



PLENARIA 2

Energía, cambio tecnológico e impacto ambiental: una historia económica

La transición bioenergética en España (1980-2015). Causas y efectos.

IRIARTE GOÑI, Iñaki; INFANTE AMATE, Juan
Universidad de Zaragoza; Universidad de Granada
iiriarte@unizar.es

Abstract:

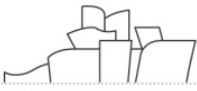
BORRADOR. POR FAVOR NO CITAR SIN PERMISO DE LOS AUTORES

Este trabajo analiza la transición bioenergética que se ha producido en España, en la misma línea que en otros países europeos y de la OCDE, en las últimas décadas (1980-2015). Para ello, después de plantear la importancia del problema, se miden las dimensiones de esa transición, se exploran sus causas y se hace una primera incursión de sus posibles efectos sobre el medioambiente. En España puede hablarse en efecto de una transición bioenergética en marcha, que se ha desarrollado en línea con la normativa de la UE, pero poniéndose en marcha de forma tardía y un tanto irregular y cuyos efectos ambientales resultan un tanto problemáticos tanto en lo que se refiere a su huella territorial, como en lo referido a su eficiencia energética y a la supuesta neutralidad de sus emisiones.

Keywords: Bioenergía, leña, biocarburantes, bosque

INTRODUCCIÓN

A pesar de que, en muchas ocasiones, los estudios sobre consumo energético no la toman en cuenta, la energía procedente de la biomasa ha jugado un papel fundamental a lo largo de la historia. De hecho, siempre ha sido la principal en el consumo endosomático de los humanos, que bien directamente a través de la producción agrícola o indirectamente a través de la ganadería basan su supervivencia en las plantas. Pero la biomasa también ha tenido una enorme importancia en el consumo exosomático de energía. De hecho, la leña y su derivado el carbón vegetal eran las fuentes de energía primordiales en el mundo preindustrial y determinaban en gran medida las posibilidades de consumo energético de esas sociedades. La gran ventaja de la biomasa para fines energéticos era que se podía obtener prácticamente en cualquier lugar del territorio, permitiendo la dispersión de la población. Pero el gran inconveniente era que resultaba



muy costoso en términos de superficie y de transporte concentrar grandes cantidades de energía en un punto determinado, lo cual dificultaba el suministro a las ciudades y a las actividades intensivas en energía (Smil, 2006). Por otra parte, la obtención de esa energía competía por la superficie terrestre con la producción de alimentos, lo cual generaba algunos límites infranqueables para el crecimiento (Siefertler, 2001).

Esa situación no cambió hasta que las energías fósiles procedentes del subsuelo entraron en escena de forma masiva a partir de la primera revolución industrial, incrementando la disponibilidad energética y su concentración en puntos determinados, lo cual permitió niveles de urbanización y de producción industrial totalmente desconocidos hasta entonces (Wrigley, 2010). En ese nuevo escenario es obvio que la biomasa perdió su protagonismo para la generación de energía, pero eso no significa que desapareciera completamente del mix energético ni siquiera en los países que se fueron industrializando. Como señalan algunos trabajos recientes, tanto en Estados Unidos como en la mayor parte de Europa Occidental el consumo de leña fue declinando con la incorporación de las energías fósiles, pero ese declive fue muy lento, de tal forma que leña y carbón vegetal siguieron teniendo una importancia considerable, especialmente en el mundo rural, hasta por lo menos la década de 1950 (Warde, 2019). A partir de ahí, el fuerte crecimiento del consumo de petróleo y de gas, unido a la expansión de las infraestructuras eléctricas y de transporte que permitían la llegada de energías modernas a la mayor parte del territorio hicieron que el uso de biomasa para fines energéticos acelerara su declive hasta prácticamente dejar de ser considerada. Ahora bien ¿fue esa tendencia general y definitiva?

Ese no fue el caso, desde luego, de muchos países en desarrollo. Por ejemplo, en el caso de Brasil, la leña jugó un papel considerable como fuente de energía para la industrialización (Brannstrom, 2005), o el caso de México, el consumo estable de leña como fuente de energía se mantuvo entre la década de 1960 y finales del siglo XX, ya que, siguiendo una estrategia de uso múltiple (staging energies) una parte importante de la población rural siguió recurriendo a ella como alternativa, pese a disponer también de otras energías modernas como el GLP (Serrano-Medrano et al 2019). En el caso de muchos países africanos y de algunos asiáticos, el consumo de leña como fuente de energía ha seguido creciendo hasta nuestros días (WBA, 2021). Pero la importancia de la energía procedente de la biomasa no se limitó a esos países en desarrollo. Desde finales de los años setenta y debido a la crisis generada por el encarecimiento de los precios del petróleo, también en los países industrializados de la OCDE volvió pensarse en la biomasa como una de las alternativas para una diversificación del mix energético, que ya en ese momento se empezó a ver cómo fundamental (Dietmar, 1975; Burgess, 1978, Abelson, 1980). A partir de ahí se detecta un cambio de tendencia en los usos energéticos de la biomasa a escala global que llega hasta la actualidad (Guo et al, 2015; WBA, 2021). Y eso permite hablar de una transición bioenergética entendida como un proceso que ha supuesto, en primer lugar, un incremento del consumo de biomasa con fines energéticos y, en segundo lugar, una clara diversificación de los productos bioenergéticos disponibles y de los usos finales de los mismos, que incluye no sólo la combustión directa de biomasa, sino también la producción de electricidad o de biocombustibles líquidos para el transporte (WBA, 2021).



Numerosos trabajos han señalado el carácter positivo de este proceso que, al menos teóricamente, puede hacer a las economías menos dependientes de las energías fósiles, puede asegurar un mayor nivel de autoabastecimiento a escala nacional reduciendo la dependencia energética exterior y puede también reducir los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero e incluso alcanzar la neutralidad en el caso de que las emisiones generadas por el uso de biomasa se compensen con una absorción igual de CO₂ por parte de la biomasa en crecimiento (ver, por ejemplo, Demirbas, 2009 o Güney, 2020). Pese a ello, una parte considerable de la literatura observa la cuestión de una manera más crítica, poniendo de relieve los potenciales aspectos peligrosos que podría tener una apuesta irreflexiva por las energías procedentes de la biomasa. Por un lado, la obtención de biomasa compite por la tierra con la producción de alimentos tal y como ocurría en las sociedades pre-industriales, y aunque el problema se presenta en un contexto tecnológico completamente diferente que puede ampliar el margen de maniobra, conviene no perder de vista este problema. Por otro lado, convendría tener presente también la tasa de retorno energético (o EROI por sus siglas en inglés) de las bioenergías, para conocer su comportamiento y evitar situaciones en las que, contabilizando todo el proceso, desde el cultivo hasta su conversión energética, se produzcan pérdidas netas de energía. Finalmente, también el problema de la neutralidad en emisiones puede debe ser tenido en cuenta, ya que para que esa premisa no se cumple en cualquier situación. Nos encontramos en lo que Tilman et al (2009) denominaron el trilema de las bioenergías que incluye las cuestiones alimentarias, energéticas y ambientales y que debería de manejarse tomando en consideración los efectos en esos tres vértices.

Partiendo de este planteamiento, el objetivo de este trabajo es analizar el problema de las bioenergías para el caso español desde la década de los setenta hasta la actualidad. Para ello se contabiliza el consumo de biomasa para fines energéticos, se indaga sobre las causas de esa evolución y se discuten algunas de sus consecuencias. En este avance se presentan únicamente los materiales y se lanzan algunas reflexiones sobre el problema que de momento deben considerarse provisionales.

MIDIENDO LA TRANSICIÓN BIONENERGÉTICA ENEASPAÑA

La medición del consumo de biocombustibles entre la década de los setenta y 2017 es una extensión actualizada de una serie de consumo de biocombustibles de largo plazo (1860-2010) ya elaborada (Infante Amate e Iriarte Goñi, 2017) y sigue en lo básico la metodología de ese trabajo, aunque al tratarse de datos relativamente recientes, las fuentes estadísticas disponibles son mucho más abundantes y permiten una utilización directa de los datos sin necesidad de realizar estimaciones.

El tipo de biomasa para fines energéticos que contabilizamos es la siguiente:

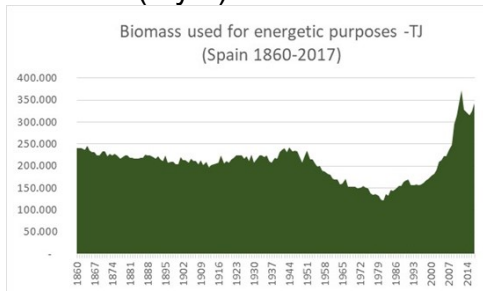
Leña forestal con datos forestales incluidos en los Anuarios de Estadísticas Agrarias (1971-2005) y Anuarios de Estadística Forestal (2005-2017). Leña de cultivos (viña, olivar, frutales) a través de una estimación basada en superficie y coeficientes de plantas



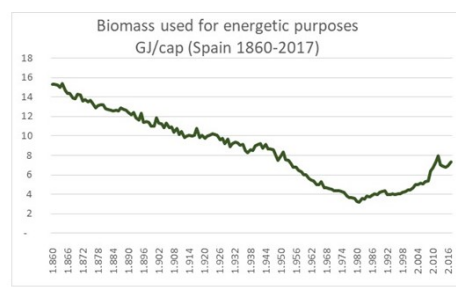
por ha. de los Anuarios de Estadísticas Agrarias. Residuos de la industria maderera con datos de producción de madera y coeficiente de residuos basado en los “balances de la Madera” de los Anuarios de Estadística Forestal. Cultivos y residuos agrícolas, partiendo de la información ofrecida por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDEA) sobre consumo de biomasa para fines energéticos, detraemos las cantidades ya calculadas de leña (forestal y de cultivos), así como los datos de biomasa destinada a la producción de electricidad.

La suma total de biomasa dedicada a usos energéticos en España en el muy largo plazo se mantuvo descendió tan sólo levemente en el largo periodo comprendido entre 1860 y 1950 para sufrir un descenso mucho más acusado a partir de ese momento y finales de la década de 1970 (Iriarte Goñi e Infante Amate, 2019). A partir de ese momento sin embargo se detecta un claro cambio de tendencia tanto en términos absolutos (gráfico 1a) como en términos per cápita (gráfico 1b)

Gráfico 1 (a y b)



Source: Infante and Iriarte 2017 (New series extended from 2010 to 2017)



Source: Infante and Iriarte 2017 (New series extended from 2010 to 2017)

En términos de producción energética total, el cambio de tendencia también se consolidó. Las bioenergías en España pasaron de representar un 4,5% de la producción energética total en 1990, a representar un 6,5% en 2019 (IEA, 2019). Como en el resto de los países de la Unión Europea, las bioenergías en España representan un porcentaje elevado sobre el total de energías renovables, aunque en el caso español esa proporción ha ido disminuyendo más que en el resto de Europa, debido a la mayor apuesta realizada por la energía eólica y fotovoltaica. EN 1990, las bioenergías representaban un 64% de las renovables (frente al 62% de la media de la UE28); en 2018 ese porcentaje había descendido hasta el 43,5%, mientras que en Europa se había incrementado hasta el 67%.

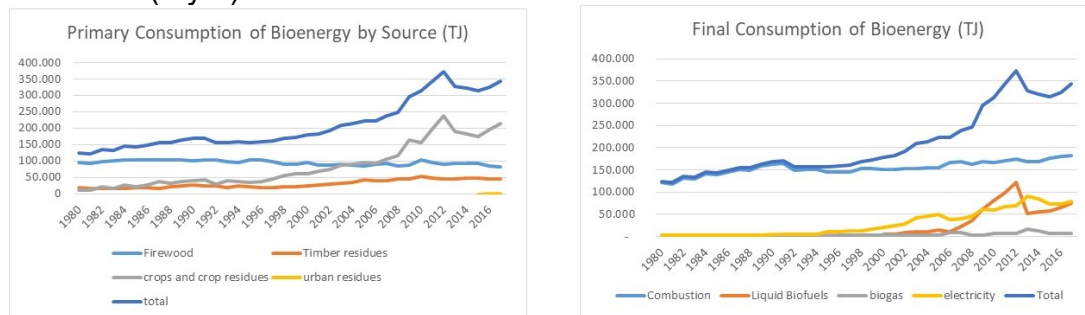
La segunda característica de la transición bioenergética en España tiene que ver con el cambio en el peso relativo de las diferentes fuentes que componen el mix tanto de fuentes de energía primaria como de energía final.

Como se aprecia en el gráfico 2, a la altura de 1980 la fuente de bioenergía más importante con diferencia era la leña (que incluye leña forestal y leña de cultivos). A partir de ahí el consumo de leña ha ido trazando una curva con una ligera elevación de su consumo y un leve declive posterior a partir principalmente del año 2000. Frente a esto, las fuentes de bioenergía cuyo consumo ha crecido han sido los residuos de la industria



de la madera que ha mantenido una ligera tendencia al alza durante todo el periodo y, especialmente, la energía procedente de cultivos y de residuos de cultivos que ha tenido un comportamiento mucho más dinámico especialmente hasta 2013 y que a partir de ahí se ha estancado, aunque manteniéndose en un nivel alto. A la altura de 2017 los biocarburantes líquidos representaban un 62% del total del consumo primario de biocarburantes, mientras que la leña que siempre había predominado históricamente entre las fuentes de bioenergía representaba un 24% del total.

Gráfico 2 (a y b)



Source: Infante and Iriarte 2017. New series extended from 2010 to 2017)

El cambio se puede apreciar también en términos de energía final, aunque en este caso es menos acusado. De hecho, durante todo el periodo, la combustión de biomasa es el uso final predominante, con una ligera tendencia a crecer. De hecho, como se observa en el gráfico 2b, ese tipo de uso fue prácticamente el único hasta mediados de la década de los noventa. A partir de ahí, sin embargo, el consumo final empieza a diversificarse con un crecimiento lento pero constante del uso de bioenergías para conseguir electricidad, y un crecimiento posterior y más abrupto de los biocarburantes líquidos que presentan un comportamiento irregular con algún salto brusco en su consumo.

En definitiva, España se adentra a partir de 1980 en una transición bioenergética caracterizada como en el resto de los países por el incremento del uso de biomasa con fines energéticos y por un cambio en la composición de esa biomasa que afecta a las fuentes primarias y también a los usos finales.

CAUSAS DE LA TRANSICIÓN BIOENERGÉTICA

Las causas de la transición pueden subdividirse en dos grandes grupos. Uno relacionado con aspectos de mercado y el otro relacionado con las políticas de promoción de biocombustibles. Ambos grupos de causas no son totalmente independientes, sino que están relacionados entre sí, pero a efectos expositivos se pueden tratar por separado.

Precios y tecnologías

Precios relativos de la energía fósil y coste relativo de la biomasa. Como se ha señalado, el inicio de la transición bioenergética en los países desarrollados se produjo en la



década de los setenta y estuvo estrechamente ligada con el fuerte incremento del coste del petróleo. Hasta ese momento, con unos precios bajos de la energía fósil, producir energía con biomasa no parece que fuera competitivo en términos de mercado. Debido a su baja densidad energética en relación al volumen y al peso, producir energía con biomasa puede suponer unos altos costes de transporte, además de que presenta claramente menos economías de escala que la producción energética de base fósil (Radetzki, 1997). Desde esta perspectiva la competitividad de las bioenergías será más elevada en momentos de precios elevados de la energía fósil.

En este contexto resulta difícil saber el papel que los precios han podido jugar en la transición bioenergética en España. Una hipótesis razonable puede ser que la peculiar forma en la que se desarrollaron en España las crisis del petróleo de los años setenta (Rubio y Muñoz, 2022) no debieron tener una gran incidencia en el uso de bioenergías hasta mucho después. EL ligero incremento del uso de leña que se detecta desde principio de los ochenta puede estar relacionado seguramente con el incremento de los precios de la energía fósil, pero cabe pensar que ese repunte se limitó a un consumo local a pequeña escala, en aquellos puntos del territorio dónde la obtención de leña era asequible a precios bajos, sin responder ni mucho menos a una estrategia de diversificación basada en las bioenergías. Posteriormente, es posible que desde finales de los años 90 la subida de los precios del crudo y la alta volatilidad de los mismos influyeran en el incremento de los biocombustibles, aunque es difícil demostrar la existencia de una relación directa.

Lo que sí puede presentar una relación más estrecha con las cuestiones de mercado es el mayor crecimiento de algunas bioenergías frente a otras. Como se ha señalado, las dos que más han crecido, son fuentes en las que se pueden obtener cantidades importantes de biomasa concentradas en un punto determinado a un coste asequible, como pueden ser las industrias de la madera o los cultivos con fines energéticos. Por el contrario, la abundante biomasa concentrada en los montes españoles en forma principalmente de leña, descontando un leve repunte en los años ochenta ha mantenido un peso estable con una leve tendencia a la baja, sin mostrar un crecimiento duradero, probablemente porque el coste de recopilar esa biomasa en un punto determinado es demasiado elevado como para resultar rentable.

El cambio tecnológico es un segundo elemento que ha influido de manera potente en la transición bioenergética a escala internacional. La tabla uno resume las posibilidades de uso de biomasa en diferentes estados físicos y en función de la tecnología.

Hay que señalar en primer lugar que los avances técnicos en cualquiera de los tres estados (sólido, líquido o gaseosos) han posibilitado un uso mucho más eficiente de la biomasa para cualquier forma de conversión. El tratamiento de la madera, la leña y sus residuos para la obtención de astillas, briquetas o pellet a través de procesos de trituración, secado, compactación y densificación añaden valor añadido a la biomasa e incrementan su eficiencia para ser utilizada en procesos de combustión directa o de obtención de electricidad (Ortíz et al., 2003).



Tabla 1

POSIBILIDADES BÁSICAS DE USOS DE BIOMASA EN FUNCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

ESTADO FÍSICO	PRODUCTO	ORIGEN BIOMASA	CONVERSIÓN ENERGÉTICA
Sólido	Leña	Bosque/Cultivos leñosos	Combustión directa (calefacción) Electricidad Cogeneración
	carbón vegetal	Bosque/Cultivos leñosos	
	Astillas	Bosque/Cultivos leñosos	
	Briquetas	Residuos/industria madera	
	Pellet	Residuos/industria madera	
Líquido (1ª generación)	Etanol	Trigo/Maíz/Remolacha/Caña	Biocarburantes líquidos (fuel blending) Electricidad Cogeneración
	Biodiesel	Colza/ Girasol/ Soja /palma	
	HVO	Colza/Soja/Residuos aceite	
Líquido (2ª generación)	Etanol lignocelulósico	Residuos agrícolas	
	Biodiesel	Residuos agrícolas y forestales/ cultivos "energéticos"	
	Bio metano	Residuos granja e industriales	
Líquido (3ª generación)	Etanol	Micro algas	
	Biodiesel	Micro algas	
	Bio metano	Micro algas	
Gaseoso	Bio gas	Residuos orgánicos	Compatible gas natural

Elaboración propia basada en Guo et al, 2015; Paredes Sánchez et al, 2019

Pero dónde la innovación técnica y la investigación ha alcanzado sin duda un mayor desarrollo a escala internacional, ha sido en la obtención de biocombustibles líquidos, capaces de ser usados en motores de explosión y ser aplicados al transporte. El trabajo de Albers et al (2016) estudio las innovaciones en el sector de los biocombustibles contabilizando las patentes a escala global entre 1970 y 2013, y contabilizó un total de 66.170 patentes individuales realizadas en 81 oficinas de patente por ciudadanos de 100 países distintos, lo cual da una idea de la importancia que la investigación ha tenido en este sector. El flujo de patentes se inicio en los años setenta, se mantuvo estable hasta aproximadamente finales del siglo XX y a partir de ahí, coincidiendo nuevamente con el incremento en los precios del petróleo inició un boom que no sólo se detuvo tras la crisis financiera de 2008, cuando el petróleo volvió a estabilizarse a la baja. Según los datos de esos autores, sólo un 1,2% de los investigadores que participaron en la creación de alguna de esas patentes tenía nacionalidad española, frente a un 34,1% de nacionalidad china, un 25,2% de nacionalidad estadounidense o un 11,2% de nacionalidad alemana. Parece que, en este caso, como en tantos otros referidos a la innovación, España no ha jugado un papel demasiado importante y se ha limitado por tanto a utilizar tecnologías patentadas en el extranjero.

- La promoción política de las bioenergías

La competitividad de las bioenergías en términos de mercado es débil y según algunos cálculos, sólo la producción de etanol en el caso de Brasil es claramente competitiva en los mercados energéticos, incluso sin ningún tipo de apoyo (Arnold, 2019). Los precios de mercado, sin embargo, no son el único indicador a tener en cuenta. Los beneficios sociales que el uso de bioenergías puede aportar a un país al menos teóricamente (menor dependencia de las energías fósiles, menos dependencia energética exterior, reducción de emisiones, generación de empleo, etc) hace que la promoción política de



esas fuentes de energía haya sido muy abundante desde prácticamente los años setenta. El caso español no ha sido una excepción, ya que las políticas de apoyo a las bioenergías han sido abundantes, pero presenta algunas peculiaridades.

La primera de ellas es que las actuaciones políticas sobre la materia han sido tardías. Ninguno de los primeros Planes Energéticos Nacionales hacía alusión a la biomasa como fuente de obtención de energía y sólo en 1991 se introduce algo al respecto a partir de la cogeneración eléctrica (Cuerdo Mir, 1999). Por lo demás, la legislación posterior de apoyo y promoción de la bioenergía no ha sido original, sino que ha reproducido las medidas adoptadas en la Unión Europea adaptándolas al caso español, aunque no siempre de forma estricta. En este contexto, las principales políticas pueden agruparse en dos grandes grupos relacionados respectivamente con la promoción de cultivos energéticos y con la promoción al consumo de biocarburantes.

El primer grupo se relaciona con las medidas adoptadas en el marco de la PAC y en lo básico ha supuesto la creación de incentivos para dedicar tierras agrícolas poco productivas o abandonadas a la producción de los denominados cultivos energéticos, esto es, a cultivos de biomasa (agrícola o forestal) pensados desde el principio para ser convertidos en energía. Las ayudas de la PAC a la producción de los denominados cultivos energéticos se iniciaron en los años noventa y se mantuvieron con la Nueva PAC a través de ayudas al cultivo. La superficie cultivada creció en unas 200.000 hectáreas a consecuencia de esos incentivos (Nava y Doldan, 2015). Los datos de producción destinada a biocombustible que se dependen de la estadística agraria sugieren que la importancia de esa partida sigue siendo marginal, con un 0,3% de los cereales y un 3,2% de los cultivos industriales destinados a ese fin (Anuario Estadística Agraria, 2019)

El segundo grupo de medidas de promoción han estado orientadas a fomentar la demanda de los biocarburantes a través del establecimiento de cuotas obligatorias de consumo y de exención de algunos impuestos a las empresas productoras o comercializadoras. Las medidas se refuerzan especialmente desde los inicios de la década de 2000, coincidiendo con una apuesta clara de fomento de los biocarburantes por parte de la UE. En el caso español algunas de las medidas más importantes fueron:

2002.- Medidas fiscales -> tipo especial 0 para biocarburantes (desde 2002 a 2013)

2003.- Deducciones (10% cuota íntegra en Sociedades) para instalaciones relacionadas con biocarburantes

2008-2013.- Objetivos obligatorios elevados para biocarburante

2012.- Asignación a empresas de cantidades de producción (Biodiesel) para cumplimiento de objetivos

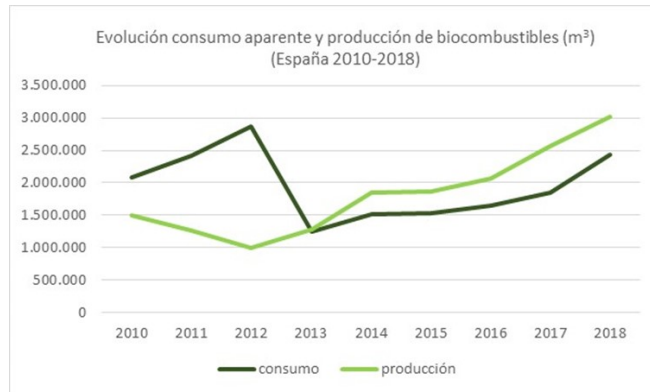
2013.- reducción de objetivos por alto precio de los biocarburantes

2016.- Se van recuperando los objetivos con horizonte 2020

Aunque de momento no se puede llegar a conclusiones cerradas sobre los efectos de estas medidas de promoción, si utilizamos los datos de consumo aparente de

biocombustibles en España entre 2010 y 2018 (gráfico 3) se pueden plantear algunas hipótesis

Gráfico 3



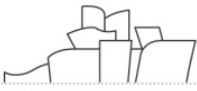
Fuente: Comisión Nacional del Mercado de la Competencia, 2020

Al parecer, las políticas de promoción generaron un boom en la creación de plantas de producción y en la capacidad instalada. Sin embargo, aunque el consumo incentivado por las políticas de promoción había crecido a un nivel considerable en 2010, y creció aún más, hasta 2013, se satisfizo básicamente a través de importaciones de tal forma que una buena parte de las expectativas creadas quedaron frustradas. Además, en 2013 se produjo una rebaja de los objetivos obligatorios que desplomó literalmente los niveles de consumo y conllevó el cierre de un total de 15 plantas de producción y la paralización de unas más de las 53 existentes (APPA, 2013). A partir de ahí, el consumo tiende a incrementarse, aunque sin llegar a superar los niveles de 2013. Curiosamente, la producción ha ido creciendo por encima del consumo, debido probablemente a las dimensiones de la capacidad instalada y ello se ha traducido en un incremento de las exportaciones a terceros países. En términos generales se observa un comportamiento un tanto errático que es probablemente el resultado de unas políticas cambiantes en objetivos

UNA APROXIMACIÓN A LOS EFECTOS DE LA TRANSICIÓN BIOENERGÉTICA EN ESPAÑA AUSAS

Los efectos de la transición bioenergética pueden ser observados a tres niveles diferenciados, a saber, las implicaciones territoriales del incremento del consumo de bioenergías, las implicaciones en términos de mayor o menor eficiencia energética y las implicaciones en emisiones de gases de efecto invernadero y de neutralidad de emisiones. La medición de efectos a estos tres niveles es compleja y de momento sólo estamos en condiciones de plantear algunas hipótesis de trabajo.

En lo que se refiere a las implicaciones territoriales de la transición bioenergética, cabe hacer dos reflexiones básicas en torno al uso del territorio. Como se ha señalado, las fuentes bioenergéticas que más han crecido han sido las relacionadas con los residuos forestales y con los cultivos y residuos de cultivos, mientras que la le biomasa procedente de la leña ha tenido una evolución mucho más modesta. Eso sugiere que la



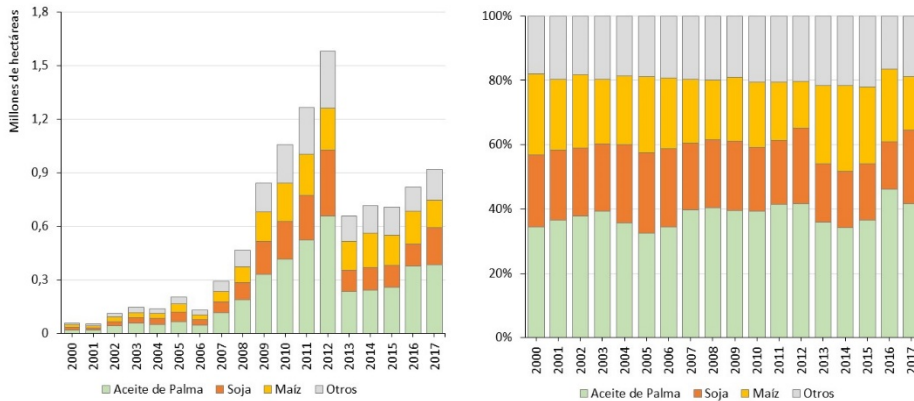
transición bioenergética no ha afectado al uso de la mayor parte de los terrenos de monte del país que han permanecido ajeno a ella. Esto puede considerarse como una oportunidad perdida, debido a que se ha dejado de aprovechar una enorme cantidad de biomasa que permanece en los bosques y que debido precisamente a la acumulación generada por la falta de aprovechamientos acaba suponiendo un peligro potencial para la generación y la extensión de los incendios forestales. Es obvio que la recolección de leña a lo largo y ancho del territorio es una actividad poco competitiva a precios de mercado, pero precisamente por ello, las políticas de promoción del uso de biomasa podían haber ido en esa dirección.

Por el contrario, como hemos visto, los principales incentivos se han centrado en promocionar el consumo de biocarburantes. Una parte importante de los mismos (los combustibles líquidos de primera generación) se producen con biomasa que es apta para la alimentación humana y que, en consecuencia, se detrae del sistema alimentario. Esto tiene unos efectos directos (menos alimentos disponibles) y también un efecto indirecto ya que puede conllevar una expansión de la frontera agraria generada precisamente para incrementar la producción de alimentos (Indirect Land Use Change - ILUC). Las políticas de la UE han tenido en cuenta, al menos teóricamente estos efectos a través de las Directivas de Energías Renovables de 2009 y 2018 (RED I y II), que trataban de paliar los efectos ILUC generados por el consumo europeo de biocarburantes, obligando a presentar certificados de sostenibilidad (Cerdá et al, 2008; Comisión Europea, 2019)

España sin embargo no cumplió inmediatamente esa normativa y estableció una moratoria que sólo ha concluido en fechas recientes, de tal forma que es difícil saber en qué medida el consumo de biocarburantes se ha basado en fuentes sostenibles o ha tenido efectos indirectos sobre los usos de la tierra. Lo que está claro es que una parte importante del consumo y de las exportaciones más recientes, se han cubierto con biomasa importada y que en ese sentido la huella territorial del consumo aparente en España ha superado con mucho los efectos dentro del país. En cualquier caso, conviene no llegar a conclusiones precipitadas, ya que la contabilización más fina de estos efectos depende de muchas variables y debe calibrarse convenientemente (Garrain et al, 2016)

Gráfico 4 (a y b)

Estimación de la huella territorial por cultivos del consumo Aparente de biocarburantes en España

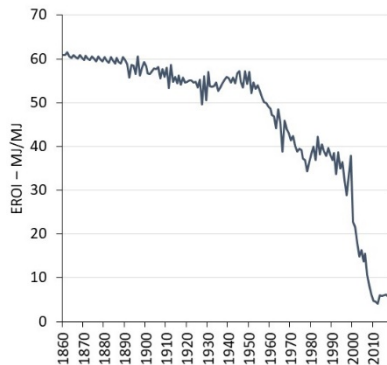


Fuente: Comisión Nacional de la Competencia de los Mercados

El segundo efecto a tener en cuenta tiene que ver con la eficiencia energética de las bioenergías y su tasa de retorno energético. Nuestra hipótesis en este aspecto es que conforme la obtención de productos bioenergéticos se ha ido sofisticando con el uso de más tecnologías de extracción y de transformación, el EROI medio de los biocombustibles ha ido descendiendo.

Gráfico 5

Estimación del Energy Return On Investment (EROI) del consumo de bioenergía en España



Fuente: Elaboración propia. Infante-amate e Iriarte Goñi, 2017. Coeficientes de conversión basados en literatura.

También en este caso la metodología de medición tiene que ser refinada en función de consideraciones diversas (Lechón et al, 2011; Capellan et al, 2019) pero los datos sugieren una caída que sitúa el retorno energético en niveles cercanos a la unidad y que, en consecuencia, están cerca de los límites de la inviabilidad energética.

Finalmente, el tercer efecto tiene que ver con las emisiones de CO₂. En este momento no estamos en condiciones de ofrecer datos concretos sobre la evolución de las emisiones generadas por el consumo de bioenergías, pero a modo de hipótesis podemos plantear que es muy dudoso que ese consumo esté siendo neutro en emisiones como a veces se señala genéricamente al hablar de las bioenergías. Hay que tener en cuenta, por un lado, que una parte de las fuentes bioenergéticas proceden de residuos forestales obtenidos, más que de bosques, de plantaciones de árboles de crecimiento rápido. Una parte de la literatura señala, precisamente que ese tipo de explotación forestal de turno corto, contribuye poco a la captación de co₂ y que, de



hecho, el uso de madera con fines energéticos procedentes de bosques con un turno de corta inferior a 20 años, pueden estar emitiendo CO_2 en términos netos (Schlesinger, 2018)

El razonamiento es extensible a la energía procedente de cultivos, mucho más si como ocurre en el caso español de buena parte de la unión europea, esos cultivos se han producido en países lejanos y es necesario emitir para trasladarlos a los puntos de consumo. Si además se demostrara que su destino para fines energéticos ha generado cambios indirectos en los usos de la tierra que impliquen deforestación, las emisiones asociadas al uso de biocombustibles serían mucho mayores.

A MODO DE CONCLUSIÓN (provisional)

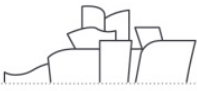
El objetivo de esta comunicación es iniciar el análisis de la transición bioenergética que se ha producido en España en las últimas décadas, en sintonía con lo ocurrido en otros países europeos y de la OCDE.

Los datos confirman esa transición con un incremento del consumo de biomasa para fines energéticos tanto en términos absolutos como en términos per cápita. Confirman también una diversificación de las fuentes bioenergéticas utilizadas, con un mantenimiento de la biomasa tradicional (leña forestal y de cultivos leñosos) y un crecimiento mucho mayor de los residuos forestales y de los cultivos (residuos incluidos) destinados a la obtención de biocarburantes.

La transición se ha producido por una combinación de factores de mercado (precios de la energía fósil y cambio tecnológico) y de factores políticos, pero en términos generales parece que la promoción política ha sido fundamental y que, en ausencia de esos incentivos, las bioenergías no podrían competir con la energía fósil, a no ser en un escenario de precios del petróleo muy elevados.

Otra cuestión es que la promoción política que ha estado detrás de los incrementos del consumo haya acertado a la hora de establecer los incentivos más adecuados. Lo ocurrido en el caso español requiere más análisis, pero una hipótesis que parece razonable es que se ha tratado de una intervención irregular y cambiante que no ha medido bien las consecuencias y que ha generado algunos comportamientos erráticos.

En lo que a los efectos de la transición se refiere, queda mucho por analizar, pero hay elementos que permiten intuir unos efectos ambientales dudosos tanto en lo que se refiere a la casi nula influencia de la transición en el uso de los montes nacionales necesitados de intervención, como en sus posibles efectos en los cambios indirectos en los usos de la tierra, más allá de las fronteras europeas. Tampoco los efectos sobre las tasas de retorno energético de las bioenergías o sobre la supuesta neutralidad de sus emisiones parecen ofrecer datos para el optimismo.



Es obvio que la biomasa tiene que jugar un papel en el proceso de transición energética que se está implementando, pero precisamente por ello es conveniente conocer bien cuales están siendo las debilidades de la transición en marcha, porque eso da opciones para corregirlas.

REFERENCIAS

Abelson, 1980, Energy from Biomass, Science, 208, 4450, 1325

Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA), 2013, Los biocarburantes en España, 2013, Balances del mercado español, <https://www.appa.es/appa-biocarburantes/balances-del-mercado-espanol/>

Arnold, M. Taintera, J.A., and Strumsky, D. 2019, Productivity of innovation in biofuel technologies, Energy Policy 124, 54–62

Albers, S.C., Berklund, A.M. & Graff, G.D., 2016, The rise and fall of innovation in biofuels, Nature Biotechnology, 34, 814-821

Brannstrom, C. 2005, Was Brazilian Industrialisation Fuelled by Wood? Environment and History 11, 395–430 Evaluating the Wood Hypothesis, 1900–1960*

Burgess, R.L. 1978 Potential of Forest Fuels for Producing Electrical Energy, Journal of Forestry, 76, 3, 154–157

Capellan-Pérez, i., De Castro, C. Nad Miguel, L.J., 2019, Dynamic Energy Return on Energy Investment (EROI) and material requirements in scenarios of global transition to renewable energies, Energy Strategy Reviews 26, 100399

Cerdá, E., Caparrós, A. y Ovando, P. 2008, Bioenergía en la Unión Europea, Ekonomiaz, 67, 1, 156-181

Comisión Europea (2019). Informe de situación en materia de energías renovables. Disponible en: <http://bit.ly/2sYN4Ta>

Cuerdo Mir, 1999, Evaluación de los Planes Energéticos Nacionales en España (1975-1998), Revista de Historia Industrial, 15, 161-177

Demirbas, A. 2009, Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review, Applied Energy 86, S108–S117

Dietmar, W. R., 1975, Fuel Forest versus Strip-Mining: Fuel Production Alternatives, Journal of Forestry, 73, 8, 489–493

Garrain, D., De la Rúa, and Lechón, Y., 2016, Consequential effects of increased biofuel demand in Spain: Globalcrop area and CO2 emissions from indirect land use change, Biomass and Bioenergy 85, 187-197



Güney, T. and Kantar, K. 2020 Biomass energy consumption and sustainable development, 27, 8, 1-6

Guo, M., Song, W. and Buhain, J. 2015, Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective, Renewable and Sustainable Energy Reviews 42, 712–725

Infante Amate e Iriarte Goñi, 2017, La transición bioenergética. Cambio y continuidad en el consumo de biomasa con usos energéticos (España, 1860-2010), DT, SEHA, 1702

Iriarte Goñi e Infante Amate, 2019, Continuity, change, and geographical differences in Spain's firewood consumption: a new estimation (1860-2010), Historia Agraria, 77, 33-57

Lechón, Y, Cabal, H. Sáez, R. 2011, Life cycle greenhouse gas emissions impacts of the adoption of the EU Directive on biofuels in Spain. Effect of the import of raw materials and land use changes, Biomass and bioenergy, 35, 237-384

Nava García, J. y Doldan García, X. 2015 Cultivos energéticos, Agricultura, sociedad y desarrollo, 11, 1, 25-34.

Ortíz, L. Tejada, A. Vázquez, A., Piñeiro Veiras, G., 2003, Aprovechamiento de la Biomasa forestal producida por la Cadena Monte-Industria, Revista CIS-Madera, 18-32

Paredes Sánchez, J., López Ochoa, L.M., López González, L.M., Las-Heras-Casas, J. and Xiberta-Bernat, J. 2019, Evolution and perspectives of the bioenergy applications in Spain, Journal of Cleaner Production 213, 553-568

Radetzki, M. 1997, The economics of biomass in industrialized countries: an overview, Energy Policy, 25, 6, 545-554

Serrano-Medrano, M., Ghilardi, A. and Masera, O. 2019, Fuelwood use patterns in Rural Mexico: a critique to the conventional energy transition model, Historia Agraria, 77, 81-104

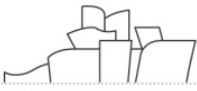
Schlesinger, W.H. 2018, Are wood pellets a green fuel?, Science 359 (6382), 1328-1329

Rubio Varas, M. y Muñoz, B. 2022, Energía en transición, en De la Torre y Rubio Varas, Economía en transición. Del tardofranquismo a la democracia, Marcial Pons, 75-108

Sieferler, R. P. (2001). The Subterranean Forest: Energy Systems and the Industrial Revolution. The White Horse Press.

Smil, 2006, Energy, Berkshire Encyclopedia of World, History, 656-644

Tilman, D., Socolow, R., Foley, J.A., Hill, J. Larson, E. and Lynd, L., Pacala, S., Reilly, J.



Searchinger, T., Somerville, C., Williams, R. (2009) Beneficial Biofuels? The Food, Energy, and Environment Trilemma, *Science*, 325, 270-271

Warde, P. 2019, Firewood consumption and energy transition: a survey of sources, methods and explanations in Europe and North America, *Historia Agraria*, 77, 7-32

World Bioenergy Association (WBA), 2021, Global Bioenergy Statistics

Wrigley, E. A. (2010). *Energy and the English Industrial Revolution*, Cambridge University Press.