

PLENARIA 2

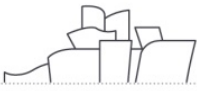
Energía, cambio tecnológico e impacto ambiental: una historia económica

El impacto del comercio internacional en el uso de tierra y energía (España, 1860-2010).

INFANTE AMATE, Juan
Universidad de Granada
jinfama@ugr.es

Abstract:

El surgimiento del comercio internacional permitió desacoplar espacialmente las actividades de producción y consumo, esto es, acceder a recursos naturales no producidos domésticamente. Ese acceso no solo tuvo lugar a través del comercio directo entre países, sino también de manera indirecta en los recursos 'ocultos' o 'incorporados' en los productos comerciados. Si importamos metales estamos accediendo indirectamente a la energía necesaria para su producción. Igualmente, cuando cuando importamos grano accedemos virtualmente a la tierra necesaria para ser producida, aunque esa tierra y aquella energía no lleguen físicamente al país importador. Al considerar estos flujos obtenemos una estimación más completa del impacto del comercio internacional en el acceso al uso de recursos. Este tipo de estimaciones son hoy en día muy comunes para determinar las responsabilidades ambientales 'reales' de cada país, pero también se han utilizado puntualmente en historia económica para estudiar la externalización total del uso de recursos y su impacto en el crecimiento económico moderno. En este paper estimamos el comercio directo e 'incorporado' de tierra y energía en la economía española entre 1860 y 2016. Para ello utilizamos estadísticas de comercio exterior, así como estadísticas agrarias e industriales de España y de los principales países exportadores para cuantificar la energía y la tierra requerida para producir cada bien comerciado. Los resultados obtenidos nos permitirán mostrar las principales trayectorias históricas y cambios estructurales en los flujos totales de importación y exportación. Con esta información pretendemos responder a las siguientes preguntas de investigación: (i) ¿Qué papel ha jugado el comercio internacional en el consumo doméstico recursos a lo largo de la historia? (ii) ¿Ha generado ahorros globales en el uso de recursos la especialización productiva a nivel internacional? (iii) ¿Qué impacto tuvo el comercio internacional para romper los limitantes territoriales que impedían el crecimiento sostenido en sociedades preindustriales?

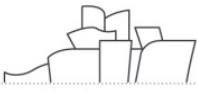


Keywords: Energía, Comercio, Tierra, Desarrollo Económico, Historia Ambiental.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los denominados flujos ‘ocultos’ o flujos ‘incorporados’ en el comercio internacional está recibiendo una creciente atención en diferentes disciplinas, particularmente en economía y en ciencias ambientales. Este concepto da cuenta de los recursos requeridos y de los impactos (sociales y ambientales) generados al producir bienes que finalmente son exportados, ya sean tierra, energía, emisiones de gases contaminantes, o pérdidas de biodiversidad. Esto es, los ‘flujos ocultos’ (desde aquí usamos esta denominación) informan de la externalización de cargas ambientales al país productor, algo que no puede captarse si se analiza únicamente el comercio directo. El auge de esta noción, así como de las diversas métricas asociadas a su uso, tiene dos orígenes diferentes que parten de intereses y disciplinas distintas:

En el caso de la historia económica, su uso está asociado al debate de las causas del crecimiento económico moderno. Las sociedades preindustriales eran casi totalmente dependientes de los productos de la tierra, no solo para alimentarse sino para desarrollar otras muchas actividades como el transporte animal (con forraje), la fundición de metales (con carbón vegetal) o la producción de textiles (Wrigley, 2016). La tierra, sin embargo, solo puede aportar recursos materiales en un flujo anual que está limitado por la fotosíntesis, lo que restringía la posibilidad de un crecimiento económico sostenido. Superarlo fue, en consecuencia, una condición necesaria para lograr un crecimiento sostenido en el tiempo. La literatura señala que existieron dos grandes estrategias para superar este limitante (Barbier, 2010). Por un lado, la ‘expansión horizontal’, externalizando el uso de tierra a terceros países a través de la importación de productos agrarios. En su influyente ‘The Great Divergence’, Kenneth Pomeranz (2000) señalaba que sin el acceso nuevas fronteras territoriales externas (‘ghost acreages’, como él las llamó) no habría sido posible el despegue económico europeo. Según sus cálculos, Inglaterra estaba ‘importando’ el doble de la tierra que cultivaba dentro de sus fronteras. La segunda estrategia fue la ‘colonización vertical’, a través del uso de los modernos combustibles fósiles, los cuales sustituyeron funciones tradicionalmente cubiertas por los productos agrarios. El caso más elocuente, aunque no el único, es la sustitución de



la leña por el carbón mineral. Como apuntó Rolf P. Sieferle (1980) este evento constituyó el descubrimiento de 'bosques subterráneos' que permitieron liberar millones de hectáreas que se estaban destinando a la producción de combustibles vegetales. Además, el acceso a estas energías no estaba limitado por el 'limitante fotosintético' (usando la expresión del Wrigley), ya que no dependían de un flujo productivo anual, sino de la capacidad tecnológica de extraer los stocks existentes. Poder acceder a grandes cantidades de energía permitió expandir múltiples actividades económicas como el transporte o la fundición de metales que antes dependían de los flujos energéticos limitados que aportaba la tierra. Según Wrigley (2016), se habrían requerido millones de hectáreas de bosque para suplir el carbón mineral que ya se estaba consumiendo en 1830. En un reciente artículo, Theodoridis et al. (2018) perfeccionaron estos cálculos al incluir la tierra ahorrada por el uso de combustibles fósiles utilizados para producir los bienes del comercio internacional. No solo se ahorra tierra al importar productos agrarios o al usar energía. Si un país importa acero, también está ahorrando la tierra requerida para producir esos combustibles. Según sus cálculos, Inglaterra generó importantes ahorros de tierra a muchos países del mundo con sus exportaciones de productos manufacturados muy intensivos en energía.

El principal problema de estos estudios, como han señalado recientemente Kander y Brolin (2021), es que solo contamos con evidencias para pocos países europeos, especialmente para el caso inglés, y con un marco temporal muy estrecho. ¿Fue tan relevante la expansión horizontal en otros países que no tenían acceso a fronteras coloniales en el XIX? ¿Fue necesaria en el caso de países como España, con una baja densidad poblacional y un perfil agroexportador?

El segundo origen del estudio de los 'flujos ocultos' en el comercio internacional lo encontramos en las ciencias de la sustentabilidad. En este caso, el propósito es identificar las responsabilidades reales de cada país (o región) en el cambio ambiental global (Peter et al., 2008). Tradicionalmente, los recursos consumidos o los impactos generados por un país se estimaban desde el punto de vista territorial o de la producción, esto es, considerando únicamente los que tenían lugar dentro del territorio analizado (estas estimaciones se conocen como *Production-Based Accounting*). Este criterio



contable fue el que se siguió en el Protocolo de Kyoto. Sin embargo, la responsabilidad del impacto ambiental no solo está en el país productor, sino que también está en el consumidor final. Un porcentaje significativo de las emisiones de CO₂ generadas en China tenían lugar para producir bienes que finalmente se exportaban. Los países más ricos habían externalizado sus industrias fuera de sus fronteras. Seguían consumiendo los mismos bienes, pero ahora las emisiones se generaban en otro sitio. Otro caso elocuente fue el de la deforestación. Con diferentes ritmos, los países más ricos del mundo están experimentando la denominada 'Transición Forestal', esto es, el aumento neto de superficie forestal tras siglos de deforestación (Rudel et al., 2005). Sin embargo, este proceso está relacionado con la externalización de uso del suelo fuera de su territorio. En otras palabras, los países que están aumentando su superficie forestal, están externalizando la deforestación a otros lugares (Meyforidt et al. 2010). Para comprender estos fenómenos se han multiplicado los esfuerzos para cuantificar la transferencia de impactos ambientales a través del comercio internacional y, así, estimar los impactos desde la perspectiva del consumidor final (*Consumption-Based Accounting*). Para ello se han desarrollado proyectos de investigación muy ambiciosos que permiten trazar los impactos ambientales en las cadenas globales de producción. Hoy en día, los más utilizados se basan en complejas estimaciones realizadas a partir de Tablas Input-Output Multirregionales.

Los resultados derivados han servido para arrojar luz sobre la conocida teoría del 'intercambio ecológico desigual', según la cual los países más ricos son importadores netos de recursos materiales de diverso tipo, externalizan los impactos ambientales a los países pobres y retribuyen las importaciones a menor precio (o con menor valor añadido) (refs...). Las evidencias recientes ponen de manifiesto que existe una correlación positiva entre renta e impacto ambiental y que los países ricos tienen a ser importadores netos de recurso materiales (directos y ocultos). No obstante, más allá de la renta, sabemos que otras variables como la densidad poblacional y la dotación de recursos también son explicativas. Entre el grupo de los países ricos, los que muestran una mayor dependencia material y una mayor externalización de los impactos son aquellos con menor tamaño y mayor densidad poblacional como los europeos o Japón,



mientras que Canadá, EEUU o Australia son menos dependientes o incluso exportadores netos de recursos. Esto también ocurre en el grupo de países periféricos. En América Latina, los países de América Central, más pequeños y con altas densidades de población, son importadores netos, mientras que los países de mayor tamaño y con bajas densidades de población son exportadores netos (Infante-Amate et al., 2021). Además, el problema de estas estimaciones es que ofrecen resultados para períodos de tiempo muy cortos, por lo que no podemos testar empíricamente esta hipótesis en perspectiva histórica. Apenas existen evidencias históricas sobre el comercio físico y sobre sus 'flujos incorporados' para un reducido grupo de países europeos y con un marco temporal limitado. Además, los pocos resultados disponibles arrojan resultados contradictorios con la teoría del intercambio ecológico desigual, ya que Reino Unido (Krausmann et al., 2008; Kander et al., 2017) o Estados Unidos (Gierlinger and Krausmann, 2012) eran exportadores netos de recursos durante la primera globalización, justo cuando se habían convertido en las dos economías más ricas del mundo. No obstante, los países de América Latina siempre han sido, sin excepción, exportadores netos de recursos (Infante-Amate et al., 2021). No sabemos qué papel jugó un país como España, periférico dentro de Europa, pero de industrialización temprana en perspectiva global.

El objetivo de este trabajo es ofrecer evidencias históricas sobre el comercio físico y sus flujos ocultos en el caso de España entre 1860 y 2019. Para ello, presentamos una estimación anual del comercio físico en toneladas, así como de tierra, nutrientes y energía 'ocultas' en el mismo. Los resultados nos permitirán arrojar luz sobre las preguntas expuestas más arriba. ¿Cómo superó España el límite al crecimiento preindustrial? ¿Tuvo más peso la estrategia vertical, o la horizontal? ¿Qué papel jugó el comercio internacional en ese proceso? En el contexto de las teorías del intercambio ecológico desigual, ¿juega España un papel de país periférico o centro? ¿Existe una especialización comercial según su dotación de recursos? O, dicho de otra forma, ¿observamos una especialización según las ventajas comparativas del país? ¿Ha



cambiado su posición a lo largo de la historia a medida que ha cambiado su situación económica?

1. METODOLOGÍA Y FUENTES

Estimamos las importaciones y las exportaciones totales de España entre 1860 y 2019 medidas en materiales (toneladas), nutrientes (contenido en N), energía (julios) y en tierra (hectáreas).

La base de datos matriz es la de materiales, ya que el resto se estima aplicado factores sobre la primera. Hasta 1861 los datos provienen de la estadística de comercio exterior y de literatura secundaria. Seguimos los siguientes pasos. (1) Recopilamos series de comercio ya publicados por otros autores para un total de 20 productos que representan entre el 60-80% del comercio exterior. El resto de productos se completan desde la estadística de comercio exterior de España. (2) En esta estadística, durante muchos años se ofrecen resúmenes de los principales (c. 50) productos de exportación e importación. Utilizamos estos resúmenes para completar la serie anual. Con los dos primeros pasos contamos con c. 60 productos que suman casi el 90% de los materiales comerciados. (3) El resto se estiman solo decenalmente (años acabados en cero) salvo en los períodos de crisis y fuertes oscilaciones que se registran anual o bianualmente (IGM, Guerra Civil, II GM, etc.).

Tras 1961, utilizamos las bases de datos disponibles online. Para el caso de la biomasa utilizamos FAOSTAT, que distingue un total de 403 productos. En el caso del resto de productos utilizamos UN Comtrade (SITC-1 a 3 dígitos) que distingue un total de 182 productos de los que tomamos 135 no bióticos. Para estimar algunos indicadores es necesario identificar el comercio bilateral en las importaciones para ajustar el factor de impacto geográficamente. Obviamente resulta imposible distinguirlo anualmente para todos los productos y todos los socios. Decenalmente identificamos el principal exportador a España de los principales productos.

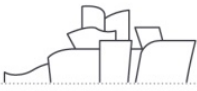


Tabla 1. Variables analizadas en este estudio.

Variable	Unidad	Cobertura en la estimación
Materiales	Tons	Directo
Nutrientes	N	Directo
Energía	Joules	Directo y oculto
Tierra	Hectáreas	Oculto

El comercio de nutrientes se estima simplemente multiplicando cada tonelada comerciada por un factor de contenido de N en cada producto. Se estima el contenido en N tanto en la biomasa como en productos inorgánicos (esencialmente a fertilizantes nitrogenados). Los factores de contenido de N se han tomado de FAOSTAT y Lassaletta et al. (2014).

En el caso de la energía estimamos tanto los flujos directos como los ocultos. Los directos, al igual que en el caso del N, se estiman aplicando un factor de contenido energético a cada producto. Los factores se toman de Aguilera et al. (2015). En el caso de los ocultos estimamos la energía requerida para producir cada producto en cada momento histórico. Por disponibilidad de datos, es imposible distinguir geográfica e históricamente el consumo de energía de los más de 500 productos comerciados. En su lugar, estimamos la huella energética de los 30 principales productos del comercio internacional y al resto le asignamos valores por afinidad. En el caso de las exportaciones estimamos la huella energética de los principales productos exportación de España, y la multiplicamos por cantidad exportada en cada caso. Para ello, seguimos la metodología de Análisis del Ciclo de Vida para estimar el contenido energético de la mayoría de los bienes comerciados. Entre 1860 y 1958 utilizamos la Estadística Minera,



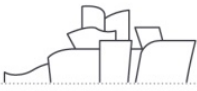
Aguilera et al. (2020) y otra literatura secundaria. Desde 1958 utilizamos la Estadística Industrial de España y otra literatura secundaria. Más información en Sanuán et al. (en preparación). Para las importaciones, tomamos datos de los principales productos de importaciones a partir de Warde (2017), Kander et al. (2017) y Henriques y Warde (2020) que ofrecen información de huella energética en la producción de los principales productores europeos entre c. 1870 y 1914. Para el resto de años y productos tomamos los datos de Aguilera et al. (2015) que ofrece información para productos globales. Para los productos para los que no contamos con información utilizamos valores ACV actuales y los modulamos históricamente utilizando la tendencia de productos análogos.

En el caso de la tierra estimamos la tierra requerida para estimar cada producto del comercio internacional. Para ellos, pasamos los datos de comercio exterior a su equivalente primario. Después, estimamos la tierra requerida para estimar cada producto primario como la inversa de su rendimiento. Los datos de rendimientos para España se toman de Aguilera et al. (2021). Los datos de los rendimientos de los productos importados se toman de FAOSTAT y del IIA, distinguiendo el principal país exportador en cada producto siguiendo el criterio de Infante-Amate et al. (2018).

2. PATRONES DE INTERCAMBIO ECONÓMICO-ECOLÓGICO

En la figura 1 mostramos los balances comerciales físicos en materiales (toneladas), energía (GJ), tierra (hectáreas incorporadas) y nutrientes (solo N).¹ En todos los casos observamos que a partir de c. 1950 tuvo lugar una ‘Gran aceleración’ del comercio exterior, alcanzando niveles nunca vistos. Esta tendencia resulta congruente con la literatura sobre cambio ambiental global (Steffen et al., 2015) que señala que la gran aceleración en la extracción y uso de recursos tuvo lugar tras la II Guerra Mundial. En ese período, también observamos que España fue importador neto en todos los ítems analizados. No obstante, antes de 1950 el crecimiento del comercio internacional también fue relevante en términos absolutos (Figura 2). Podemos observar un crecimiento sostenido hasta finales del siglo XIX en el caso de los materiales y hasta c.

¹ Las importaciones en valores positivos y las exportaciones en valores negativos.

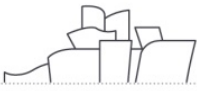


1935 en el resto de items. De hecho, las tasas de crecimiento anual fueron muy elevadas hasta la I Guerra Mundial si bien es cierto que ligeramente menores que las registradas tras 1950. En suma, el comercio físico muestra una tendencia análoga al comercio monetario: crecimiento sostenido desde mediados del siglo XIX, que fue interrumpido con las crisis internacionales y domésticas iniciadas en la I Guerra Mundial, y un nuevo periodo de crecimiento con el fin de las políticas autárquicas.

Sin embargo, sí que observamos diferencias en los tipos de recursos naturales comerciados. Durante la Primera Globalización, España fue exportadora neta de recursos materiales, esencialmente por sus exportaciones de minerales (destacando el hierro). Durante esos años jugó un papel de suministrador material a los ‘talleres’ europeos del momento, que procesaban esos minerales y los reexportaban incorporando mayor valor añadido. No obstante, en esas mismas fechas, España fue importador de energía, tanto directa como oculta (por la energía incorporada en las manufacturas importadas), esto es, tanto por la importación de carbón, como por la importación de manufacturas muy intensivas en energía. España estaba desplazando los impactos de la extracción y el procesamiento de estos bienes a terceros países.

En el caso de la tierra, los nutrientes y los flujos de biomasa observamos una situación aparentemente paradójica. Aunque España es considerado un país agroexportador, hasta c. 1935 fue importador neto de tierra ya que exportaba productos con altos rendimientos (naranjas, vino, aceite...) mientras que importaba bienes con rendimientos menores y que, por lo tanto, ocupaban más espacio por unidad de producto (granos y otras fibras). Por este motivo, España era, igualmente, importadora de nutrientes. Los productos de exportación tenían bajo contenido en N, adaptados por lo tanto a la situación relativa de escasez de nutrientes del territorio. Los cítricos, el vino, el aceite... tienen un contenido muy bajo o casi nulo de N, mientras que los granos y otras fibras tienen un alto contenido en nutrientes por unidad de producto.

Se apunta que los países nórdicos fueron exportadores netos de tierra al resto de Europa al tener una densidad de población más baja, indicativa de una mayor dotación territorial (Theodoridis et al., 2018). España es uno de los países más extensos de Europa y también contaba con densidades de población muy bajas en el siglo XIX. Sin embargo,



al contrario que los países nórdicos, era importador neto de tierra. Aunque cuente con mucha tierra disponible, la mayor parte de ella no es útil para usos agrícolas y, la que es útil, tiene un potencial productivo mucho más bajo debido a las restricciones agroclimáticas. La gran extensión del barbecho es una evidencia elocuente de esta paradójica situación. Aunque el país sea extenso y la densidad de población sea baja, la tierra y los nutrientes eran un recurso limitado. La especialización comercial española (en la que destacaban frutales y hortalizas, productos poco intensivos en tierra y nutrientes) fue también una estrategia ambiental adaptada a sus ventajas comparativas.

En el marco de las teorías del intercambio ecológico desigual, España juega un papel ambiguo y de difícil interpretación. Durante la primera globalización ejerció como periferia europea a la suministraba minerales brutos que luego reimportaba una vez que habían sido procesados; sin embargo, fue importador de recursos energéticos tanto directos (por el combustible importado) como ocultos (por el combustible requerido para producir los bienes manufacturados importados). En el caso de la tierra también observamos que una vez que se abrieron las puertas del comercio internacional España fue, como ocurrió en otros países europeos, importadora neta de tierra, especialmente de productos agrarios de América Latina donde se estaban abriendo nuevas fronteras agrícolas. Esas importaciones (netas) llegaron a representar hasta 1 millón de hectáreas al año, una cifra que pudo aliviar los déficits territoriales.

A partir de 1950 el país ha mostrado un papel 'parasitario' (siguiendo la definición de Magalanes et al. (2019) para el caso francés), esto es, dependiente de todo tipo de recursos del exterior para sostener sus niveles de desarrollo económico. Aunque observamos este patrón en la mayoría de los países de rentas altas, el nivel de dependencia material de España a partir de 1960 es particularmente alto incluso en perspectiva comparada.

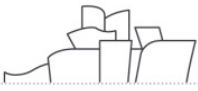


Figura 1. Balance comercial físico en toneladas (millones), energía (TJ), tierra (millones de hectáreas) y nutrientes (Mg de N) (1860-2019)

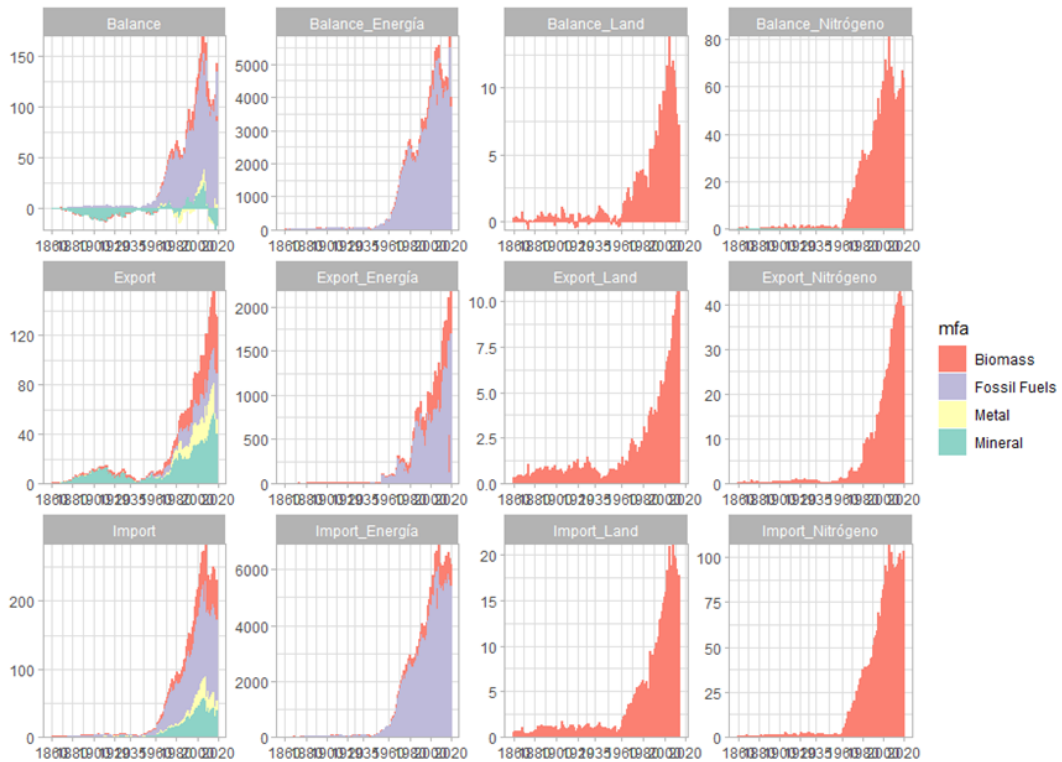


Figura 2. Ídem ant para el período 1860-1935.

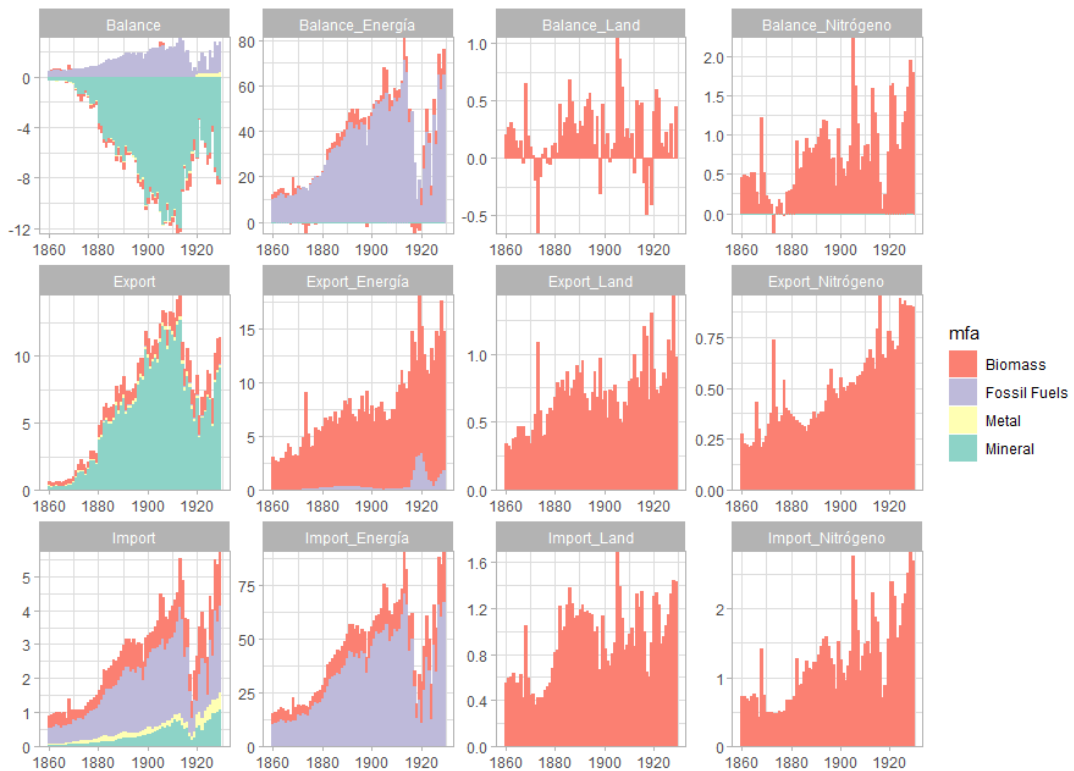
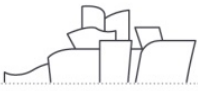


Figura 3. Tasa de crecimiento anual de las exportaciones. La línea negra es la media móvil a 5 años. La roja marca el promedio de los períodos que abarca.

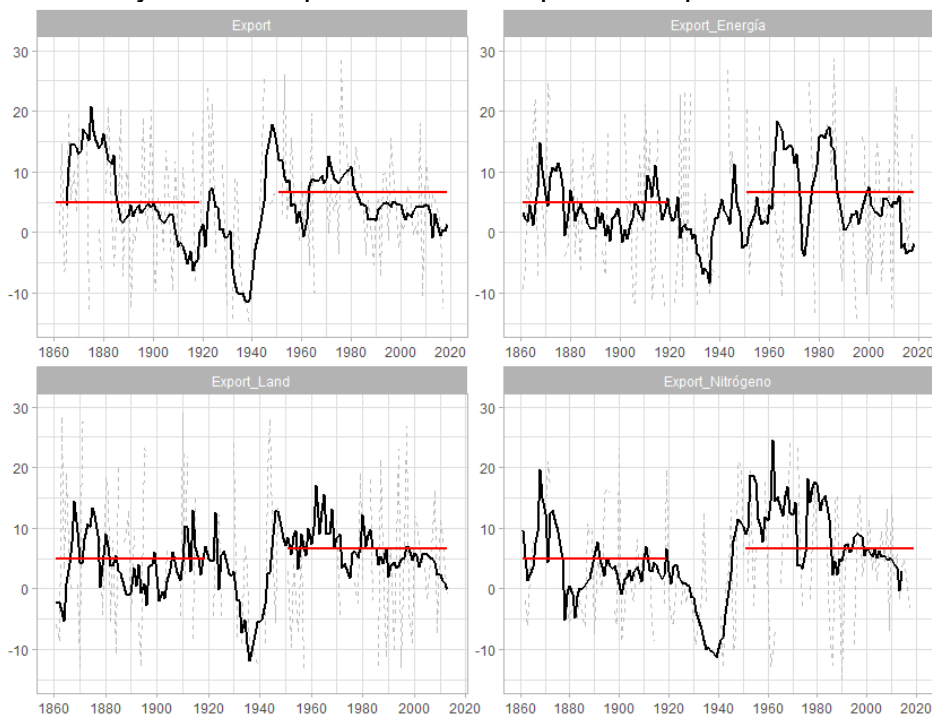
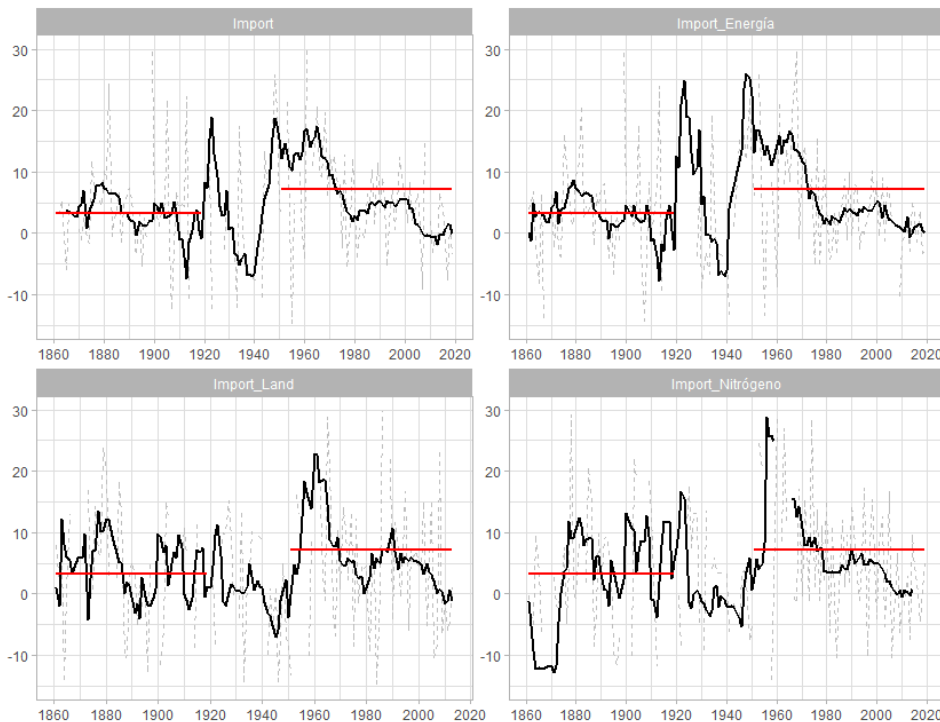


Figura 4. Tasa de crecimiento anual de las importaciones. La línea negra es la media móvil a 5 años. La roja marca el promedio de los períodos que abarca.



3. ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LOS LÍMITES AL CRECIMIENTO EN SOCIEDADES PREINDUSTRIALES

Como apuntábamos en la introducción, la mayor parte de los bienes y servicios consumidos en las sociedades preindustriales provenían de la tierra que, a su vez, solo podía aportar un flujo productivo anual y limitado que restringía la posibilidad de un crecimiento sostenido. Además de la intensificación agraria, a lo largo del siglo XIX proliferaron dos estrategias para superar el ‘limitante fotosintético’:

ii) ‘Expansión horizontal’. En la mayor parte de la Europa del XIX la deforestación tocó máximos históricos (e.g. Kaplan et al., 2009; Ellis et al., 2013) y la intensificación agraria estaba alcanzando techo, habiéndose documentado casos de minería de nutrientes en varios países europeos en el siglo XIX (e.g. González de Molina et al., 2015; Guldner and Krausmann, 2017). En algunas partes de Europa se había superado la capacidad de carga del territorio de manera que era difícil sostener los niveles de consumo y el aumento poblacional (Malanima, 2010). Una vía para sortear esta escasez fue la ocupación de fronteras externas, bien a través de sistemas coercitivos como el colonialismo, bien a través de importaciones a través del mercado (Barbier, 2010). El



flujo de bienes exportados desde el sur global hacia las metrópolis europeas se multiplicó a lo largo del siglo XIX, coincidiendo con la expansión del crecimiento económico occidental. Para algunos autores como K. Pomeranz, la ‘expansión horizontal’ fue el factor más determinante para explicar el despegue del crecimiento económico inglés. Según sus estimaciones, a principios del siglo XIX los ahorros de tierra derivados de las importaciones de madera, azúcar y algodón eran mayores que la superficie agraria inglesa y que la superficie liberada por el uso de carbón (Pomeranz, 2000:276).

iii) “Expansión vertical”. Una de las transformaciones productivas más importantes en la historia de la humanidad ha sido la transición energética a los combustibles fósiles cuyo consumo también conlleva ahorros de tierra. Su uso se expandió en hogares e industrias de muchos países europeos desde el siglo XIX, sustituyendo al carbón vegetal y la leña. R.P. Sieferle (2001) describió a los yacimientos de carbón como ‘bosques subterráneos’, en alusión a la superficie forestal que estaban liberando. Además, fueron la energía base para los nuevos transportes, desde el ferrocarril hasta la aviación, así como para la tracción mecánica. En consecuencia, también liberaron mucha superficie antes destinada a alimentar al ganado, principal fuerza de transporte y de tracción.

En la figura 5 y en la tabla 2 mostramos el impacto de cada una de estas estrategias entre 1860 y 1935. En 1860, la tierra ‘ahorrada’ en total apenas alcanzaba las 2 Mha. En ese año la intensificación y la expansión horizontal todavía jugaban un papel muy relevante, explicando casi el 30% de los ahorros. En 1900, la tierra ahorrada ya ascendía a 5.4 Mha y en 1935 a 11.3 Mha. En estos años la ‘expansión vertical’ ya explicaba casi la totalidad de la tierra liberada. Esto es, el aumento en el ahorro de tierra en las primeras fases del crecimiento económico se explicó principalmente por el uso de energía, principalmente carbón. No obstante, también observamos que durante este período la tierra liberada por el uso de energía oculta en el comercio llegó a representar hasta el 30% de la tierra liberada. Esto es, el ahorro no solo venía del consumo directo de energía, sino que una parte muy relevante provenía de la energía consumida en el país exportador para producir los bienes que España importaba. En estos años esto se debía principalmente al carbón consumido en Inglaterra para la producción de acero y textiles



que España importaba. La ‘expansión horizontal’ también creció en importancia. Las importaciones de algodón, azúcar, granos... avanzaron rápidamente desde mediados del siglo XIX, sin embargo, se vieron compensadas por las exportaciones de productos hortofrutícolas, el olivar y la viña que ocupaban una superficie cada vez mayor cuyo destino era, en gran medida, la exportación.

En suma, en un contexto preindustrial el país sorteó la escasez de tierra con mejoras productivas y con importaciones de productos agrarios. Sin embargo, en el momento de expansión del crecimiento, los límites territoriales se superaron principalmente con el uso de combustibles fósiles, tanto directo como oculto en las importaciones de textiles, químicos o metales.

Figura 5. Ahorro de tierra en millones de hectáreas a través de las estrategias de intensificación, la ‘expansión horizontal’ y la ‘expansión vertical’ (considerando la energía de producción nacional y la del comercio internacional, en este caso tanto la directa como la oculta).

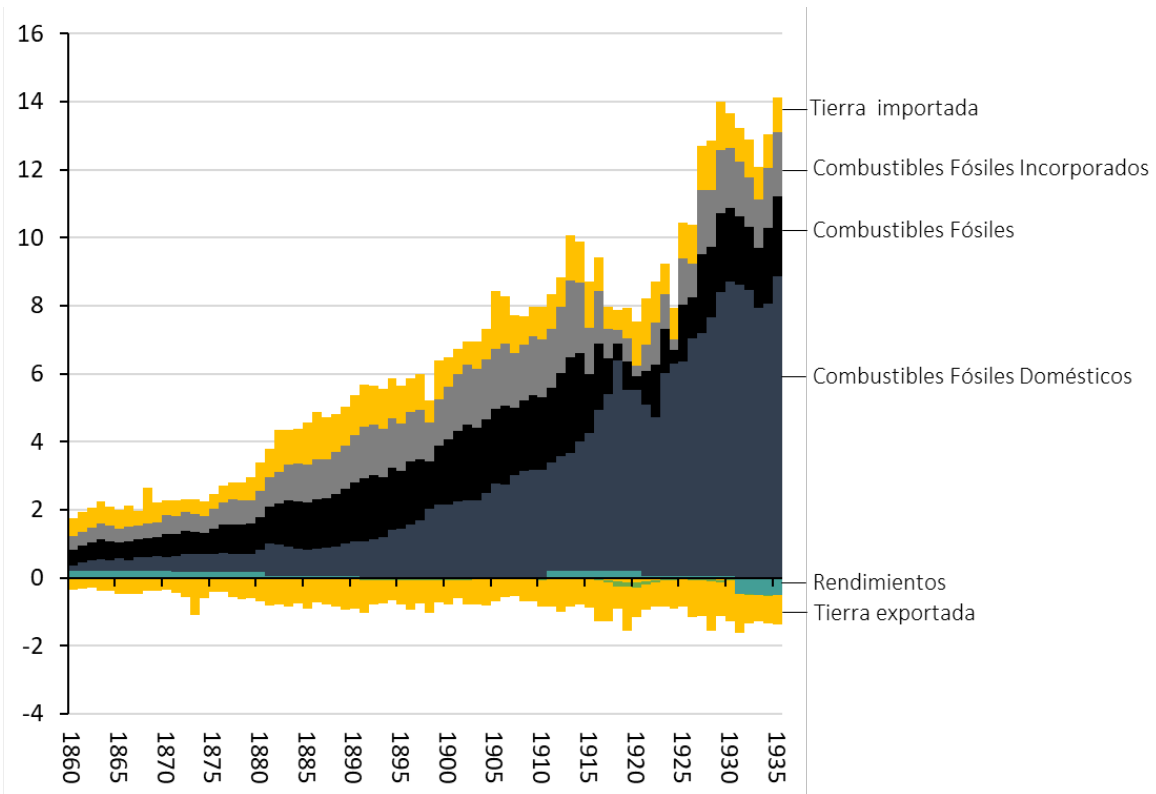
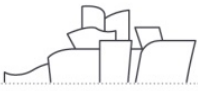


Tabla 2. Porcentaje de tierra liberada según estrategia

	1860	1900	1935
Intensificación	13	0	0
Expansión horizontal	16	2	2
Expansión vertical	71	98	98
<i>Consumo directo</i>	46	71	83
<i>Consumo oculto</i>	25	27	15

4. EL PAPEL DEL COMERCIO EXTERIOR EN LA SUPERACIÓN DE LOS LÍMITES PREINDUSTRIALES AL CRECIMIENTO



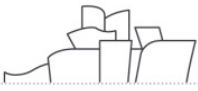
Parte de estos ahorros se produjeron con recursos domésticos (p.ej., los combustibles extraídos dentro del país) pero otra parte de produjo con ahorros que tenían lugar fuera del país: por las importaciones netas de *land-based commodities* o de energía, tanto directa como oculta. Distinguir el origen de los ahorros nos permite evaluar si los recursos domésticos fueron suficientes para escapar a los límites territoriales al crecimiento o si, por el contrario, fue necesario el uso de recursos externos.

En la tabla 3 y en la figura 6 recogemos los ahorros según su origen geográfico. En primer lugar, observamos que la dependencia exterior fue muy fuerte en los primeros años estudiados. En 1860, los recursos domésticos apenas lograban ahorrar 0.4 Mha, mientras que la importación de energía y de *land-based comodities* de otros países generaba un ahorro de 1.2 Mha. Sin embargo, esta tendencia viró a principios del siglo XX con el aumento del consumo de carbón nacional y con el aumento de las exportaciones de productos agrarios, lo cual mitigó el efecto de la ‘expansión horizontal’. Así, en 1935, los recursos domésticos ya generaban un 65% del ahorro total de tierra, con 7.3 Mha.

En el conjunto del período 1860 - 1935, cuando se empezó a crecer manera sostenida la renta por habitante en España, y se lograron superar los límites preindustriales al crecimiento, los ahorros de tierra que facilitaron esta expansión productiva se explican casi en igual medida por el comercio internacional como por los recursos endógenos. Sin embargo, dentro de los ahorros asociados al comercio, jugaron un papel tan relevante los mecanismos ocultos (tierra y energía incorporada) como los mecanismos directos (importaciones directas de combustibles fósiles).

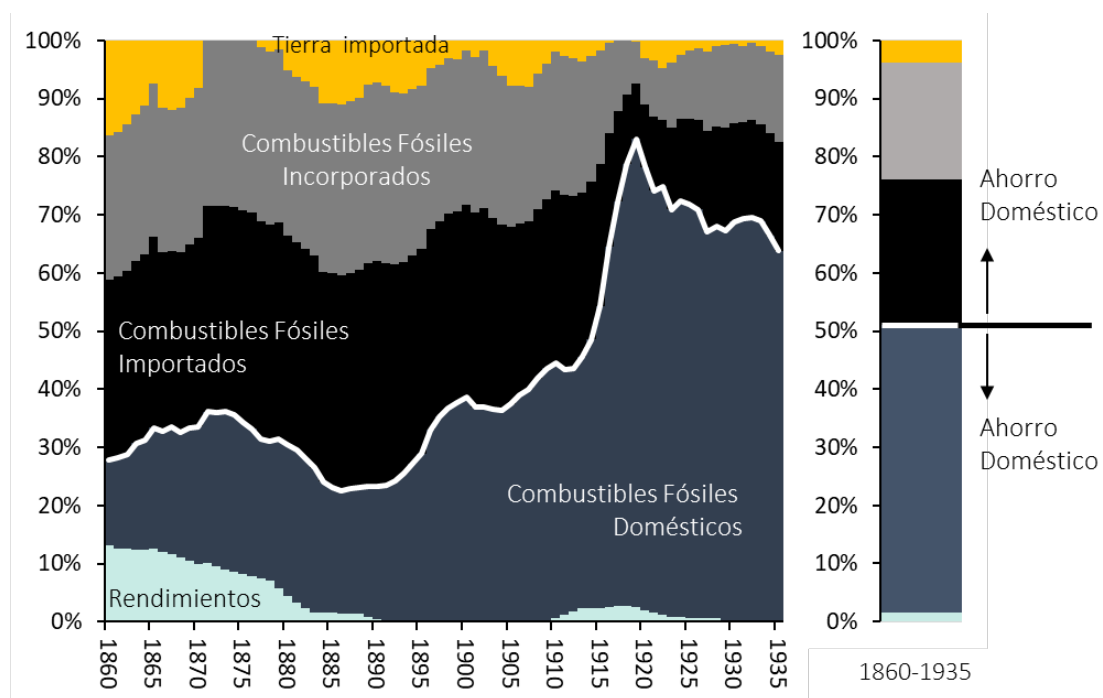
Tabla 3. Millones de hectáreas liberadas por diferentes estrategias distinguiendo las desarrolladas con recursos domésticos o exteriores.

	1860	1900	1935	Acumulado



Intensificación	0.2	0.0	0.1	6.8
Expansión Vertical	0.2	2.2	7.2	213.9
Doméstico	0.4	2.2	7.3	219.7
Expansión Horizontal	0.3	0.1	0.2	16.4
Expansión Vertical	0.9	3.3	3.8	194.8
Exterior	1.2	3.2	4.0	211.2
[%]				
Doméstico	25	41	65	51
Exterior	75	59	35	49

Figura 6. Porcentaje explicado por cada estrategia de ahorro de tierra entre 1860 y 1935.

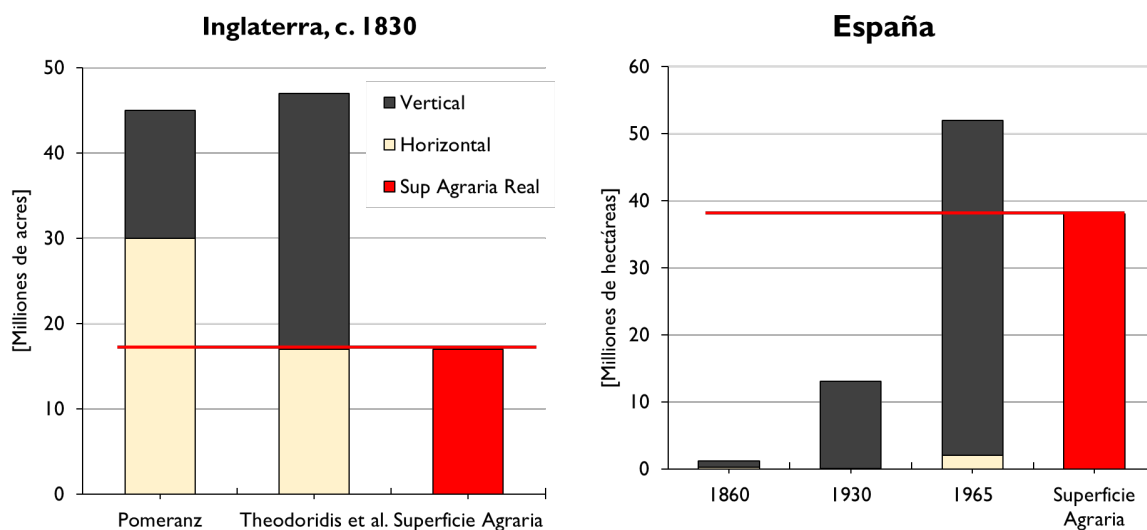


En perspectiva comparada, la estrategia de España dista de la de otros modelos europeos como el inglés. En primer lugar, la dimensión del ahorro de tierra en Inglaterra ya era muy superior a principios del siglo XIX, lo que ayuda a explicar sus mayores tasas de crecimiento. Además, la estrategia inglesa estuvo dominada por la expansión



horizontal. Según Pomeranz, a principios el siglo XIX esta alcanzó 30 millones de acres (frente a 18 de superficie útil doméstica), mientras que el uso de combustibles fósiles propició el ahorro de 15 millones. La reciente estimación de Theodoridis et al. (2018) apunta que la expansión horizontal tuvo un peso menor, pero, en cualquier caso, fue significativamente más alto que en España. En Inglaterra esta estrategia llegó a explicar entre el 30%-50% de las importaciones, mientras que en España apenas representó el 4% en el promedio 1860-1935. Ambos países comparten, no obstante, la dependencia exterior: Inglaterra de tierra y España de energía (Figura 7).

Figura 7. Comparativa de la tierra liberada por las estrategias horizontales y verticales en España e Inglaterra.



Referencias

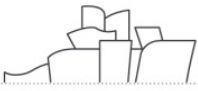
Barbier, E. B. (2010). *Scarcity and frontiers: how economies have developed through natural resource exploitation*. Cambridge University Press.



- Bolt, J., & Van Zanden, J. L. (2014). The Maddison Project: collaborative research on historical national accounts. *The Economic History Review*, 67(3), 627-651.
- Bruckner, M., Fischer, G., Tramberend, S., & Giljum, S. (2015). Measuring telecouplings in the global land system: A review and comparative evaluation of land footprint accounting methods. *Ecological Economics*, 114, 11-21.
- Peters, G. P. (2008). From production-based to consumption-based national emission inventories. *Ecological economics*, 65(1), 13-23.
- Pomeranz, K. (2000). *The great divergence: China, Europe, and the making of the modern world economy*. Princeton University Press.
- Theodoridis, D., Warde, P., & Kander, A. (2018). Trade and overcoming land constraints in British industrialization: an empirical assessment. *Journal of Global History*, 13(3), 328-351.
- drives the global displacement of land use. *Global Environmental Change*, 23(2), 433-438.
- Wrigley, E. A. (1988). *Continuity, chance and change: The character of the industrial revolution in England*. Cambridge University Press.
- Wrigley, E. A. (2006). The transition to an advanced organic economy: half a millennium of English agriculture 1. *The Economic History Review*, 59(3), 435-480.
- Wrigley, E. A. (2016). *The path to sustained growth: England's transition from an organic economy to an industrial revolution*. Cambridge University Press.
- Brolin, J., & Kander, A. (2022). Global trade in the Anthropocene: A review of trends and direction of environmental factor flows during the Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 9(1), 71-110.
- Meyfroidt, P., Rudel, T. K., & Lambin, E. F. (2010). Forest transitions, trade, and the global displacement of land use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(49), 20917-20922.



- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81-98.
- Magalhães, N., Fressoz, J. B., Jarrige, F., Le Roux, T., Levillain, G., Lyautey, M., ... & Bonneuil, C. (2019). The physical economy of France (1830–2015). The history of a parasite?. *Ecological economics*, 157, 291-300.
- Güldner, D., & Krausmann, F. (2017). Nutrient recycling and soil fertility management in the course of the industrial transition of traditional, organic agriculture: The case of Bruck estate, 1787–1906. *Agriculture, ecosystems & environment*, 249, 80-90.
- González de Molina, M., García-Ruiz, R., Fernández, D. S., Casado, G. G., Cid, A., & Amatea, J. I. (2015). Nutrient balances and management of soil fertility prior to the arrival of chemical fertilizers in Andalusia, southern Spain. *Human Ecology Review*, 21(2), 23-48.
- Rudel, T. K., Coomes, O. T., Moran, E., Achard, F., Angelsen, A., Xu, J., & Lambin, E. (2005). Forest transitions: towards a global understanding of land use change. *Global environmental change*, 15(1), 23-31.
- Kander, A., Warde, P., Henriques, S. T., Nielsen, H., Kulionis, V., & Hagen, S. (2017). International trade and energy intensity during European industrialization, 1870–1935. *Ecological Economics*, 139, 33-44.
- Kaplan, J. O., Krumhardt, K. M., & Zimmermann, N. (2009). The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe. *Quaternary Science Reviews*, 28(27-28), 3016-3034.
- Ellis, E. C., Kaplan, J. O., Fuller, D. Q., Vavrus, S., Goldewijk, K. K., & Verburg, P. H. (2013). Used planet: A global history. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(20), 7978-7985.



Gierlinger, S., & Krausmann, F. (2012). The physical economy of the United States of America: Extraction, trade, and consumption of materials from 1870 to 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 16(3), 365-377.

Krausmann, F., Schandl, H., & Siefert, R. P. (2008). Socio-ecological regime transitions in Austria and the United Kingdom. *Ecological Economics*, 65(1), 187-201.