



Seasonal consumption of developing countries and the effects in the development of poor regions

Maria A. Tobarra^{†}, Luis A. López[‡], Maria A. Cadarso[‡], Nuria Gómez[‡], Ignacio Cazcarro[‡]*

[†] Universidad de Castilla-La Mancha, School of Business and Economics, Plaza Universidad, 1, Albacete, 02071, Spain

[‡] BC3 Basque Centre for Climate Change, UPV/EHU Scientific Park, Leioa, Bizkaia, 48940, Spain

Which would the effect on employment and environment footprint be if Spanish households substituted imported fresh fruits and vegetables by local production? Is the impact similar for in-season and out-of-season local production? In this paper, we answer these questions using an environmentally extended multiregional input-output model (MRIO) for the monthly demand of in-season and out-of-season imported fruits and vegetables. To do so, we combine information from EXIOBASE, monthly data for traded agricultural products provided by the Spanish Customs Office and seasonal calendars of fruits and vegetables from the Spanish Ministry of Agriculture. The innovative concept of seasonal avoided footprint by imports (SAFM) is used to compare CO₂e emissions, water and employment from imported and domestic produce avoided by these imports on a monthly basis.

Our results show that in 2011 the Spanish economy has an environmentally efficient agriculture compared to most international competitors. Once the local and seasonal consumption of fruits and vegetables is temporalized, we obtain that for a significant number of months domestic consumption would have a greater environmental impact in terms of CO₂e emissions and particularly water, but it would improve agriculture employment in Spain. This substitution would however cause a greater reduction in employment in the rest of the world, due to developing countries being more labour-intensive.

By analysing the positive and negative effects from in- and out-of-season consumption of fruits and vegetables on employment and the environment, we can identify if there are countries and products whose (SAFM) provides a hotspot, positive (or negative, respectively with the options in parenthesis) to the extent that their trade is highly (or barely) detrimental and, at the same time, represent a small (or large) part of the value of imports, so that several benefits could be achieved by changing (or keeping) these trade relations.

Consumo de frutas y verduras de temporada en países ricos y su impacto en el desarrollo de las regiones pobres

Maria A. Tobarra[†], Luis A. López[‡], Maria A. Cadarso[†], Nuria Gómez[†], Ignacio Cazcarro[‡]*

[†] Universidad de Castilla-La Mancha, School of Business and Economics, Plaza Universidad, 1, Albacete, 02071, Spain

[‡] BC3 Basque Centre for Climate Change, UPV/EHU Scientific Park, Leioa, Bizkaia, 48940, Spain

1. INTRODUCCION

El sector agrario tiene una especial importancia en el bienestar humano al suponer el sustento de las familias más pobres del planeta y al ser la base de la lucha contra el hambre (FAO, 2018 mapa del hambre). En los últimos 20 años la agricultura de las regiones pobres del planeta ha tenido que adaptarse a una creciente globalización de su producción ((MacDonald et al., 2015)), que puntualmente ha generado crisis alimentarias globales por el aumento de los precios agrarios (Berazneva and Lee, 2013) y que sólo ha permitido que a unos pocos países en desarrollo hagan una gestión eficiente del uso de la tierra (Lambin and Meyfroidt, 2011).

Los objetivos de desarrollo del milenio (DSG) se han convertido en los objetivos de referencia que hay que conseguir para buscar la sostenibilidad económica, social y medioambiental de las regiones más desfavorecidas del planeta (United Nations General Assembly 2015)¹. Conflictos que en ocasiones han quedado enmascarados como consecuencia de que entre los indicadores seleccionados por DSG no se considera ninguno que incorpore los impactos asociados a toda la cadena global de la producción (Wiedmann and Lenzen, 2018). Los avances producidos hasta 2018 en la implementación de los indicadores de los DSG no han evitado que sigan existiendo lagunas claves en cuanto a las interconexiones y sinergias entre objetivo. (Allen et al., 2018, más citas). Así, el trade off existente en el sector agrario entre generación de valor añadido y empleo e impacto medioambiental ha supuesto en numerosas ocasiones una creciente destrucción de recursos naturales preciados (Newbold et al., 2015) y una pérdida de biodiversidad (Lenzen et al., 2012) y un desplazamiento de tierra de los países en desarrollo por el comercio con los países desarrollados (Weinzettel et al., 2014). Trade off que ha implicado un uso intensivo de recursos naturales en países en desarrollo implicados en la exportación de sólo pocos productos agrarios, como soja in Brasil, Argentina o Camerún (MacDonald et al., 2015), que en muchos casos ha esquilado unos recursos naturales escasos, como el agua en el norte de África y en el

¹ United Nations General Assembly (2015) Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development, outcome document of the United Nations summit for the adoption of the post-2015.

Medio Este Middle East (Hoekstra and Mekonnen, 2012)². Otros trabajos han mostrado como incluso las importaciones de ciertos productos, como la soja, no sólo deteriora al medioambiente del país productor sino también ha supuesto un deterioro del medioambiente del país importador (Sun et al., 2018).

Al mismo tiempo, en las economías más desarrolladas existe una creciente preocupación por los impactos que tienen las distintas dietas alimenticias en la salud de sus habitantes y en la huella medioambiental en todo el planeta. Las principales recomendaciones orientan el consumo hacia un mayor peso en la cesta de consumo de productos frutas, verduras y frutos secos, una reducción del consumo de carnes y grasas, y una menor ingesta de calorías. Dichas recomendaciones se han mostrado efectivas a la hora de suponer una alineación de objetivos que permiten mejorar la salud de los ciudadanos, en especial la de los países ricos, y reducir los gases efecto invernaderos asociados a dichas dietas (Tilman and Clark, 2014) (Springmann et al., 2016). Aunque, en un país emergente como lo es China esta alineación no se produce para todos los productos, conforme la progresiva introducción en la dieta de productos lácteos, huevos, marisco mejora la nutrición de la población pero empero el medioambiente (He et al., 2018).

El hecho de que el impacto ambiental puede variar 50 veces entre los productores de los mismos alimentos brinda importantes oportunidades de mitigación a lo largo de las cadenas globales de la producción (Poore and Nemecek, 2018). En este sentido, el consumo local (kilómetro cero) y de temporada ha sido una reseña publicitaria que ha tratado de simplificar las decisiones de consumo de productos frescos, frutas y verduras en las regiones ricas como forma de reducir su huella medioambiental y su mejorar la salud al reducir el consumo de la carne y productos procesados y favorecer la vertebración del sector agrario local al tiempo que acorta las cadenas globales de alimentos (Aubry and Kebir, 2013). En términos medioambientales, dicha sustitución de importaciones de frutas y verduras por productos doméstica de temporada supondría la reducción de la huella medioambiental, carbono, agua, tierra, etc., si el país que sustituye al producir en temporada utiliza un proceso productivo menos intensivo en energía, requiere un menor transporte internacional y dispone de más recursos naturales (hídricos, tierra, etc.). Sin embargo, si dicha sustitución implica la reducción del consumo e importaciones de frutas y verduras de los países ricos procedentes de países

² Además, ese desarrollo de regiones pobres ha ido acompañado de un uso intensivo de energía fósiles más baratas, que ha sido perjudicial para tanto para la salud de sus ciudadanos (Chen, Y., Ebenstein, A., Greenstone, M., Li, H. (2013) Evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China's Huai River policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences.*, Zhang, Q., Jiang, X., Tong, D., Davis, S.J., Zhao, H., Geng, G., Feng, T., Zheng, B., Lu, Z., Streets, D.G., Ni, R., Brauer, M., van Donkelaar, A., Martin, R.V., Huo, H., Liu, Z., Pan, D., Kan, H., Yan, Y., Lin, J., He, K., Guan, D. (2017) Transboundary health impacts of transported global air pollution and international trade. *Nature* 543, 705-709.) como para la de los países ricos (Lin, J., Pan, D., Davis, S.J., Zhang, Q., He, K., Wang, C., Streets, D.G., Wuebbles, D.J., Guan, D. (2014) China's international trade and air pollution in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences.*) y también ha afectado negativamente al cambio climático al aumentar el volumen de emisiones (López, L.A., Arce, G., Kronenberg, T., Rodrigues, J.F.D. (2018) Trade from resource-rich countries avoids the existence of a global pollution haven hypothesis. *Journal of Cleaner Production* 175, 599-611.).

pobres, al mismo tiempo, puede comprometer el desarrollo económico y social de unos países cuya renta y empleo agraria es aún una parte muy importante de su economía.

El objetivo de este trabajo es identificar el impacto que en términos de huella de empleo y medioambiental (CO₂ y agua escasa) tendría la sustitución de importaciones de frutas y verduras, de temporada y de no temporada, por otros productos alternativos que son producidos localmente en la economía española (sustituir piñas de Costa Rica en diciembre por naranjas Españolas). Ello, nos permite identificar aquellos meses y regiones/productos en lo que la sustitución de importaciones reducen la huella de carbono y/o agua escasa a escala global y, sin embargo, al mismo tiempo supondría un menor huella de empleo neta por la destrucción de una gran cantidad de empleo en los países pobres de donde proceden las importaciones. Aunque en otras ocasiones, la sustitución puede suponer una mayor huella medioambiental, como se comprueba en Tobarra et al. (2018), ya que los productos importados pueden estar en temporada en los países de procedencia, usar una tecnología menos contaminadora y, además, pueden ser mayores los recursos disponibles. Y puede suceder que la sustitución por los consumidores suponga una estrategia doblemente negativa, ya que suponga un aumento de la huella medioambientalmente y, al mismo, tiempo una reducción de la huella de empleo neta en el planeta.

En este trabajo se desarrolla un modelo multi-regional input-output (MRIO) ampliado para incorporar el consumo final de frutas y verduras de temporada y de no temporada. En concreto, utilizamos el concepto de balanza evitada de huella a través de importaciones, desarrollada previamente en Tobarra et al. (2018), para comparar el impacto en términos de emisiones de CO₂, agua y empleo entre los productos importados y domésticos consumidos mensualmente. Dicho modelo, tiene la ventaja, frente a otras metodologías, que permite aislar los impactos en toda la cadena global de la producción y, con ello, aislar el impacto que cambios en el consumo de frutas y verduras de los países ricos tiene sobre los países del que proceden sus importaciones y, en especial, sobre los países pobres. Para ello, se combina la información input-output procedente de EXIOBASE, con datos mensuales de comercio procedente de las Estadísticas de Comercio Exterior (DATACOMEX) y los calendarios de consumo de temporada de frutas y verduras suministrados por el Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación de España.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los modelos MRIO con extensiones medioambientales han sido usado para evaluar el impacto del comercio internacional en distintos factores de producción (Miller and Blair, 2009): CO₂ (Davis et al., 2011) or (López et al., 2015), agua (Cazcarro et al., 2016), materiales (Wiedmann et al., 2013), energía (Arto et al., 2016), nitrógeno (Oita et al., 2016), etc. La expresión habitual usada por esos modelos para una economía con r regiones in el periodo de tiempo t , normalmente un año, es la siguiente:

$$F = \hat{f}(I - A)^{-1}\hat{y} = \hat{f}L\hat{y} = P\hat{y} \quad (1)$$

Donde F muestra el impacto medioambiental incorporado en la producción de la economía mundial; \hat{f} es la matriz diagonal de coeficientes medioambientales; A es la matriz de coeficientes técnicos, que se descompone en A^{rr} , la matriz de coeficientes técnicos doméstico del país r y A^{rs} la matriz de coeficientes técnicos importados del país r procedentes del país s . La matriz diagonal de la demanda final \hat{y} , incluye el vector diagonalizado de demanda doméstica \hat{y}^{rr} y \hat{y}^{rs} el vector diagonalizado de importaciones del país r procedente del país s . Siendo I la matriz identidad, la matriz inversa de Leontief es $L = (I - A)^{-1}$, la cual se puede descomponer entre L^{rs} , la matriz inversa doméstica del país r y L^{rs} la matriz inversa importada del país r procedente del país s . Adicionalmente, se define la matriz P de multiplicadores ambientales, donde P^{rs} muestra el contenido de factor total, directo e indirecto, del país r incorporado en una unidad de demanda final del país s (o en para el mismo país P^{rr}).

Para una economía global agregada en dos regiones (r, s) y dos sectores de actividad (i, j), la expresión sería la siguiente (2):

$$F = \begin{pmatrix} f_i^r & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f_j^r & 0 & 0 \\ 0 & 0 & f_i^s & 0 \\ 0 & 0 & 0 & f_j^s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L_{ii}^{rr} & L_{ij}^{rr} & L_{ii}^{rs} & L_{ij}^{rs} \\ L_{ji}^{rr} & L_{jj}^{rr} & L_{ji}^{rs} & L_{jj}^{rs} \\ L_{ii}^{sr} & L_{ij}^{sr} & L_{ii}^{ss} & L_{ij}^{ss} \\ L_{ji}^{sr} & L_{jj}^{sr} & L_{ji}^{ss} & L_{jj}^{ss} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_i^{rr} & 0 & y_i^{rs} & 0 \\ 0 & y_j^{rr} & 0 & y_j^{rs} \\ y_i^{sr} & 0 & y_i^{ss} & 0 \\ 0 & y_j^{sr} & 0 & y_j^{ss} \end{pmatrix} \quad (2)$$

La literatura input-output ha permitido incorporar a través del concepto huellas ambientales los impactos que sobre toda la cadena global de la producción tienen las diferentes dietas. Así, (Tukker et al., 2010; Tukker et al., 2011) encuentran una potencial reducción del 9% en las emisiones de CO₂ equivalentes cuando la población cambia a una dieta vegetariana, mientras que (Pairotti et al., 2015) y (Cazcarro et al., 2012) muestran una potencial reducción del 12,7% en CO₂-e y del 9% para huella de agua, respectivamente, por cambios hacia dietas más sanas. (Behrens et al., 2017) encuentran que las dietas recomendadas en los países más ricos frente a las dietas habitualmente consumidas llevan asociadas unas reducción en gases efectos invernadero, eutrofización y uso de tierra de 13% al 24%, del 9,8 A 21.3% y del 5,7 al 17,6%, respectivamente.

MRIO con demanda final de temporada

Desarrollar un MRIO con demanda final de temporada requiere tener información sobre la demanda final de temporada de frutas y verduras para cada país, región y, sobre todo por hemisferio. En cada temporada una región importará y exportará una diferente

cantidad de productos agrícolas dependiendo de su producción de frutas y verduras y de su patrón de consumo habitual de productos agrarios frescos.

Bajo el supuesto de que se dispone sólo de información por temporada de la demanda final de productos agrarios, no de la técnica de contaminación y producción por temporada, y siguiendo el modelo de Tobarra et al. (2018), la huella de carbono de la región r en la temporada z viene dada por la siguiente expresión:

$$F_z^r = \hat{f}[I - A]^{-1}\hat{y}_z^1 \quad (3)$$

Para cada temporada z el producto i tiene un consumo doméstico representado por el vector diagonalizado (\hat{y}_{iz}^{rr}), exportado (\hat{y}_{iz}^{rs}) e importado (\hat{y}_{iz}^{sr}), matrices cuyos valores son todo ceros menos el valor de la diagonal que recoge la demanda por temporada. La suma de la demanda de todas las temporadas reporta el valor provisto por un modelo MRIO anual convencional. Por ejemplo, para el consumo doméstico $y_i^{rr} = \sum_{z=1}^{12} y_{iz}^{rr}$ (considerando 12 temporadas, una por cada uno de los meses para los que se consumen los productos agrarios) y de forma análoga para el restos de demanda final.

Balanza de huella evitada a través de importaciones (SAFM)

Definimos la balanza evitada de huella por importaciones (SAFM) para una región r como el impacto en términos de contenido de factor (emisiones, agua, empleo, etc.) debido a la sustitución de productos agrícola importados por unidad de tiempo (mes o temporada) por productos domésticos producidos en la región r . La expresión de la balanza evitada de huella por importaciones ($SAFM_{iz}^r$) de la región r por el comercio con la región s en el mes o temporada z y para el sector i viene dada por la expresión siguiente:

$$SAFM_{iz}^r = \hat{f}_z [I - A]^{-1}\hat{y}_{iz}^{sr} - \hat{f}_z [I - A]^{-1}\hat{y}_{iz}^{*sr} \quad (4a)$$

$$SAFM_z^r = \begin{pmatrix} f_i^r & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f_j^r & 0 & 0 \\ 0 & 0 & f_i^s & 0 \\ 0 & 0 & 0 & f_j^s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L_{ii}^{rr} & L_{ij}^{rr} & L_{ii}^{rs} & L_{ij}^{rs} \\ L_{ji}^{rr} & L_{jj}^{rr} & L_{ji}^{rs} & L_{jj}^{rs} \\ L_{ii}^{sr} & L_{ij}^{sr} & L_{ii}^{ss} & L_{ij}^{ss} \\ L_{ji}^{sr} & L_{jj}^{sr} & L_{ji}^{ss} & L_{jj}^{ss} \end{pmatrix} \left[\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ y_{iz}^{sr} & 0 \\ 0 & y_{jz}^{sr} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} y_{iz}^{sr} & 0 \\ 0 & y_{jz}^{sr} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \right] \quad (4b)$$

Donde \hat{y}_{iz}^{sr} son las exportaciones de la región s a r (importaciones de r de s), el vector \hat{y}_{iz}^{*sr} se define como el vector diagonalizado de importaciones evitadas del sector i en la temporada z y cuantifica los productos agrícolas importados de la región s que se sustituidos por producción doméstica en la región r . Un signo positivo de la balanza SAFM indica que la producción de frutas y verduras importadas utiliza una mayor cantidad de factores de producción que los productos domésticos a los que sustituye y, por tanto, la sustitución por la producción doméstica es más eficiente en términos

medioambientales. Por el contrario, un signo negativo de SAFM implica que el contenido de factor de las importaciones es menor que el requerido en la producción de los productos agrarios a los que sustituyen. En este caso, un cambio de dieta por el consumo local de esa temporada aumenta las emisiones o la cantidad de recursos requeridos, ya que las importaciones son más eficientes o usa una menor cantidad de recursos.

El supuesto de información limitada utilizado en las expresiones (3) y (4) implica que se considera que tanto para los coeficientes técnicos como para el contenido de factor utilizado se usa la media anual y no el dato temporalizado, por lo que se excluye el impacto que tendría los datos temporalizados de producción en las balanzas de emisiones (tanto A y f se consideran el mismo para las distintas temporadas). Por ello, los cálculos realizados son una primera aproximación empírica al cálculo de dichas balanzas. Ello implica, que estamos considerando los cambios en el origen (importaciones) y destino (exportaciones) del comercio de productos agrarios. En este sentido, estamos aislando el “efecto país” del consumo de temporada: en la medida que cada mes importamos un mix de productos distintos y que estos proceden de distintos países de origen el resultado es que el consumo de cada temporada lleva implícito una diferente estructura productiva media y una distinta intensidad de contenido de factor medio. Sin embargo, la bondad de la balanza propuesta es que para cada temporada nos reporta información que nos permite identificar en qué periodos existe un déficit o un superávit en la balanza y que productos y países genera esos saldos, para que a partir de ahí se puedan tomar decisiones de mitigación por temporada. En la balanza anual dicha información queda compensada y no se puede utilizar.

La expresión (4) permite calcular el contenido de factor total asociado al comercio internacional de frutas y verduras de temporada, pero debido que el sector agrario es más intensivo en empleo en muchas regiones del planeta, es importante calcular cuál es el contenido de factor, especialmente el empleo directamente generado por el sector frente al empleo indirecto. La expresión que permitiría calcular el empleo directo asociado a la SFAM sería:

$$dSAFM_{iz}^r = \hat{f}_z \hat{y}_{iz}^{sr} - \hat{f}_z \hat{y}_{iz}^{*sr} \quad (5)$$

A partir de la expresión (5), el contenido de factor, por ejemplo, el empleo indirecto generado a lo largo de toda la cadena global de la producción vendría dado por la diferencia entre la expresión (4) y la expresión (5).

La sustitución de importaciones que recoge la SAFM supone que estamos sustituyendo el valor de las importaciones por un mismo valor de producción doméstica, lo que garantiza que mantenemos el poder adquisitivo de los consumidores españoles. En la práctica la sustitución implica que los consumidores consumen una menor cantidad de frutas y verduras, ya que el precio medio de las importaciones es menor que el de la producción doméstica y los consumidores con un mismo gasto pueden comprar una menor cantidad de productos domésticos. Sin embargo, existen otras posibilidades, que son sustituir las cantidades consumidas o sustituir en función de las calorías incorporadas.

Fuentes de datos

Los datos de comercio, importaciones y exportaciones de productos agrícolas provienen de Estadísticas de Comercio Exterior (DATACOMEX), que suministra información detallada en peso, valor, por país de origen y de destino y para los distintos meses del año. El trabajo focaliza en el consumo de frutas y verduras frescas y esa información está detallada para un alto nivel de desagregación (8 dígitos), de tal manera que se puede identificar los productos frescos consumidos por los hogares. Inicialmente se ha clasificado las frutas y verduras frescas en función de la clasificación empleada por Broad Economic Categories (BEC), que permite diferenciar entre productos consumidos por los hogares de aquellos productos que se usan como bienes intermedios. Después se ha diferenciado entre productos secos, congelados y temporalmente preservados. Finalmente, siguiendo la información suministrado por el Ministerio de Agricultura español se han usado los calendarios mensuales que publica y que permiten identificar las frutas y verduras que están en temporada en la economía española.

3. PRINCIPALES RESULTADOS

3.1 Balanza evitada de huella de empleo

La balanza evitada de huella de empleo española amuestra un importante valor positivo tanto para los productos de temporada como para los de no temporada. Lo que significa, que las importaciones de frutas y verduras suponen un incremento neto de empleo al sustituir una producción doméstica alternativa. Lo que se explica por la alta productividad del trabajo del sector agrario española, ya que sólo 13 países disponen de una mayor productividad, en su mayoría de la UE y los restantes 34 países o regiones son menos productivas (Tabla 1).

La alta productividad del trabajo del sector agrario española lleva a que el comercio internacional genere un incremento neto de empleo, de 106.489 trabajadores en la SAFM de frutas de temporada, 155.362 trabajadores en frutas de fuera de temporada, 322.389 en verduras en temporada y 35.201 en verduras de no temporada. Los incrementos de empleo están concentrados en las regiones de Resto de Latinoamérica y Resto de África, regiones con coeficientes de empleo total mucho más elevados (3,582 miles de trabajadores/millón € para el Resto de África, 0,306 miles de trabajadores/millón € para el Resto de Latinoamérica, comparado con 0,043 para España) y con alto volumen de importaciones de productos agrarios. La diferencia en coeficientes conduce a un signo negativo para cada mes y para la mayoría de las regiones, solo para el comercio con ciertos países las importaciones suponen una destrucción neta de empleo, como son para Francia, Bélgica y Reino Unido, pero el valor máximo es sólo de -1.893 personas para las importaciones anuales de vegetales in temporada. Nuestros resultados muestran que la sustitución de todas las importaciones españolas por producción doméstica daría lugar a la generación de 23.000 empleos en la economía española, pero, sin embargo, destruiría 698.357 puestos de trabajo en el resto del mundo y, sobre todo, en las regiones más pobres del planeta.

Tabla 1. Balanza evitada de huella de empleo para frutas y verduras in 2011.

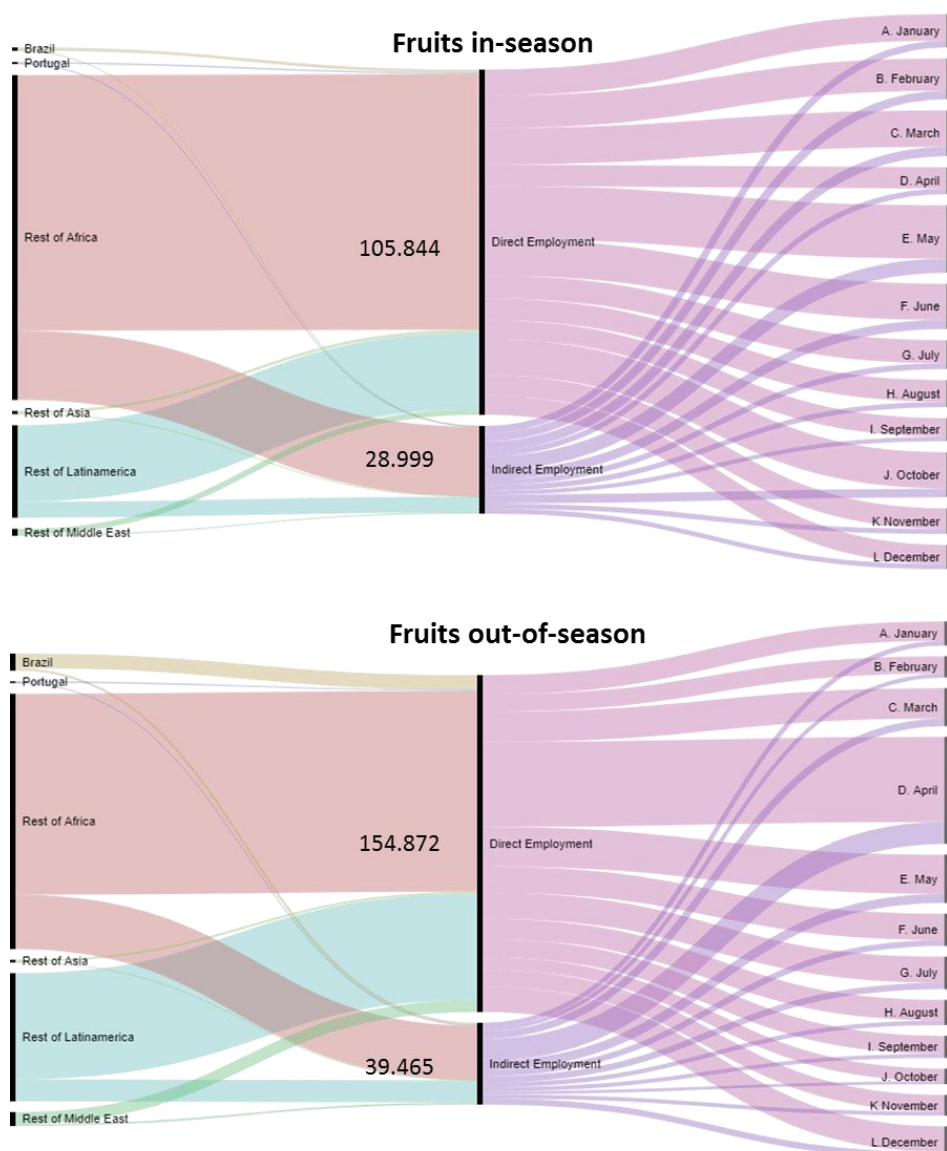
	Coeficiente de empleo (1000 personas /Millones €)		Balanza de empleo evitado por importaciones			
	Total	Directo	Frutas de temporada	Frutas de no temporada	Verduras de temporada	Verduras no temporada
Austria	0.0500	0.0351	2	2	4	0
Belgium	0.0320	0.0085	-275	-232	-320	-91
Bulgaria	0.0136	0.0048	-1	-8	-9	-2
Cyprus	0.0483	0.0186	0	0	-6	2
Czech Republic	0.0544	0.0238	0	1	-2	0
Germany	0.0433	0.0304	3	5	15	1
Denmark	0.0241	0.0120	-2	-14	-16	-4
Estonia	0.0412	0.0228	0	0	0	0
Spain	0.0430	0.0266	0	0	0	0
Finland	0.0231	0.0127	0	0	0	0
France	0.0411	0.0127	-124	-87	-1893	-223
Greece	0.0575	0.0300	34	18	0	1
Hungary	0.0878	0.0500	1	4	19	35
Ireland	0.0227	0.0167	0	0	0	-2
Italy	0.0481	0.0245	355	199	-14	11
Lithuania	0.1280	0.0782	0	1	12	0
Luxembourg	0.0583	0.0265	0	0	0	0
Latvia	0.0267	0.0026	0	0	0	0
Malta	0.0220	0.0167	0	0	0	-1
Netherlands	0.0505	0.0060	48	182	-497	104
Poland	0.0665	0.0426	9	26	14	2
Portugal	0.0745	0.0503	619	746	607	271
Romania	0.2611	0.1816	17	5	22	11
Sweden	0.0238	0.0132	0	-1	-9	-134
Slovenia	0.0721	0.0547	0	0	0	12
Slovakia	0.0198	0.0037	0	0	0	-27
United Kingdom	0.0212	0.0087	-173	-69	-308	-235
United States	0.0259	0.0134	-4	-38	-13	-9
Japan	0.0739	0.0503	4	1	0	0

China	0.8490	0.7866	611	1217	4757	3881
Canada	0.0497	0.0223	0	3	0	0
Korea, Republic of	0.0822	0.0659	0	0	12	0
Brazil	0.1839	0.1471	1085	7703	18	28
India	1.4091	1.3397	0	459	125	0
Mexico	0.1462	0.1368	401	243	161	24
Russian Federation	0.0891	0.0551	0	9	2	0
Australia	0.0321	0.0120	0	0	-47	0
Switzerland	0.0388	0.0210	0	0	0	0
Turkey	0.0659	0.0559	3	5	6	0
Taiwan, Province of China	0.1176	0.0868	0	0	0	0
Norway	0.0235	0.0119	0	0	0	0
Indonesia	0.7770	0.7147	0	119	0	0
South Africa	0.1784	0.1391	371	2816	4	1
Rest of Asia	1.9639	1.6753	979	1127	207	254
Rest of Latinamerica	0.3068	0.2453	28594	58023	6994	9552
Rest of Europe	0.2014	0.1198	86	319	10	83
Rest of Africa	3.5823	2.8110	100518	115603	311951	32368
Rest of Middle East	0.2282	0.1834	2179	6317	584	13
Total			135339	194700	322389	45929

Nota: Los países que tienen coeficientes técnicos de empleo mayores al de la economía española están resaltados en color rojo. Los signos negativos de la SAFM implican una destrucción neta de empleo por las importaciones de frutas (en verde) y verduras y los signos positivos (en rojo) una creación neta de empleo por las importaciones.

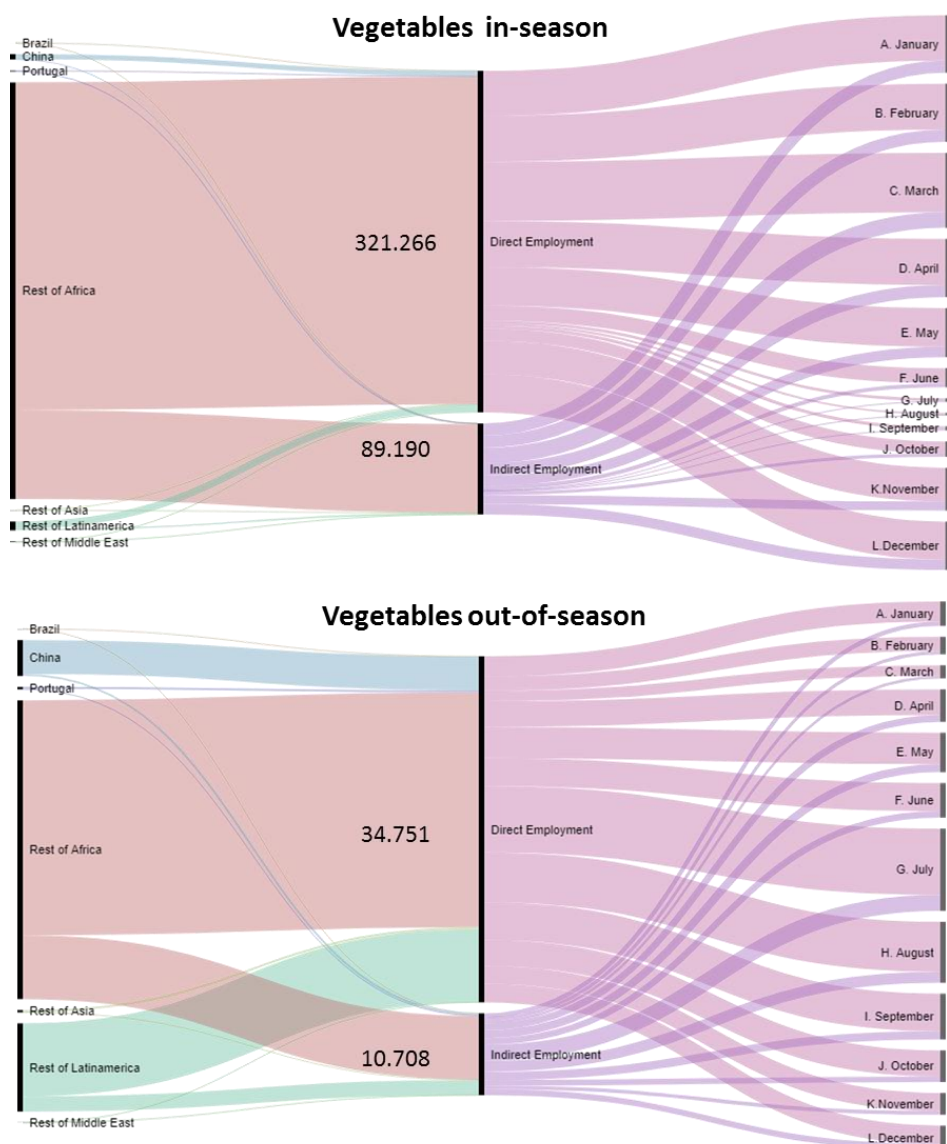
Al diferenciar entre empleo directo del sector agrario y empleo indirecto incorporado en toda la cadena global de la producción se obtiene que el empleo directo explica más del 70% de las diferencias de SAFM, ya que las diferencias entre coeficientes laborales directos de la agricultura española respecto a países del Resto África y del Resto de Latinoamérica son más importantes que la de los multiplicadores totales (Figura 1). Una intensidad de empleo asociado a una falta de mecanización en dichas regiones del planeta y un sector agrario que supone el sustento obligado de una población que no tiene otras alternativas de supervivencia (FAO, 2018 mapa del hambre). En relación a las frutas de temporada y no temporada, los empleos adicionalmente generados por las importaciones son similares para ambos tipos de productos y las importaciones están distribuidas de forma equitativa por meses (con alguna excepción como es abril en frutas fuera de temporada) y por procedencia (el resto de África explica el 63% y Resto de Latinoamérica el 24%).

Figura 1. SAFM de frutas positiva para el empleo directo e indirecto en 2011, principales países



En relación a los vegetales, los empleos generados adicionalmente por las importaciones están muy concentrados en verduras de temporada y si se sustituyeran por producción doméstica daría lugar a una reducción de 400.000 empleos netos, en su mayoría se producirían en el Resto de África (más del 96%), y son mucho menos importantes en los meses de verano (de junio a septiembre) al ser mayor la producción en la agricultura española y más importantes en los meses de invierno (Figura 2). Sin embargo, el menor volumen de las importaciones de fuera de temporada genera mucho menos empleo en el extranjero, están concentradas en los meses de verano y en este caso no sólo Resto of África, sino también en el Resto de Latinoamérica (68%) tiene importancia en la creación neta de empleo (16%).

Figura 2. SAFM de verduras positiva para el empleo directo e indirecto en 2011, principales países



El empleo generado en países en desarrollo y desarrollado no es equivalente en términos de condiciones laborales y salariales, ni tampoco en términos de distintos riesgo social, y habría que tenerlo en cuenta a la hora de valorar la posibilidad de sustitución de unos trabajadores por otros. Una parte importante del riesgo social asociado a las exportaciones que hacen los países en desarrollo a los países en desarrollo está concentrado en la agricultura (Xiao et al., 2017): por ejemplo, Marrueco exporta tomates y molusco que son productos donde hay una alta desigualdad de género. Otros países y productos con alto riesgo social son: arroz de la india, frutos secos de Paquistán, pescado y azúcar de Yemen o tomates y azúcar de Siria.

3.2 Desacoplamiento social, económico y medioambiental

El análisis conjunto en términos monetarios y físicos es útil para el alcance real del impacto que tendría los cambios en los patrones de consumo de los hogares. En relación al total de importaciones de frutas y verduras de la economía española se observa una desconexión entre los impactos en términos monetarios, sociales y medioambientales en función de si son frutas o verduras y si están o no en temporada.

Las importaciones de frutas, de temporada y no temporada, representan el 60% del total de importaciones, sólo el 47% del empleo neto generado y, sin embargo, el 86% de las emisiones de CO₂ netas generadas vía comercio internacional en todo el año 2011. Por lado contrario, las importaciones de verduras, de temporada y no temporada, representan el 40% de las importaciones, un 53% del empleo neto generado en el extranjero y sólo un 14% del aumento de emisiones netas por importaciones. Es decir, mientras que la intensidad de empleo es sólo ligeramente menor en frutas importadas por la economía española que en verduras importadas, sin embargo, las frutas importadas son mucho más intensivas en carbono que las verduras importadas. En concreto, las frutas de no temporada son las que representan el 64% del aumento de emisiones de CO₂ por importaciones, al tiempo de que sólo el 35x% del valor del as importaciones, y sobre ellas hay que centrar la atención si se pretende minorar los efectos negativos del comercio.

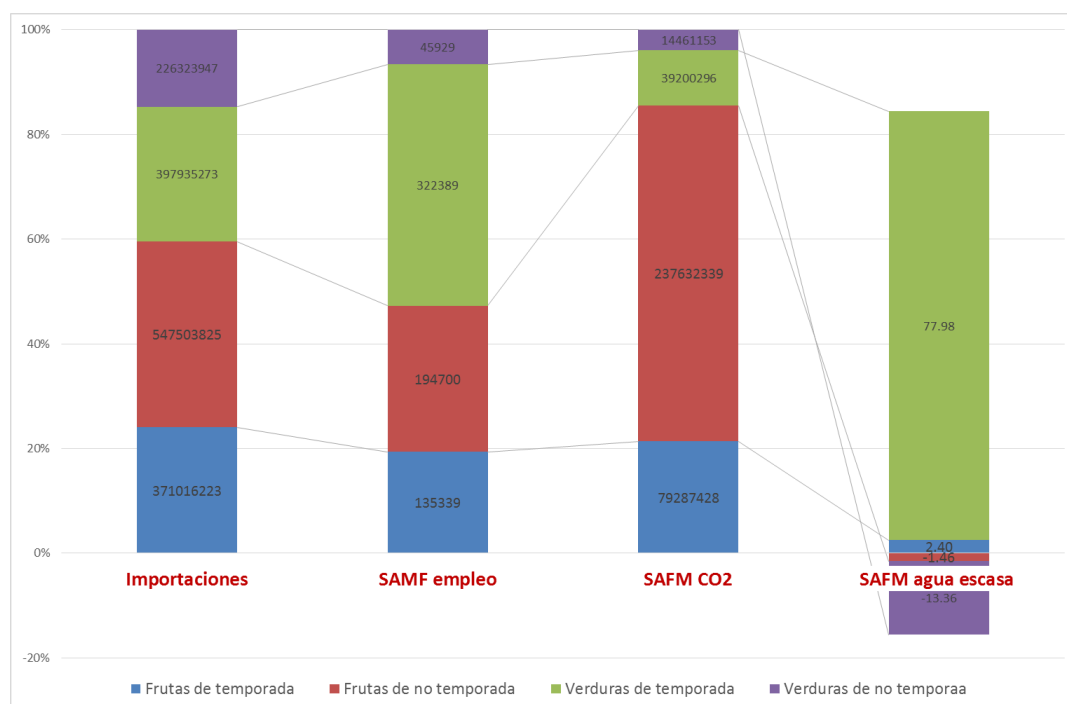
En términos de agua, la distinción significativa se produce entre si son bienes de temporada o no temporada y no entre frutas y verduras. Las importaciones de productos de temporada dan lugar a un aumento significativo de agua, principalmente en las importaciones de verduras (77.98 m³), mostrando la eficiencia del sector agrario español a la hora de producción bienes en temporada. Sin embargo, las importaciones de bienes de no temporada dan lugar a un ahorro neto agua escasa, sobre todo de nuevo para las verduras (-13.36 m³) y en menor medida para las frutas (-1.46 m³). En este caso, la menor eficiencia relativa de la agricultura española al producir frutas y verduras de no temporada da lugar a que las importaciones reducir el impacto en términos de agua asociado a su consumo.

Tabla 2. Importaciones y distintas SAFM para frutas y verduras, 2011

		Importaciones (euros)		SAFM CO ₂ (kCO ₂)		SAFM agua Escasa (m ³)		SAFM empleo (personas)	
Temporada	Frutas	371.016.2 23	48 %	79.287.42 8	67 %	2.40	3%	135.33 9	30 %
	Verduras	397.935.2 73	52 %	39.200.29 6	33 %	77.98	97 %	322.38 9	70 %
No temporada	Frutas	547.503.8 25	71 %	23.7632.3 39	94 %	-1.46	10 %	194.70 0	81 %
	Verduras	226.323.9 47	29 %	14.461.15 3	6%	- 13.36	90 %	45.929	19 %

Fuente: Elaboración propia.

Figure 3. Importaciones, SAFM de empleo, CO₂e y agua escasa, 2011



Fuente: Elaboración propia.

En relación a las importaciones de África, las más importantes en volumen son los vegetales en temporada, al proceder estas de un norte de África que mantiene la misma temporada que la península ibérica. Sin embargo, el problema que generan estas importaciones es que requiere la mayor cantidad de agua escasa y que, además, supone la creación de la mayor del empleo a través de las importaciones. Por otro lado, en relación a las importaciones de Sudamérica, las más importantes en cantidad son las frutas fuera de temporada en España, dando lugar a un gran aumento de emisiones de CO₂, aunque sin embargo, un relativo ahorro en el uso de agua escasa y un aumento del empleo neto escaso. En relación a Francia, las importaciones son sobre todo de verduras, en temporada y después seguidas de no temporada, y sus importaciones suponen un importante ahorro de CO₂ y de agua escasa y dan lugar a una destrucción neta de empleo.

3.2.1 Hotspots de frutas por países

El objetivo de esta sección es la identificar si existen países para los cuales la SAFM presenta un hotspot positivo (o negativo) en términos de emisiones, agua y empleo y, con ello, el comercio es muy perjudicial, y, al mismo tiempo, representa una pequeña parte (o grande) del total de las importaciones, y, con ello, sería muy beneficioso modificar (o mantener) esa relación comercial.

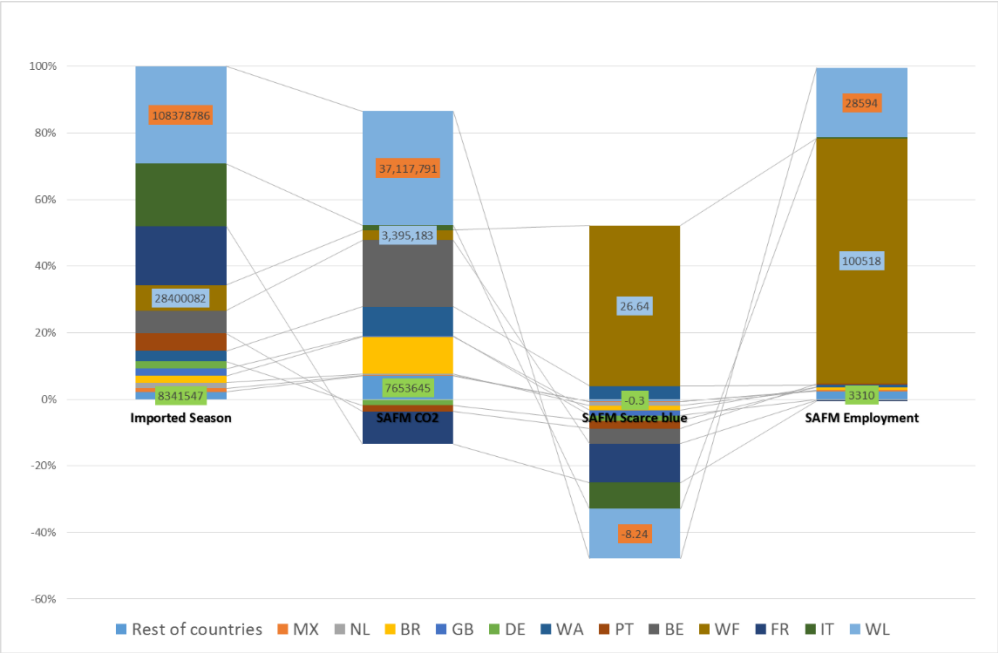
Cuando la balanza de empleo se añade al análisis la decisión de la sustitución de frutas domésticas por importadas se complica, ya que la sostenibilidad medioambiental no va de la mano con la sostenibilidad social (Figura 4 y 5). La agricultura de los países en desarrollo es mucha más intensiva en trabajo que la economía española y, por tanto, la sustitución de importaciones procedentes de estos países supondría una reducción de empleo neto.

El caso más claro es el de Resto de África, ya que la eliminación de las importaciones supone una escasa reducción del total de importaciones de frutas y verduras, pero supondría un ahorro significativo de agua escasa y una destrucción de más de 300.000 puestos de trabajo en dichos países. En el caso de la balanza de agua escasa de frutas de temporada, las importaciones del resto de África (WF) suponen el 7,7% de las importaciones y alcanza a representar el 92,4% del total de incremento de la balanza evitada de agua escasa, sin embargo, sólo representa un 4,3% del incremento de CO₂e. El 44% de las importaciones de África procede de Marruecos (melones, sandía, papayas, uva, dátiles y piñas), el 15% de Camerún (bananas) y el 14% (melones, sandías y papayas). La sustitución de las importaciones procedentes del Resto África supone un fuerte conflicto de objetivos entre favorecer la sostenibilidad ambiental del planeta (reducir el consumo de agua) y la sostenibilidad social y económica de las regiones en desarrollo, por la gran destrucción de empleo que generan.

En la región el Resto de Latinoamérica el conflicto se produce entre el aumento de las emisiones de CO₂ y la reducción significativa en empleo, pero no con el agua al disponer la región de unos significativos recursos. En este caso, para las frutas de temporada y no temporada, destacan sobre todo la región de Latina América y Brasil, ya que importamos una gran cantidad de bienes y, al mismo tiempo, suponen un importante aumento neto de emisiones en la SAFM. En concreto para las importaciones de Brasil de frutas no temporada ((melones, sandía, papayas) suponen un 10% del total y, sin embargo, su SAFM de emisiones de CO₂ representa el 35,9% del total. En frutas de temporada, se puede destacar también las importaciones procedentes de Bélgica (manzanas, peras y membrillos), ya que sus importaciones son el 6,8% y dan lugar a un aumento de la SAFM de un 27% del total.

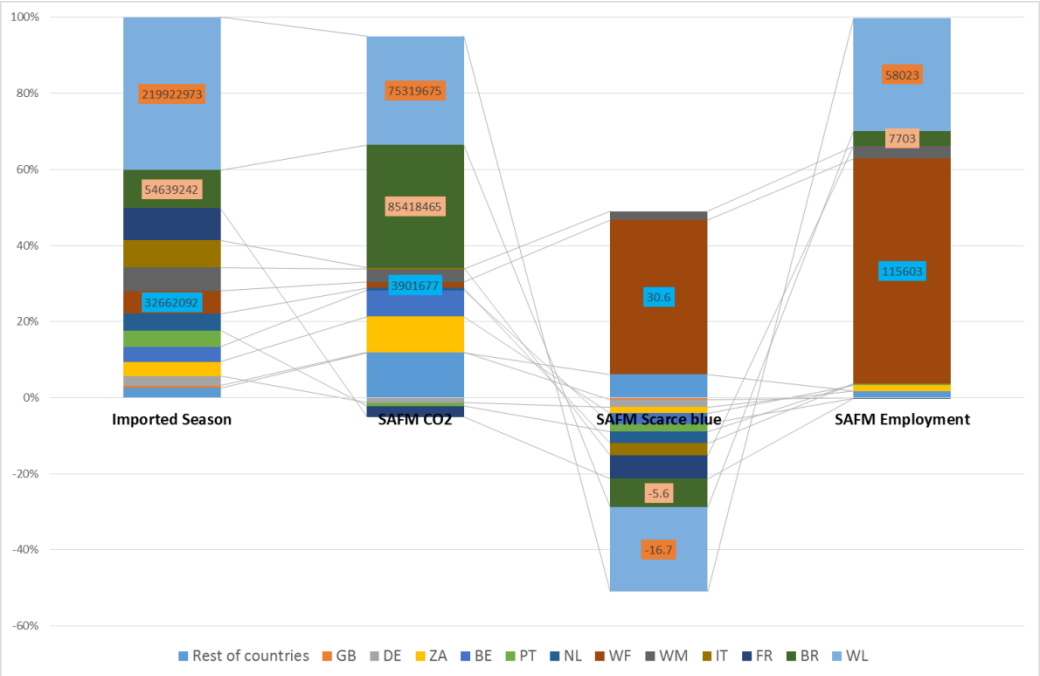
En relación a la sustitución de importaciones procedentes de Francia y Portugal (y otros países similares de la UE) por fruta y verduras producidas en España, el efecto sería negativo medioambientalmente, ya que aumentaría las emisiones y el agua escasa utilizada, pero, sin embargo, en términos de empleo el aumento del empleo neto generado habría de considerarlo como un elemento de sostenibilidad local. Más aún, si tenemos en cuenta que las diferencias son mucho menos significativas que las observadas cuando lo comparamos con países de África y Sudamérica.

Figura 4. Importaciones, SAMF de CO₂e, agua escasa y empleo de frutas de temporada en 2011, países seleccionados



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Importaciones, SAMF de CO₂e, agua escasa y empleo de frutas de no temporada en 2011, países seleccionados

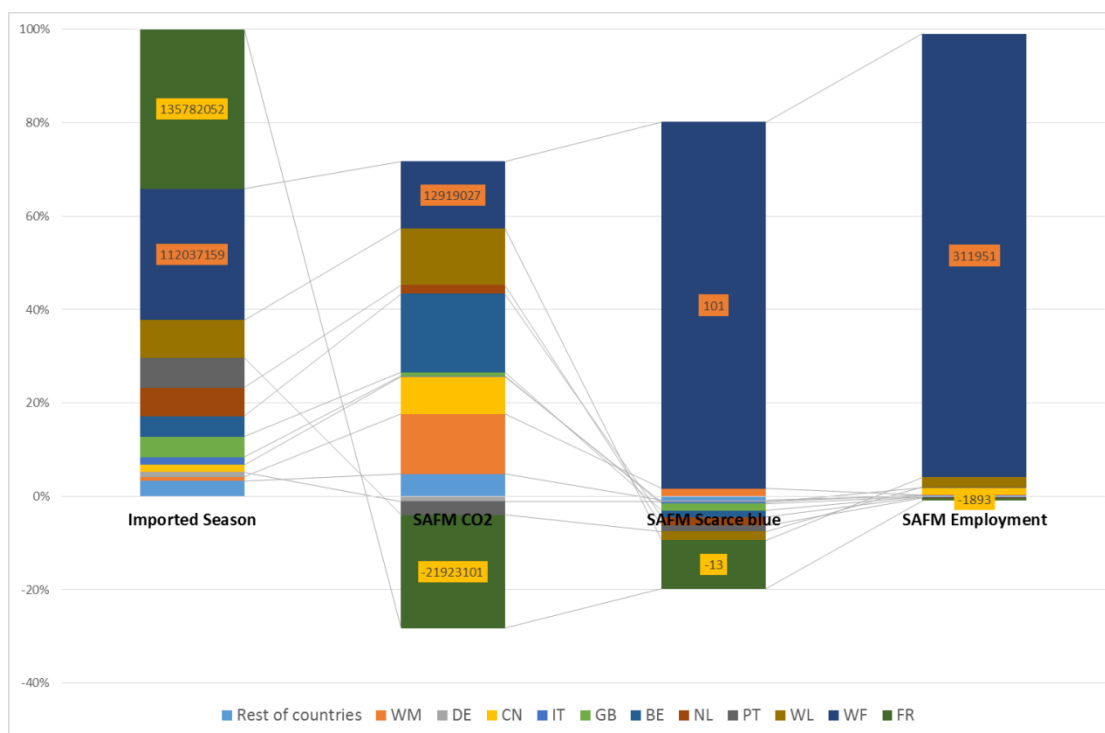


Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Hotspots de verduras por países

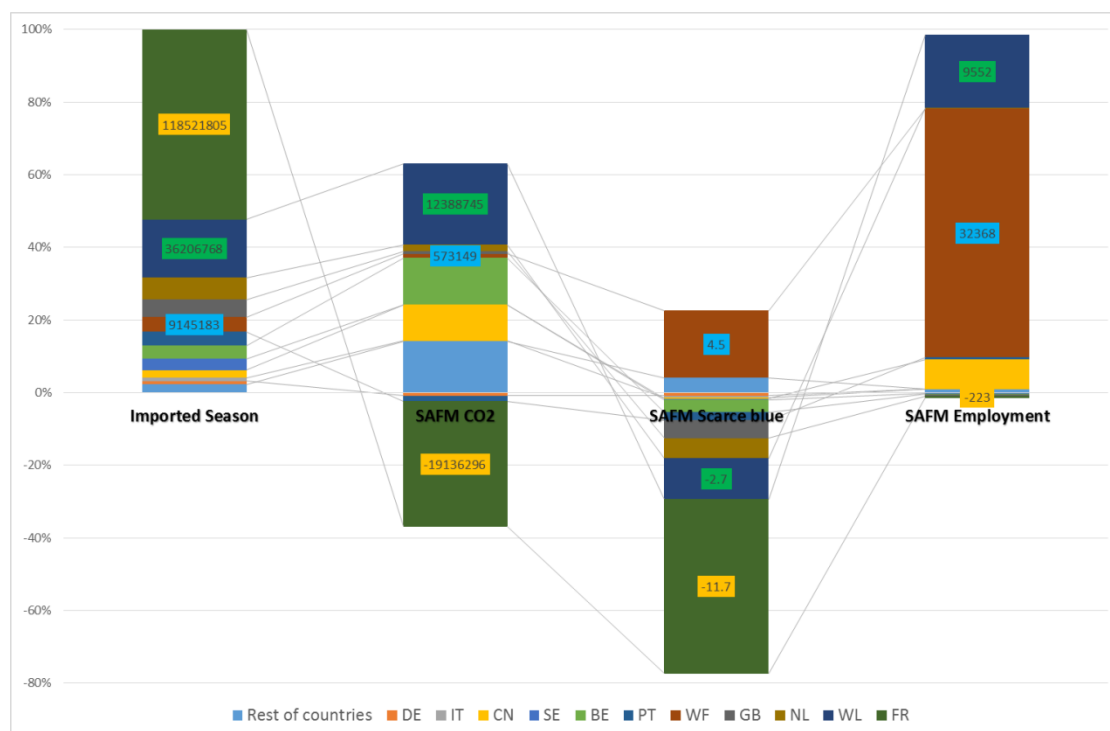
En las verduras de temporada los impactos netos negativos en CO₂ y agua escasa y en empleo son más importantes que en no temporada, conforme las cuantías monetarias son más significativas. Las importaciones del Resto de África, representan un 28% del total, pero supone un aumento de 101 km³ en agua escasa (130% del total), un aumento del 10z% de emisiones y un aumento del empleo neto de 311.951 (96,8%) puestos de trabajo. En términos de emisiones, en Bélgica existe un hotspot negativo, en relación, que la cuantía de las importaciones representa el 4,4% del total y el aumento de emisiones netas supone el 38% del total. En relación a Francia, las importantes importaciones de verduras de temporada dan lugar a significativos ahorros de emisiones y de agua escasa, siendo escaso el impacto sobre el empleo.

Figura 6. Importaciones, SAMF de CO₂e, agua escasa y empleo de verduras de temporada en 2011, países seleccionados



En el comercio de verduras de no temporada y en el caso de agua escasa, las importaciones del Resto de África representan el 4% del total (90% de Marruecos, leguminosas y tomates, y el 7% de Egipto) y suponen un aumento neto de su huella de agua de 4.5 km³ (78,5%) y la generación de 32.368 empleo (70%) (Figura 7). Por otro lado, las importaciones procedentes de Francia mantienen un hotspot positivo, ya que representa un 52% del total y dan lugar a grandes ahorros de emisiones (49%) y también de agua (88% y -11,7 km³), el ahorro neto de empleo generado de sólo 223 trabajadores.

Figura 7. Importaciones, SAMF de CO₂e, agua escasa y empleo de verduras de no temporada en 2011, países seleccionados



4. CONCLUSIONES

El estudio realizado nos permite concluir que las decisiones de consumo local y de temporada de frutas y verduras de los ciudadanos de las regiones ricas de la economía mundial, como es la economía española, pueden dar lugar a un conflicto de objetivos entre el desarrollo económico y social de las regiones pobres del planeta y el impacto ambiental asociado a ese desarrollo. Poniendo de manifiesto la dificultad de transmitir un mensaje claro a los ciudadanos de las regiones ricas que les permite tomar decisiones de consumo que incentiven o favorezcan el cumplimiento de los distintos objetivos de desarrollo sostenible en las regiones pobres del planeta.

El comercio de frutas y verduras de España con países desarrollados genera importantes hotspots medioambientales negativos al ser las importaciones procedentes de los países en desarrollo muchas ocasiones más intensivas en carbono y agua: Resto de África (Marruecos, Camerún, Senegal, Túnez, Costa de Marfil) e términos de agua y Resto de Latinoamérica y Brasil en términos de emisiones de carbono. Lo que nos llevaría a desaconsejar el consumo de estas importaciones que son mucho más intensivos en impactos medioambientales que las frutas y verduras producidas en España. En este caso, la información que habría que transmitir a los consumidores es que esos productos son puntualmente los más perjudiciales para el medioambiente y, por tanto, habría que reducir su consumo.

La introducción de los impactos sobre el empleo **en países en desarrollo** del consumo local y de temporada dificulta la adopción de una recomendación clara que se pueda

transmitir a los consumidores, ya que el consumo local supone una reducción de las importaciones que compromete de forma importante el desarrollo de esas regiones. La alta intensidad de empleo directo del sector agrario en los países en desarrollo, en parte por el subempleo existente, lleva a que la sustitución de las importaciones procedentes de esos países implique grandes destrucciones de empleo. El trade off existente entre mejora neta del medioambiente y destrucción neta de empleo nos lleva a valorar alternativas que permitan conjuntamente reducir esos impactos. La mayoría de los mecanismos de certificación y etiquetas existentes (“comercio justo”, “huella de carbono”, “reciclado”, “no uso de plásticos”, etc.) se centran en identificar de forma separada la adecuación en términos sociales o medioambientales de los productos existentes, los resultados encontrados por este trabajo nos llevan a recomendar la búsqueda de sistemas de certificación que aúnen un adecuado desarrollo social y económico y al mismo tiempo medioambiental.

Desde un punto de vista de la política comercial de España con los países en desarrollo se trataría de establecer acuerdos comerciales con aquellos países con los cuales el comercio supone un gran impacto medioambiental con el objetivo de favorecer la transferencia de tecnología de tecnologías de cultivo que permite un ahorro de agua en esas regiones, de tal forma que reduzca la presión sobre el medioambiente y que permita sostener la economía local. Otras soluciones que supongan incorporar en los precios la externalidades negativas generadas en los países en desarrollo, por ejemplo a través de impuestos en carbono o en agua incorporada, deben de tener en cuenta el menor desarrollo de esos países y la concentración de empleo en el sector agrario. En este sentido, los ingresos generados por esos sistemas de precios deberían retornar a los países de procedencia de las importaciones en forma Mecanismo de Desarrollo de Limpio o como transferencia de tecnología ahorradora de recursos y medioambientalmente menos intensiva en energía.

La medida de huella también puede ser usada como medida útil para evaluar el impacto que los países desarrollados tienen sobre el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio de las regiones más pobres del planeta. El punto de partida sería cuantificar cuál es el porcentaje que el consumo de los países desarrollados estimula sobre el total de empleo, valor añadido, carbono o agua generado por los países en desarrollo. A partir de ahí, la presión sobre el desarrollo de estos países mejoraría no si estas medidas crecen, sino si mejora la calidad del estímulo generado: menor intensidad de carbono y agua asociado a las exportaciones, mayor calidad del empleo o mayor salario por trabajador generado.

Otra forma de evaluar cómo las importaciones de frutas y verduras de países pobres pueden ayudar a la sostenibilidad social de los países pobres, sin socavar el bienestar de los hogares de los países ricos y evitando su sustitución vía elasticidad precio, sería calcular cuánto se podría subir el salario en los países en desarrollo para que las mercancías importadas tengan el mismo precio por unidad producida que las domésticas. En la práctica, realizar este cálculo supondría una sustitución en términos de cantidades y no en términos de valor, como se ha hecho en este trabajo, al garantizar un mismo precio pagado por el consumo doméstico y el importado.

El comercio de frutas y verduras de España con **países desarrollados** también existen ciertos hotspots medioambientales positivos cuyas importaciones permite reducir tanto las emisiones de CO₂ como el agua escasa utilizada: Francia, Portugal, etc. En estos casos, una adecuada certificación medioambiental de los productos importados, indicando la huella de agua y carbono en comparación a los alternativos producidos en España, informaría a los consumidores el carácter beneficioso que tendría dichas importaciones. Sin embargo, en relación al comercio con los países en desarrollo, los impactos sociales, en términos de empleo, son mucho menos extremos y es más importante los efectos medioambientales, sobre todo los de agua frente a los carbono. Por ello, a la hora de dar recomendaciones de consumo los criterios medioambientales de consumo local y de temporada son más indicados que los relativos al empleo relativo o la vertebración del desarrollo local o regional. Y en este caso, es más importante que las importaciones mantengan un certificado ambiental positiva que la información que pueda suministrar una certificación basado en el empleo.

5. BIBLIOGRAFY

- Arto, I., Capellán-Pérez, I., Lago, R., Bueno, G., Bermejo, R. (2016) The energy requirements of a developed world. *Energy for Sustainable Development* 33, 1-13.
- Aubry, C., Kebir, L. (2013) Shortening food supply chains: A means for maintaining agriculture close to urban areas? The case of the French metropolitan area of Paris. *Food Policy* 41, 85-93.
- Behrens, P., Kiefte-de Jong, J.C., Bosker, T., Rodrigues, J.F.D., de Koning, A., Tukker, A. (2017) Evaluating the environmental impacts of dietary recommendations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Berazneva, J., Lee, D.R. (2013) Explaining the African food riots of 2007–2008: An empirical analysis. *Food Policy* 39, 28-39.
- Cazcarro, I., Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J. (2012) Water Flows in the Spanish Economy: Agri-Food Sectors, Trade and Households Diets in an Input-Output Framework. *Environmental Science & Technology* 46, 6530-6538.
- Cazcarro, I., Duarte, R., Sánchez Chóliz, J. (2016) Tracking Water Footprints at the Micro and Meso Scale: An Application to Spanish Tourism by Regions and Municipalities. *Journal of Industrial Ecology* 20, 446-461.
- Chen, Y., Ebenstein, A., Greenstone, M., Li, H. (2013) Evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China's Huai River policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Davis, S.J., Peters, G.P., Caldeira, K. (2011) The supply chain of CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108, 18554-18559.
- He, P., Baiocchi, G., Hubacek, K., Feng, K., Yu, Y. (2018) The environmental impacts of rapidly changing diets and their nutritional quality in China. *Nature Sustainability* 1, 122-127.
- Hoekstra, A.Y., Mekonnen, M.M. (2012) The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 3232-3237.
- Lambin, E.F., Meyfroidt, P. (2011) Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108, 3465-3472.

- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., Foran, B., Lobefaro, L., Geschke, A. (2012) International trade drives biodiversity threats in developing nations. *Nature* 486, 109-112.
- Lin, J., Pan, D., Davis, S.J., Zhang, Q., He, K., Wang, C., Streets, D.G., Wuebbles, D.J., Guan, D. (2014) China's international trade and air pollution in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- López, L.-A., Cadarso, M.-A., Gómez, N., Tobarra, M.-Á. (2015) Food miles, carbon footprint and global value chains for Spanish agriculture: assessing the impact of a carbon border tax. *Journal of Cleaner Production* 103, 423-436.
- López, L.A., Arce, G., Kronenberg, T., Rodrigues, J.F.D. (2018) Trade from resource-rich countries avoids the existence of a global pollution haven hypothesis. *Journal of Cleaner Production* 175, 599-611.
- MacDonald, G.K., Brauman, K.A., Sun, S., Carlson, K.M., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., West, P.C. (2015) Rethinking Agricultural Trade Relationships in an Era of Globalization. *BioScience* 65, 275-289.
- Miller, R.E., Blair, P.D. (2009) *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Newbold, T., Hudson, L.N., Hill, S.L.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A., Börger, L., Bennett, D.J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M.J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M.L.K., Alhousseini, T., Ingram, D.J., Itescu, Y., Kattge, J., Kemp, V., Kirkpatrick, L., Kleyer, M., Correia, D.L.P., Martin, C.D., Meiri, S., Novosolov, M., Pan, Y., Phillips, H.R.P., Purves, D.W., Robinson, A., Simpson, J., Tuck, S.L., Weiher, E., White, H.J., Ewers, R.M., Mace, G.M., Scharlemann, J.P.W., Purvis, A. (2015) Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520, 45.
- Oita, A., Malik, A., Kanemoto, K., Geschke, A., Nishijima, S., Lenzen, M. (2016) Substantial nitrogen pollution embedded in international trade. *Nature Geosci* 9, 111-115.
- Pairotti, M.B., Cerutti, A.K., Martini, F., Vesce, E., Padovan, D., Beltramo, R. (2015) Energy consumption and GHG emission of the Mediterranean diet: A systemic assessment using a hybrid LCA-IO method. *Journal of Cleaner Production* 103, 507-516.
- Poore, J., Nemecek, T. (2018) Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360, 987-992.
- Springmann, M., Godfray, H.C.J., Rayner, M., Scarborough, P. (2016) Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113, 4146-4151.
- Sun, J., Mooney, H., Wu, W., Tang, H., Tong, Y., Xu, Z., Huang, B., Cheng, Y., Yang, X., Wei, D., Zhang, F., Liu, J. (2018) Importing food damages domestic environment: Evidence from global soybean trade. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115, 5415-5419.
- Tilman, D., Clark, M. (2014) Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* 515, 518.
- Tukker, A., Cohen, M.J., Hubacek, K., Mont, O. (2010) The Impacts of household consumption and options for change. *Journal of Industrial Ecology* 14, 13-30.
- Tukker, A., Goldbohm, R.A., de Koning, A., Verheijden, M., Kleijn, R., Wolf, O., Pérez-Domínguez, I., Rueda-Cantuche, J.M. (2011) Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. *Ecological Economics* 70, 1776-1788.
- Weinzettel, J., Hertwich, E.G., Peters, G.P., Steen-Olsen, K., Galli, A. (2014) Affluence drives the global displacement of land use. *Global Environmental Change* 23, 433-438.

- Wiedmann, T., Lenzen, M. (2018) Environmental and social footprints of international trade. *Nature Geoscience* 11, 314-321.
- Wiedmann, T.O., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J., Kanemoto, K. (2013) The material footprint of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Xiao, Y., Norris, C.B., Lenzen, M., Norris, G., Murray, J. (2017) How Social Footprints of Nations Can Assist in Achieving the Sustainable Development Goals. *Ecological Economics* 135, 55-65.
- Zhang, Q., Jiang, X., Tong, D., Davis, S.J., Zhao, H., Geng, G., Feng, T., Zheng, B., Lu, Z., Streets, D.G., Ni, R., Brauer, M., van Donkelaar, A., Martin, R.V., Huo, H., Liu, Z., Pan, D., Kan, H., Yan, Y., Lin, J., He, K., Guan, D. (2017) Transboundary health impacts of transported global air pollution and international trade. *Nature* 543, 705-709.