. Táplálkozási ajánlások a magyarországi felnőtt lakosság számára. 2014.

- IVANOVA, Diana, STADLER, Konstantin; STEEN-OLSEN, Kjartan; WOOD, Richard; VITA, Gibran; TUCKER, Arnold and HERTWICH, Edgar G.. *Environmental impact assessment of household consumption*. Journal of Industrial Ecology, 2016, vol. 20, no 3, p. 526-536.
- KASTNER, Thomas; IBARROLA, Maria José; KOCH, Wolfgang and NONHRBEL, Sanderine. *Global changes in diets and the consequences for land requirements for food*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012, vol. 109, no 18, p. 6868-6872.
- KYTZIA, Susanne; FAIST, Mireille; BACCINI, Peter. Economically extended MFA: a material flow approach for a better understanding of food production chain. *Journal of Cleaner Production*, 2004, vol. 12, no 8-10, p. 877-889.
- KONDE, Å. Brugård, et al. Swedish dietary guidelines–risk and benefit management report. *Livsmedelsverkets Rapportserie nr*, 2015, vol. 5, p. 2015.
- LEITZMANN, Claus. Nutrition ecology: the contribution of vegetarian diets. *The American journal of clinical nutrition*, 2003, vol. 78, no 3, p. 657S-659S.
- MARI, JT; ALIAS, MS; CRUZ, JN; IBAÑEZ, MV. Una alimentación sana ¡para todos! Ministerio de Sanidad, Política, Social e Igualdad, Madrid. 2010
- MARTÍNEZ ALIER, Joan; ROCA, Jordi. El debate sobre la Sustentabilidad. *Economía ecológica y política ambiental*, 2001, p. 367-420.
- MCMICHAEL, Anthony J., POWLES, John W.; BUTLER, Colin and UAUY, Ricardo. *Food, livestock production, energy, climate change, and health*. The lancet, 2007, vol. 370, no 9594, p. 1253-1263.
- Minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid. Lekker aanbevolen voor jongen minder jong. 2005.
- Ministeriet for Fødevarer Landbrug of Fiskeri. De Officielle Kostråd. 2013.
- Ministerium Faruen Gesundheit. Die Österreichische Ernährungspyramide. 2010.
- Ministry of Health. Ministry of Health and the Ministry of Education National nutrition and exercise guidelines. 2007.
- National Institute for Health Development. Eesti toitumis ja eesti toitumis ja. 2006
- PACHAURI, Rajendra K., and MEYER, L.A.. 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. Ipcc, 2014.

PAIROTTI, Maria Beatrice, CERUTTI, Alessandro Kim; MARTINI Fiorenzo; VESCE, Enrica, PADOVAN, Dario and BELTRAMO, Riccardo. *Energy consumption and GHG emission of the Mediterranean diet: a systemic assessment using a hybrid LCA-IO method*. *Journal of Cleaner Production*, 2015, vol. 103, p. 507-516.

Programa Nacional para a Promoção de Alimentação Saudável. Dia alimentar, completo equilibrado e variado. 2003.

Programme National Nutrition Santé. La Santé Vient En Mangeant-Guide Alimentaire Pour Tous. 2011.

Public Health England. The eatwell guide. 2016.

REIJNDERS, Lucas; SORET, Sam. Quantification of the environmental impact of different dietary protein choices. *The American journal of clinical nutrition*, 2003, vol. 78, no 3, p. 664S-668S.

RIBIC, Ch. Priporočila za Zdravo Prehranjevanje. 2007.

RISKU-NORJA, Helmi; KURPPA, Sirpa; HELENIUS, Juha. Dietary choices and greenhouse gas emissions—assessment of impact of vegetarian and organic options at national scale. *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, 2009, vol. 6, no 4, p. 340-354.

RÖÖS, Elin, et al. Evaluating the sustainability of diets—combining environmental and nutritional aspects. *Environmental Science & Policy*, 2015, vol. 47, p. 157-166.

SÁEZ-ALMENDROS, Sara, OBRADOR, Biel; BACH-FAIG, Anna and SERRA-MAJEM, Lluís. *Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: beyond the health benefits of the Mediterranean diet*. *Environmental Health*, 2013, vol. 12, no 1, p. 1-8.

STEEN-OLSEN, Kjartan; WOOD, Richard; HERTWICH, Edgar G. The carbon footprint of Norwegian household consumption 1999–2012. *Journal of Industrial Ecology*, 2016, vol. 20, no 3, p. 582-592.

Supreme Scientific Health Council. Food-based dietary guidelines, Hellenic Ministry of Health. 1999.

TILMAN, David; CLARK, Michael. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 2014, vol. 515, no 7528, p. 518-522.

TUKKER, Arnold, GOLDBOHN, R. Alexandra; KONING, Arjande; VERHEIJDEN, Marieke; KLEIN, René; WOLF, Oliver; PÉREZ-DOMÍNGUEZ, Ignacio and RUEDA-CANTUCHE, José M. Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. *Ecological Economics*, 2011, vol. 70, no 10, p. 1776-1788.

TUKKER, Arnold; DIETZENBACHER, Erik. Global multiregional input–output frameworks: an introduction and outlook. *Economic Systems Research*, 2013, vol. 25, no 1, p. 1-19.

ULASZEWSKA, Maria M., LUZZANI, Gloria; PIGNATELLI, Sonia and CAPRI, Ettore. *Assessment of diet-related GHG emissions using the environmental hourglass approach for the Mediterranean and new Nordic diets*. *Science of the Total Environment*, 2017, vol. 574, p. 829-836.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Global Anthropogenic Emissions of Non-CO2 Greenhouse gases 1990-2020. 2006 VIEUX, Florent, et al. High nutritional quality is not associated with low greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults. *The American journal of clinical nutrition*, 2013, vol. 97, no 3, p. 569-583.

UNFCCC. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. (Sustainable Development Goals). 2015.

UNFCCC. Adoption of the Paris Agreement. Framework Convention on Climate Change. United Nations. New York City, Adoption of the Paris Agreement. Proposal by the President. 2016

Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Suomalaiset Ravitsemussuosituksset. 2014

Veselības ministrija. Veselīga uztura ieteikumi pieaugušajiem. 2008.

VITA, Gibran, et al. The environmental impact of green consumption and sufficiency lifestyles scenarios in Europe: connecting local sustainability visions to global consequences. *Ecological economics*, 2019, vol. 164, p. 106322.

WIEDMANN, Thomas, and MINX, Jan. A definition of ‘carbon footprint’." *Ecological economics research trends* 1, 2008, pp.1-11.

WIRSENIUS, Stefan; AZAR, Christian; BERNDES, Göran. How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030. *Agricultural systems*, 2010, vol. 103, no 9, p. 621-638.

WOOD, Richard; STADLER, Konstantin; BULAVSKAYA, Tatyana; LUTTER, Stephan; GILJUM, Stefan; DE KONING, Arjan; KUENEN, Jeroen; SCHÜTZ, Helmut; ACOSTA-FERNANDEZ, José; USUBIAGA, Arkaitz; SIMAS, Moana; IVANOVA, Olga; WEINZETTEL, Jan, SCHMIDT, Jannick, MERCIAI, Stefano and TUKKER, Arnold. Global Sustainability Accounting Developing EXIOBASE for Multi-Regional Footprint Analysis. *Sustainability* [online]. 26 December 2014. Vol. 7, no. 1, p. 138–163.

ANEXO

Anexo Tabla A1. Cambio en la demanda de los alimentos siguiendo las recomendaciones de la dieta mediterránea (en %).

	AUT	BEL	BGR	CYP	CZE	DEU	DNK	EST	ESP	FIN	FRA	GRC	HRV	HUN	IRL	ITA	LTU	LUX	LVA	MLT	NLD	POL	PRT	ROM	SWE	SVN	SVK	GBR
Fruta y verdura	16,1	23,3	144,6	74,2	75,8	46,9	29,7	19,1	36,1	47,4	36,3	-13,6	54,2	69,5	16,3	11,8	36,8	-0,3	38,8	3,9	7,5	23,4	8,6	2,3	35,4	40,6	74,1	15,0
Lácteos	-21,8	-18,7	35,9	58,3	5,2	-26,6	-33,3	-22,1	7,0	-51,8	-24,8	-31,1	-11,0	12,7	-23,7	-26,4	-42,3	-29,8	-15,0	8,9	-43,8	-5,8	-9,8	-19,7	-45,6	-22,2	43,4	-19,7
Aceite	-31,5	-33,0	22,5	-17,7	-31,3	-12,4	96,6	140,3	-54,4	53,1	-27,6	-42,6	36,8	-18,7	-7,7	-45,6	60,1	28,9	3,4	66,0	6,8	13,0	-25,4	13,3	-10,5	14,0	23,0	-13,0
Ternera	-59,8	-56,8	56,7	0,0	-4,3	-47,8	-76,4	-48,6	-46,5	-63,1	-72,5	-62,7	-23,1	16,0	-69,5	-67,6	90,8	-76,6	44,3	-62,3	-53,5	186,8	-58,0	7,0	-71,2	-64,5	55,2	-62,8
Ave	-27,3	-39,1	-34,0	-47,5	-39,6	-22,4	-45,2	-27,5	-48,4	-23,4	-39,6	-5,4	57,5	-44,7	-35,0	-23,1	-40,3	-42,3	-33,0	-45,2	12,6	-35,7	-52,2	-7,3	-11,3	-40,8	-15,0	-54,7
Cerdo	-89,7	-80,1	-75,5	-81,8	-84,6	-87,0	-61,8	-73,3	-85,6	-79,9	-79,2	-78,1	-83,6	-83,2	-78,5	-82,6	-84,6	-83,6	-83,6	-79,0	-79,5	-86,4	-82,9	-75,4	-81,6	-81,2	-79,9	-73,9
Pescado y marisco	68,8	-10,9	245,6	2,2	136,8	59,2	-15,6	54,2	-46,8	-36,3	-35,2	15,1	14,5	328,3	0,2	-11,2	-47,8	-20,5	-18,5	-26,4	-4,4	87,2	-60,3	264,4	-27,4	111,1	180,6	19,0

Fuente: Elaboración propia

Anexo Tabla A2. Cambio en la demanda de los alimentos siguiendo las recomendaciones de dietas nacionales (en %).

	AUT	BEL	BGR	CYP	CZE	DEU	DNK	EST	ESP	FIN	FRA	GRC	HRV	HUN	IRL	ITA	LTU	LUX	LVA	MLT	NLD	POL	PRT	ROM	SWE	SVN	SVK	GBR
Fruta y verdura	4,9	-2,0	47,4	38,6	44,0	15,0	-6,2	7,6	23,0	-6,7	-17,9	20,8	-7,1	53,2	0,9	14,5	-17,6	-20,7	-16,4	-29,9	-15,8	-18,3	57,1	-13,7	-2,1	5,0	30,1	3,9
Lácteos	-21,0	-2,5	8,7	20,3	7,3	-41,3	-43,3	-33,0	-5,9	-42,2	-35,3	-41,4	-11,0	12,7	-21,8	-11,6	-30,8	-15,7	2,0	-12,9	-39,3	-5,8	-2,5	-19,7	-45,6	-19,9	47,7	-43,8
Aceite	-61,5	-49,7	-8,1	15,2	-48,5	-21,2	47,5	50,2	-54,4	14,8	-45,7	-35,4	2,6	-39,1	-76,9	-72,8	20,1	-3,3	-22,5	-37,7	-19,9	-15,2	-53,4	-57,5	-32,9	-14,5	-7,7	-34,8
Ternera	-69,2	-61,9	1,4	-29,4	-32,5	-60,1	-83,4	-63,7	-62,2	-65,3	-75,7	-75,9	-9,5	-24,9	-67,7	-61,9	23,5	-79,3	-6,7	-73,4	-39,8	136,2	-70,3	0,7	-62,7	-62,5	64,3	-75,9
Ave	-18,8	-46,3	-6,9	-25,9	-28,9	-11,0	-24,2	59,9	-39,3	-9,8	-11,2	-16,5	177,9	-34,9	-31,1	-9,6	-29,8	-49,1	-21,1	-53,3	45,7	-14,9	-49,4	47,3	-8,7	-49,5	-27,5	-36,1
Cerdo	-92,1	-82,5	-84,2	-87,2	-52,8	-90,0	-73,0	-81,1	-89,8	-81,1	-69,4	-85,8	-71,1	-89,1	-77,2	-79,6	-90,1	-85,5	-89,4	-85,2	-73,4	-88,8	-87,9	-76,9	-76,2	-80,1	-78,7	-83,1
Pescado y marisco	-1,8	-51,4	308,5	20,8	20,5	-13,2	-23,3	-15,9	-38,1	-46,7	-64,7	13,0	-53,1	289,3	-36,2	-6,3	-76,3	-56,6	-63,0	-34,4	-61,8	22,5	-63,9	277,6	-40,6	-19,4	7,2	-13,5

Fuente: Elaboración propia

Anexo Tabla A3. Huella de Carbono, Huella Hídrica y Superficie ocupada para satisfacer la demanda del sector agroalimentario (en términos per cápita)

	<i>GASES (kg de CO₂ eq)</i>			<i>AGUA (m³)</i>			<i>SUELO (m²)</i>		
	Situación actual	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado	Situación actual	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado	Situación actual	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado
<i>AUSTRIA</i>	486,03	494,03	443,87	70,56	82,10	69,76	752,32	705,34	685,24
<i>BELGICA</i>	761,94	703,75	668,66	148,03	152,18	133,78	638,49	590,94	587,73
<i>BULGARIA</i>	166,90	177,00	169,51	31,60	40,60	35,36	463,25	439,72	432,70
<i>CHIPRE</i>	320,87	334,87	320,35	86,50	110,83	100,01	3281,45	3096,70	2983,08
<i>REP CHECA</i>	367,13	369,21	359,88	43,01	57,65	48,76	431,76	397,80	404,90
<i>ALEMANIA</i>	566,95	561,29	504,71	96,86	118,99	99,89	546,86	516,71	500,07
<i>DINAMARCA</i>	677,13	613,53	583,24	67,38	69,92	61,45	1585,89	1481,25	1461,63
<i>ESTONIA</i>	862,39	802,09	698,85	80,40	85,85	77,59	2646,19	2412,65	2276,29
<i>ESPAÑA</i>	345,18	302,49	298,17	158,15	172,13	163,03	1866,68	1566,12	1557,03
<i>FINLANDIA</i>	476,09	412,08	388,88	65,55	81,03	59,88	4818,77	3978,38	4058,13
<i>FRANCIA</i>	431,47	377,42	342,75	86,14	92,01	70,13	817,64	707,36	697,94
<i>GRECIA</i>	455,91	412,57	405,01	95,13	85,95	97,70	2038,53	1846,40	1786,18
<i>CROACIA</i>	343,87	354,24	348,29	28,17	32,67	26,50	222,78	197,35	193,91
<i>HUNGRIA</i>	337,48	327,01	318,02	30,90	39,57	37,41	707,69	691,50	687,17
<i>IRLANDA</i>	379,76	352,06	337,78	62,74	65,15	59,79	880,47	819,89	816,57
<i>ITALIA</i>	461,15	421,67	435,73	102,13	100,97	103,51	1045,08	895,73	931,61
<i>LITUANIA</i>	556,78	463,60	416,71	68,30	71,08	55,21	3096,48	2826,03	2807,29
<i>LUXEMBURGO</i>	935,87	864,50	761,76	429,76	416,73	343,74	1011,00	911,88	902,56
<i>LETONIA</i>	394,79	356,01	334,35	38,32	35,79	32,66	2169,94	1965,41	1944,92
<i>MALTA</i>	323,80	281,30	251,48	44,72	41,35	34,45	523,07	450,00	409,86
<i>PAISES BAJOS</i>	556,50	497,03	474,79	150,50	147,28	132,94	578,89	513,84	522,07
<i>POLONIA</i>	433,24	442,52	387,81	42,67	45,20	38,08	493,93	482,49	473,42
<i>PORTUGAL</i>	364,94	296,40	312,85	118,68	105,61	123,29	2367,31	1921,00	1911,57
<i>RUMANIA</i>	290,40	300,66	312,04	55,00	62,91	64,40	287,03	268,74	272,24
<i>SUECIA</i>	488,51	429,51	397,53	82,77	88,48	73,75	4077,44	3297,40	3305,32
<i>ESLOVENIA</i>	309,86	293,35	252,51	90,77	113,01	88,36	664,34	592,57	571,45
<i>ESLOVAQUIA</i>	299,92	326,09	296,30	59,38	92,72	63,84	635,26	628,53	614,00
<i>UK</i>	461,23	434,39	406,78	75,15	79,78	73,51	711,41	655,12	625,86

Fuente: Elaboración propia

Anexo Tabla A4. Modificaciones de las emisiones de GEI, de metano, de la huella hídrica y de la superficie ocupada para satisfacer la demanda del sector agroalimentario

	<i>Huella de Carbono</i>		<i>Huella Hídrica</i>		<i>Superficie</i>		<i>Metano</i>	
	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado	Escenario Mediterráneo	Escenario Recomendado
<i>AUSTRIA</i>	1,65%	-8,67%	16,36%	-1,13%	-14,54%	-20,76%	-2,02%	-9,89%
<i>BELGICA</i>	-7,64%	-12,24%	2,80%	-9,63%	-16,40%	-17,50%	-6,99%	-11,32%
<i>BULGARIA</i>	6,05%	1,57%	28,47%	11,88%	-20,88%	-27,11%	1,67%	-1,41%
<i>CHIPRE</i>	4,36%	-0,16%	28,13%	15,61%	-10,38%	-16,76%	3,16%	1,95%
<i>REP CHECA</i>	0,57%	-1,98%	34,03%	13,37%	-16,60%	-13,14%	-0,85%	-2,58%
<i>ALEMANIA</i>	-1,00%	-10,98%	22,85%	3,13%	-15,05%	-23,35%	-1,52%	-10,54%
<i>DINAMARCA</i>	-9,39%	-13,87%	3,76%	-8,80%	-21,31%	-25,31%	-9,18%	-13,05%
<i>ESTONIA</i>	-6,99%	-18,96%	6,79%	-3,49%	-16,24%	-25,72%	-5,80%	-16,34%
<i>ESPAÑA</i>	-12,37%	-13,62%	8,84%	3,08%	-36,63%	-37,74%	-14,68%	-15,42%
<i>FINLANDIA</i>	-13,45%	-18,32%	23,61%	-8,65%	-33,14%	-29,99%	-16,98%	-19,55%
<i>FRANCIA</i>	-12,53%	-20,56%	6,82%	-18,59%	-30,60%	-33,21%	-14,16%	-19,48%
<i>GRECIA</i>	-9,51%	-11,17%	-9,66%	2,70%	-17,24%	-22,65%	-10,30%	-12,65%
<i>CROACIA</i>	3,02%	1,28%	15,97%	-5,95%	-22,46%	-25,50%	0,78%	1,59%
<i>HUNGRIA</i>	-3,10%	-5,76%	28,04%	21,06%	-15,14%	-19,20%	1,62%	-0,74%
<i>IRLANDA</i>	-7,29%	-11,05%	3,83%	-4,71%	-20,08%	-21,18%	-7,62%	-10,70%
<i>ITALIA</i>	-8,56%	-5,51%	-1,14%	1,34%	-25,12%	-19,09%	-10,44%	-7,32%
<i>LITUANIA</i>	-16,74%	-25,16%	4,07%	-19,16%	-22,90%	-24,49%	-17,06%	-24,16%
<i>LUXEMBURGO</i>	-7,63%	-18,60%	-3,03%	-20,02%	-21,68%	-23,71%	-7,79%	-17,69%
<i>LETONIA</i>	-9,82%	-15,31%	-6,61%	-14,78%	-16,18%	-17,80%	-10,26%	-16,32%
<i>MALTA</i>	-13,13%	-22,33%	-7,54%	-22,97%	-21,88%	-33,90%	-13,31%	-22,39%
<i>PAISES BAJOS</i>	-10,69%	-14,68%	-2,14%	-11,67%	-26,04%	-22,74%	-10,18%	-12,79%
<i>POLONIA</i>	2,14%	-10,49%	5,94%	-10,74%	-10,24%	-18,35%	-1,40%	-9,14%
<i>PORTUGAL</i>	-18,78%	-14,27%	-11,02%	3,88%	-34,03%	-34,75%	-18,37%	-15,11%
<i>RUMANIA</i>	3,53%	7,45%	14,37%	17,08%	-16,43%	-13,28%	3,14%	6,90%
<i>SUECIA</i>	-12,08%	-18,62%	6,89%	-10,90%	-40,34%	-39,93%	-16,63%	-20,64%
<i>ESLOVENIA</i>	-5,33%	-18,51%	24,50%	-2,66%	-33,12%	-42,87%	-7,60%	-19,72%
<i>ESLOVAQUIA</i>	8,73%	-1,21%	56,14%	7,50%	-2,68%	-8,47%	8,62%	-0,55%
<i>REINO UNIDO</i>	-5,82%	-11,81%	6,16%	-2,19%	-18,22%	-27,70%	-6,81%	-11,68%
<i>UE</i>	-6,10%	-11,58%	8,56%	-2,39%	-26,88%	-28,38%	-7,35%	-11,76%

Fuente: Elaboración propia