DOCUMENTOS DE TRABAJO
ISSN 2174-4912

LA PRODUCCIÓN DE LEÑA EN ESPAÑA Y SUS IMPLICACIONES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA. UNA SERIE A ESCALA PROVINCIAL (1900-2000)

Juan Infante Amate, David Soto Fernández, Iñaki Iriarte Goñi, Eduardo Aguilera, Antonio Cid, Gloria Guzmán, Roberto García-Ruiz y Manuel González de Molina[∝]

DT-AEHE Nº1416
www.aehe.net

asociación española de historia económica

Septiembre 2014

[∝] This paper is protected by a a Creative Commons licence: Attribution-NonCommercial- NonDerivativeWork. The details of the licence can be consulted here: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.en

asociación española de historia económica

DOCUMENTOS DE TRABAJO
ISSN 2174-4912

FIREWOOD PRODUCTION IN SPAIN AND ITS IMPLICATIONS IN THE ENERGY TRANSITION. A DATASET AT PROVINCIAL SCALE (1900-2000)

Juan Infante Amate, David Soto Fernández, Iñaki Iriarte Goñi, Eduardo Aguilera, Antonio Cid, Gloria Guzmán, Roberto García-Ruiz y Manuel González de Molina•

DT-1416, September 2014
JEL: N5; O13; P28; Q23

ABSTRACT

This work provides a provincial scale wood production data-serie for the 20thCentury in Spain as well as a land use reconstruction of wood producers' areas. We take into account, not only forest areas but croplands able to produce wood such us olive, vineyards or fruits orchards. Our main findings suggest a forestland evolution characterized by a transition from areas and species devoted to firewood production with a high prevailing of Quercus, to an intensive forest system characterized by conifers and high forests concentrated in the North of the country. Along this process, a strong spreading of woody crops in the Mediterranean and Southern part of Spain is observed. Thus, it is possible to identify different patterns of supply and consumption of firewood historically along the country, chiefly the Southern-Mediterranean versus North-Atlantic. The first one, characterized by a high consumption of firewood from crops and a low productive open forest area. The second one, characterized by a consumption from highly productive forest areas. Our estimation of firewood production including woody crops reveals that per capita consumption usually was more the 3 kg/day, a data much higher than traditionally assumed. So, we highlight the importance of firewood in Spain until well into the 20th Century. After analyzing inorganic energy consumption at a provincial scale we stress the importance of firewood as fuel in many provinces, chiefly in the Mediterranean, although in relative terms the firewood use began to be lower and lower because the rising of fossil fuels. This data alter the timing and some causes of the energy transition.

Keywords: Forest History, Firewood, Woody Crops, Energy Transition, Socio-ecological Transition.

• Juan Infante Amate (jinfama@upo.es); David Soto Fernández (dsotfer@upo.es); Iñaki Iriarte Goñi (iiriarte@unizar.es); Eduardo Aguilera (emagufer@upo.es); Antonio Cid (ajcid@upo.es); Gloria Guzmán (giguzcas@upo.es); Roberto García-Ruiz (rgarcía@ujaen.es); Manuel González de Molina (mgonnav@upo.es) .

asociación española de historia económica

DOCUMENTOS DE TRABAJO
ISSN 2174-4912

FIREWOOD PRODUCTION IN SPAIN AND ITS IMPLICATIONS IN THE ENERGY TRANSITION. A DATASET AT PROVINCIAL SCALE (1900-2000)

Juan Infante Amate, David Soto Fernández, Iñaki Iriarte Goñi, Eduardo Aguilera, Antonio Cid, Gloria Guzmán, Roberto García-Ruiz y Manuel González de Molina[•]

DT-1416, September 2014
JEL: N5; O13; P28; Q23

RESUMEN

El trabajo presenta una estimación de la producción de leña en España desde 1900 hasta la actualidad y presenta por primera vez una evolución coherente de los usos del suelo tanto a escala agregada como a escala provincial. A partir de estos datos se ha podido construir también una serie de larga duración sobre la extracción y disponibilidad de leña que permite estudiar no sólo los niveles de consumo sino también el impacto de la transición energética en España. Para ello hemos tomado en consideración no sólo las superficies forestales, sino también las superficies dedicadas a cultivos leñosos (olivar, viña y frutales). Los principales resultados revelan una evolución del monte español caracterizada por la transición de superficies leñosas de monte bajo y abierto de quercíneas hacia el monte alto y maderable, con una clara expansión en la zona noratlántica del país. Durante este proceso se observa un fuerte auge de los cultivos leñosos en la zona mediterránea y sur del país. De esta forma se describen modelos de producción y consumo de leña divergentes en las diferentes regiones del país. Por otro lado, la reestimación de la producción de leña forestal así como la adición de la producción cultivada resulta en unas cifras de consumo por habitante que llegaron a superar los 3 kg/día incluso en el siglo XX. Tras analizar el consumo de energías inorgánicas a escala regional se pone de manifiesto la importancia que siguió teniendo la leña como combustible en buena parte del país aunque en términos relativos empezó a ser menor debido al auge de los combustibles fósiles. Estos datos alteran los tiempos y algunas de las causas de la denominada transición energética en el país.

Palabras clave: Historia Forestal, Leña, Cultivos Leñosos, Transición Energética, Transición Sociecológica.

[•] Juan Infante Amate (jinfama@upo.es); David Soto Fernández (dsotfer@upo.es); Iñaki Iriarte Goñi (iiriarte@unizar.es); Eduardo Aguilera (emagufer@upo.es); Antonio Cid (ajcid@upo.es); Gloria Guzmán (giguzcas@upo.es); Roberto García-Ruiz (rgarcía@ujaen.es); Manuel González de Molina (mgonnav@upo.es) .

LA PRODUCCIÓN DE LEÑA EN ESPAÑA Y SUS IMPLICACIONES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA. UNA SERIE A ESCALA PROVINCIAL (1900-2000)[•]

1. Introducción

Sostiene Vaclav Smil que antes de la Revolución Industrial el hombre vivió en la "Edad de la Madera". Aunque otro tipo de materiales fueron muy relevantes en el devenir histórico, la materia prima más determinante y consumida en las sociedades preindustriales fueron la leña, en su uso como combustible, o la madera, en su uso como materia prima (Smil, 2001).

En España, el uso de la leña como combustible fue mayoritario hasta la segunda mitad del siglo XX, momento en el que se expandió el consumo de combustibles fósiles (Carpintero, 2005; Rubio, 2005; Infante-Amate et al., 2014). Desde entonces, el consumo de madera, lejos de disminuir, experimentó un formidable incremento debido a la creciente demanda industrial. Este incremento fue posible gracias al aumento de las importaciones y al aumento de la producción doméstica fruto de la nueva ordenación forestal española (Iriarte-Goñi, 2013). A primera vista, la principal fuente de ambos suministros han sido los aprovechamientos forestales. Sin embargo, un país como España, con una mayoritaria influencia climática de tipo mediterráneo, ha desarrollado históricamente cultivos leñosos como la viña, el olivar o muchos tipos de frutales que han debido tener una notable importancia en el suministro de madera y leña. Por otro lado, la expansión de tales cultivos es dispar en las distintas zonas del país así como la productividad forestal y el tipo de especies predominantes.

Estas líneas abren las dos principales hipótesis que desarrollará este trabajo. En primer lugar, hasta la fecha, la mayoría de reconstrucciones sobre la producción de leña y madera han centrado sus cálculos en las extracciones de origen forestal (v.gr. Rubio, 2005; Iriarte-Goñi, 2013), sin embargo, no contamos con una serie detallada de la producción de madera y leña de origen cultivado. Varios trabajos han puesto de manifiesto que de los cultivos se extraía

[•] Este trabajo ha sido posible gracias a los proyectos HAR2009-13748-C03-03 (Ministerio de Innovación, Ciencia y Tecnología) y 895-2011-1020 (Canadian Social Sciences and Humanities Research Council). Estamos en deuda con Bea Corbacho, Elena Galán, Enric Tello, Paul Warde y Biel Jover que nos han proporcionado algunos datos imprescindibles para la estimación de las series. El trabajo se presentó en el II Congreso de la European Rural History Society en agosto de 2013 (Berna) y en el II Congress of Environmental Histroy en agosto de 2014 (Guimaraes). Agradecemos los comentarios recibidos.

mucha más leña que de las superficies forestales en algunas zonas del país como las regiones olivareras del sur (Infante-Amate, 2012a, b; Infante-Amate y González de Molina, 2013). Este hecho nos conduce a la segunda hipótesis, las series de producción de leña y madera para España han profundizado poco en la perspectiva regional. Este aspecto cobra una importancia mayor si añadimos el hecho de que la productividad de las masas forestales y la expansión de los cultivos leñosos aparentemente están inversamente relacionadas geográficamente, esto es, donde más se expandieron los cultivos leñosos existía una menor productividad primaria forestal y viceversa. Este hecho nos obliga a pensar que existieron modelos marcadamente diferentes en las pautas de producción y consumo de madera y leña en el país.

La reconstrucción de tales series de datos nos ayudará a mediar en algunos debates historiográficos como la función productiva y el cambio del manejo forestal y su relación con la transición energética. Hasta hace relativamente poco tiempo no hemos tenido un dibujo preciso y documentado de los ritmos de la transición energética a escala internacional. Es cierto que era bien conocido que el carbón y luego el petróleo fueron dos recursos cada vez más presentes en las economías europeas y que algunos textos habían dada cuenta de la dimensión de su uso[1]. Sin embargo, no contábamos con series comparables y aplicadas a diferentes estudios de caso.

En perspectiva histórica, caben destacarse dos importantes proyectos que, con diferentes criterios metodológicos han tratado de sistematizar series de consumo energético en el largo plazo. La primera procede de la historia económica, en torno al proyecto "Energy History". En los últimos años varios autores han estimado el uso de la energía en 8 países europeos en series que por lo general comprenden el período 1800-2008. Una síntesis de los principales resultados se ha publicado monográficamente en el trabajo de Kander et al. (2013). La segunda aproximación que ha proporcionado resultados de interés es la asociada a las metodologías MEFA (acrónimo inglés de Material and Energy Flow Accounting). A finales de los 90, varios autores provenientes principalmente de las ciencias naturales perfilaron una metodología común para estimar el consumo de energía y materiales a nivel regional (Adriaanse et al., 1997)[2]. De aquél tiempo a esta parte tal metodología ha sido integrada por numerosas agencias estadísticas, se ha creado una base de datos que ofrece los principales indicadores para todos los países del mundo entre 1980 y la actualidad (SERI, 2008) y, lo que más nos interesa aquí, se ha replicado para varios países en una perspectiva de

[1] Destaca en el caso español el clásico trabajo de Coll y Sudriá (1987) y el más reciente de Nadal (2003).
[2] Existen varias revisiones sobre tales indicadores como las de Bringuezu y Schütz (2003), Daniels y Moore (2002a,b) o Fischer-Kowalski et al. (2011).

largo plazo, cubriendo más de un siglo[3]. Además, se ha construido una serie a nivel global entre 1900 y 2009 (Krausmann et al., 2009).

Los resultados generales de tales trabajos apuntan a un consumo masivo de energías inorgánicas que permitió expandir el crecimiento económico moderno en la medida que sorteó los "limitantes fotosintéticos" propios de las sociedades preindustriales (Wirgley, 2010; Kander et al., 2013). Entre otras cosas, el consumo de carbón alteró la funcionalidad de muchos aprovechamientos agrarios, entre los que destacan los forestales. Una de las teorías más recurrentes de la historia ambiental en los últimos años ha sido la de los *Subterranean Forests* (Sieferle, 2001), mediante la cual se apunta que la llegada del carbón a las economías europeas permitió "ahorrar tierra" en la medida que en que se pudo extraer grandes cantidades de energías sin requerir superficies forestales. En base a tales relatos se ha sugerido que la importancia del monte cayó y se abrieron paso procesos de deforestación o abandono.

Todos los debates que relacionan transición energética y cambio del sector agroforestal, se han basado en realidades centroeuropeas o atlánticas. En nuestra opinión, las países del Mediterráneo cuentan con algunas particularidades que pueden hacer que tales argumentos muestren pautas diferentes. Los montes del Mediterráneo se caracterizan por una baja productividad primaria y, por otro lado, suelen estar lejos de la idea de monte alto productivo de otras latitudes, se confunden con aprovechamientos agrícolas, ganaderos, cuando no aparecen como zonas de matorral sin arbolado. Por otro lado, como venimos apuntando, una parte muy relevante de la superficie arbolada no proviene de los montes sino que está en superficies cultivadas. Finalmente, en la región, apenas se encontraron reservas de carbón u otras energías modernas, lo que hizo que hasta bien entrado el siglo XX su consumo fuera relativamente reducido. Con tales fundamentos creemos que es posible añadir algunas nuevas evidencias a las pautas de transición energéticas y manejo agroforestal en el mediterráneo.

Para dar respuesta a tales interrogantes este trabajo propone una estimación de la producción de leña y madera en España entre 1900 y 2000 a escala provincial distinguiendo entre los productos de origen forestal y aquellos de origen cultivado. Entendiendo la producción en sentido económico, esto es, las extracciones realizadas cada año. La tarea presenta algunos retos importantes. En primer lugar, solo disponemos de datos de producción forestal fiables para la segunda mitad del siglo. Para la primera mitad se han propuesto

[3] Específicamente para los casos de España (Infante-Amate et al., 2014), Inglaterra (Schandl y Shulz, 2002), Austria (Krausmann et al., 2008), Checoslovaquia (Kuskova et al., 2008), Japón (Krausmann et al., 2011) y EEUU (Krausmann et al., 2012).

algunas estimaciones basadas en el consumo (Zapata, 2001; Iriarte-Goñi y Ayuda, 2006; Iriarte-Goñi, 2013). Este trabajo quiere ofrecer una nueva estimación basada en la producción del monte para lo que ha sido necesario calcular la superficie forestal por tipo de aprovechamiento a escala provincial y aplicar factores de productividad en cada caso y en cada período. Para ello, se ha realizado una revisión de literatura de los datos de productividad y se ha tomado en cuenta, en base a información actual basada en los Inventarios Forestales Nacionales, la productividad primaria del monte español en cada provincia. En segundo lugar, ha sido necesario estimar la producción derivada de los cultivos leñosos para los cuales hay datos muy fragmentarios y de poca fiabilidad para el período estudiado. Para su cálculo, según el tipo de cultivo, hemos aplicado ecuaciones que permiten estimar su producción anual o bien hemos realizado revisiones de literatura cuando esto no ha sido posible.

Habida cuenta de la gran cantidad de datos que es necesario manejar, los resultados no representan una serie anual sino que se refieren a datos decenales para cada año acabado en cero entre 1900 y 2000 ambos inclusive. Como quiera que los datos ofrecidos son de producción estimada de leña y madera por decenios, los resultados expuestos están lejos de representar una evolución precisa de su consumo o extracción que dé cuenta de ciertas variaciones anuales provocadas por factores de diversa índole como cambios en la temperatura o factores históricos coyunturales. Si bien en el caso de la producción leñosa de los cultivos la poda se realiza inexcusablemente cada año (o cada pocos años) no ocurre igual en el caso del monte, cuyas extracciones pueden variar atendiendo a necesidades específicas y por tanto derivarán en una mayor o menor apropiación. Dicho de otra forma: los resultados expuestos servirán para conocer las pautas generales de extracción de leña y madera en todo el siglo XX, no las variaciones anuales. En este sentido, se ofrece una estimación de la extracción de madera y leña forestal durante los primeros cincuenta años del siglo XX, periodo no cubierto por las estadísticas forestales. Para hacer todo esto posible, ha sido necesario reconstruir la superficie forestal por tipo de aprovechamiento desde 1900, estimar la producción de madera y leña derivada de los cultivos y desagregar los datos por provincia.

El texto se divide en dos grandes apartados. El primero, que contiene varios epígrafes, presenta los principales resultados de nuestra investigación. Comienza analizando los usos del suelo forestales y cultivados potencialmente productores de leña en España a escala provincial. Después se presentan los principales resultados de producción y se añaden algunas hipótesis sobre el consumo de madera y leña según el origen de la producción y el destino de la misma. Finalmente, termina con una parte de interpretación de los resultados ofrecidos en los que mediamos en los debates antedichos de la transición energética y el cambio de la

funcionalidad de productiva del sector agrario. El segundo, más amplio, es un extenso apartado metodológico y estadístico donde se detallan las fuentes, métodos y otro tipo de evidencias y soportes que sostienen los resultados del trabajo. Este último apartado también quiere ser una amplia compilación y descripción de las diversas fuentes productoras de madera y leña en el país, la información existente sobre cada una y las vías para establecer una estimación de su producción.

2. Aprovechamientos leñosos: evolución de los usos del suelo

Para proceder a la estimación de la producción de leña en España, ha sido preciso la reconstrucción de las superficies leñosas del país. En muchas ocasiones, como detallaremos a lo largo del texto y en el anexo metodológico, la estimación se ha realizado sobre los usos del suelo de cada provincia y su potencial de producción primaria de leña. En el caso de los aprovechamientos forestales ha sido necesario plantear una nueva estimación de los usos del suelo de las diferentes masas forestales, atendiendo a su tipología (especies y aprovechamientos) a nivel provincial para ajustar las producciones de leña. Como quiera que la interpretación de tales datos requiere un análisis más detallado que escapa a los intereses y objetivos de este texto, centrado en la producción de leña y sus implicaciones en la transición energética, los aspectos interpretativos más relevantes del cambio forestal y sus usos del suelo, serán tratados en otro trabajo más ampliamente. Sin embargo, las primeras páginas de esta investigación sirven para presentar de manera general los principales resultados.

El monte ha sido tradicionalmente la principal fuente de suministro de leña en todo el mundo. También en España, donde las superficies forestales han ocupado históricamente un lugar muy significativo. A mediados del siglo XIX contaba con unas 32 millones de hectáreas (Mha) de superficie forestal total[4], lo que suponía casi dos terceras partes del país. En 1900, primer año en el que podemos hacer una estimación razonable, ésta había caído a 29,85 Mha. En 1960 se contabilizaron 25,92Mha (Tabla 1). Más de 6 Mha, una séptima parte del territorio nacional, había sido deforestado. Según los datos de estudios de caso locales realizados a partir del Catastro de Ensenada y fuentes sucesivas la caída también fue generalizada desde mediados del siglo XVIII[5].

[4] Aunque no sabemos qué parte estaba arbolada.

[5]Los testimonios sobre tal hecho son mucho más pretéritos. Es conocida la carta dirigida al Presidente del Consejo de Castilla en 1582, firmada por Felipe II: "Una cosa deseo ver acabada, y es lo que toca a la conservación de los montes y aumento de ellos, que es mucho menester, y creo que andan muy al cabo. Temo que los que vinieran después de nosotros han de tener mucha queja de que se los dejamos consumidos, y plegue

Los procesos de deforestación han estado presentes en todo el mundo. Se estima que desde la invención de la agricultura la superficie forestal ha caído entre un 15% y un 45%, con diferentes ritmos y pautas regionales a lo largo de la historia (McNeil, 2001:229). En Europa, a mediados del siglo XVII ya se había deforestado más de una tercera parte de todo el continente (Williams, 1990) agudizando un proceso inaugurado en época Antigua (Kaplan et al., 2009). Parece evidente que desde el 1500 la desaparición del monte y la consecuente escasez de recursos forestales empezó a ser un problema común en buena parte de Europa, agudizado hasta bien entrado el siglo XIX (Allen, 2003; Warde, 2006:41-42; Radkau, 2008:139; 2011; Parrotta and Trosper, 2012:216). La deforestación española, por tanto, se inserta dentro de lo ocurrido en el conjunto de un continente en el que la creciente presión sobre los recursos y la ampliación de la frontera agrícola terminaron por reducir notablemente la superficie forestal (Boserup, 1965, 1981). Obviamente España, como el resto de países europeos, mostró algunas particularidades específicas.

El proceso de pérdida de masa forestal se expandió en España hasta mediados del siglo XX. En buena parte de Europa éste se había frenado ya a lo largo del XIX, momento en el que las masas forestales empezaron a controlarse, a gestionarse de manera intensiva y a focalizar su producción en la madera cuando empezaron a sustituirse los combustibles orgánicos por los inorgánicos[6]. Una historia análoga a lo ocurrido en España algunas décadas después.

En este sentido, y como iremos detallando más abajo, la transición en la ordenación de las masas forestales y de su manejo parece estar íntimamente ligada con la transición socio-ecológica. La incorporación de los combustibles fósiles alteró, entre otras muchas cosas, los usos del suelo forestales y su vocación productiva. La reducción y la posterior reordenación de las masas forestales pueden ser entendidas, consecuentemente, como otra evidencia del agotamiento del metabolismo orgánico y como resultado de la transición hacia un metabolismo industrial (González de Molina y Toledo, 2014).

---

a Dios que no lo veamos en nuestros días". A finales del XVIII, una de las primeras publicaciones periódicas sobre temas agrarios en España, sostenía que: "Debiéndose destinar para granos mayor porción de terreno, ha sido necesario convertir muchos montes en tierras de labor. De aquí es que la escasez de leña es una consecuencia necesaria del estado floreciente de las naciones y consecuencia que se puede colocar entre las muchas causas que las arrastran a su decadencia, pues no se puede concebir cómo subsiste una grande reunión de hombres, en donde faltan árboles (…). Aunque hace mucho tiempo que el gobierno ha querido proteger los montes, favorecer la replantación y evitar el consumo inútil de leña y madera, se clama por todas partes que este mal va cada vez en aumento, y exige eficaz y pronto remedio" (Anónimo, 1799:235).

[6] Según Warde (2006:37) este proceso empezó a vislumbrarse en Centroeuropa en el siglo XIV, aun así tuvo su gran auge a finales del XIX. Ver: Johann et al. (2004), William (2006:164), Radkau (2008:214), Agnoletti et al.(2011) o Parrotta y Trosper (2012:219-20).

Tabla 1. Uso del suelo en España en miles de hectáreas.

	Cultivada	Monte Alto	Monte Bajo	Monte Abierto	Arbolado	Matorral y Pasto	Forestal	SAU	Improductiva	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1900	16.479	2.836	7.126	2.989	12.951	16.901	29.852	46.331	4.169	50.500
1910	17.228	2.980	6.872	2.814	12.666	16.437	29.103	46.331	4.169	50.500
1920	18.799	3.336	6.549	2.702	12.587	14.845	27.432	46.231	4.169	50.500
1930	20.368	3.558	5.843	2.586	11.987	13.976	25.963	46.331	4.169	50.500
1940	18.782	3.759	6.115	2.626	12.501	15.049	27.550	46.331	4.169	50.500
1950	19.856	3.697	5.619	2.776	12.092	14.383	26.476	46.331	4.169	50.500
1960	20.413	4.929	5.076	3.320	13.325	12.594	25.919	46.331	4.169	50.500
1970	20.885	6.240	4.640	3.835	14.715	11.190	25.905	46.789	3.680	50.470
1980	20.499	6.741	4.824	4.033	15.598	10.691	26.289	46.788	3.684	50.472
1990	20.172	7.189	4.979	3.636	15.805	10.746	26.550	46.723	3.746	50.469
2000	18.304	7.460	5.055	3.893	16.408	11.645	28.053	46.357	4.143	50.500

1. Cultivada: Tierras labradas y de cultivo.**2. Monte Alto:** Superficie arbolada con método de beneficio de monte alto, esto es, corta del árbol para su regeneración. Generalmente sin uso a pastos y con vocación productiva maderera. Destacan coníferas. **3. Monte Bajo:** Zonas con método de beneficio de monte bajo, esto es, corta de resalvos. Su vocación productiva es la producción de leña. La morfología de su paisaje depende de la zona del país, encontrando montes bajos intensivos y otros más próximos al matorral. Protagonizada principalmente por quercíneas. **4. Monte Abierto:** Su forma más significativa es la dehesa, aunque también integra otro tipo de aprovechamientos caracterizados por la baja densidad del arbolado y la combinación con pastos. Igualmente destacan las quercíneas. **5. Arbolado:** La suma de las tres categorías anteriores. La estadística española, desde 1973, se refiere a esta partida como forestal, incluyendo solo la superficie arbolada. **6. Matorral y pasto:** Superficie con aprovechamiento agrario, no labrada y no arbolada. Incluye prados naturales, pastizales, eriales a pastos, espartizales y zonas de matorral diverso.**7. Forestal:** Suma de la zona arbolada más la de matorral y pastos. Es, en nuestra ordenación, la superficie agraria no labrada. **8. SAU:** Superficie agraria útil. Suma de la forestal y la cultivada. **9. Improductiva:** Zonas agrarias que no producen y zonas con otros usos como ríos, lagos o superficies urbanizadas. **10. Total:** Es la superficie geográfica española. Suma de la improductiva y la SAU.

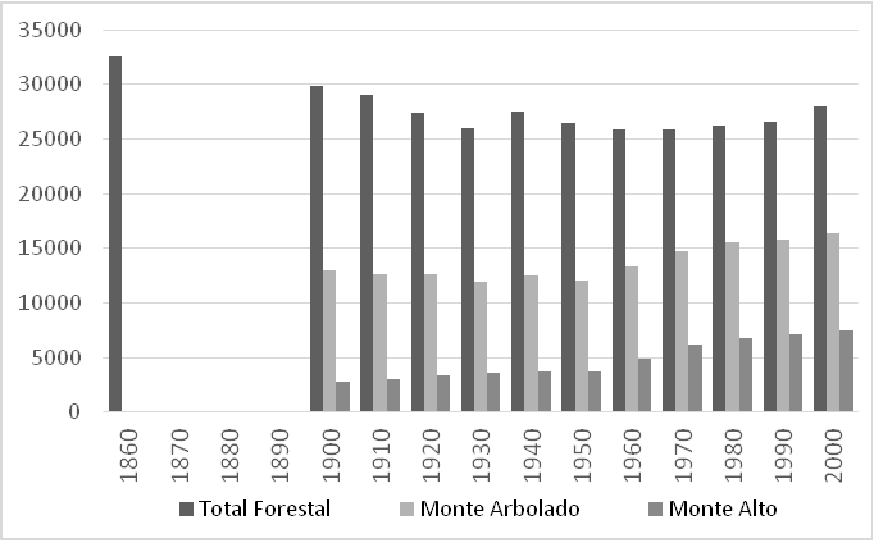
A lo largo del siglo XIX la creciente presión poblacional hizo aumentar la frontera agrícola que creció sobre antiguas superficies forestales. De la misma forma que la Revolución Liberal permitió el acceso a muchos nuevos propietarios que alentaron tal proceso. Por otro lado, una de las derivadas de la penetración del liberalismo en el campo español, fue la desregulación del sistema forestal. Buena parte de la superficie forestal pasó a manos privadas. Se estima que entre 1855 y 1926 la superficie privatizada estuvo entre 5 y 7 Mhas (López Estudillo, 1992; GEHR, 1994).Con respecto a los montes públicos, también es conocido el proceso mediante el cual se fueron practicando roturaciones que, de manera legal o no, hicieron caer la superficie de monte en España (v.gr., López Estudillo, 1992).

Parece obvio que la superficie forestal cayó pero tenemos poca información sobre la dimensión de las roturaciones en zonas profusamente arboladas. Dicho de otra forma, no sabemos si el proceso de avance agrícola y urbano se realizó sobre montes arbolados o sobre superficies de pasto y matorral, también incluidas en las denominadas zonas forestales. En el monte mediterráneo, no todo el aprovechamiento forestal se refiere a densas arboledas. Ha tendido a estar integrado con aprovechamientos pastorales o agrícolas, desarrolla zonas de matorral y pasto o extensiones arbóreas de bajo porte (Blondel y Aronson, 1999:113). El clima, pero también el manejo histórico de una zona colonizada desde hace milenios, han debido forjar diversos aprovechamientos forestales ajenos a la noción de monte alto maderable (Groove y Rackham, 2001; Quézel, 1978, Scarascia-Mugnozza et al., 2000:99).

Según los datos reconstruidos para este trabajo, durante la primera mitad del siglo XX la superficie forestal total cayó en 3,38 Mha de las cuales solo 0,86 Mha eran arboladas. Esto es, la pérdida de masas forestales se realizó en mayor medida sobre superficies de matorral y pasto que cayeron más de 2,52 Mha (Figuras 1 y 2). Por tanto, en términos de usos del suelo, hablar de deforestación en el caso español no implica hablar de una fuerte pérdida de masas arboladas durante este período. Dicho esto, tampoco podemos afirmar que no existiera un proceso de degradación fruto de manejos poco sostenibles.

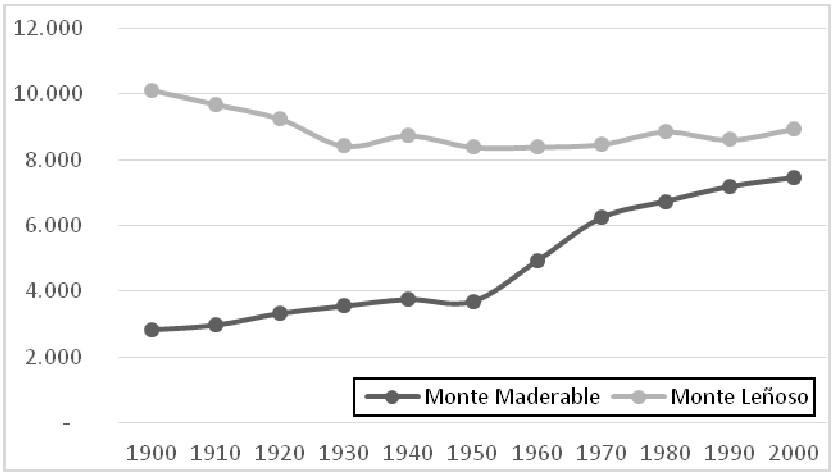
Aunque la superficie arbolada cayó, entre 1900 y 1950, la superficie de monte alto maderable pasó de 2,84 Mha a 3,70 Mha. Así pues, la superficie leñosa, compuesta por montes abiertos en sus distintas formas así como por aprovechamientos de monte bajo llegó a caer 1,72 Mha (Figuras 1 y 2). En muchas provincias estas superficies fueron roturadas para ampliar la frontera agrícola, en otras, en cambio, hubo una sustitución del aprovechamiento de las masas forestales, cambiando antiguos montes leñosos por especies madereras.

Figura 1. Superficie forestal, arbolada y de monte alto en España (Miles de hectáreas).



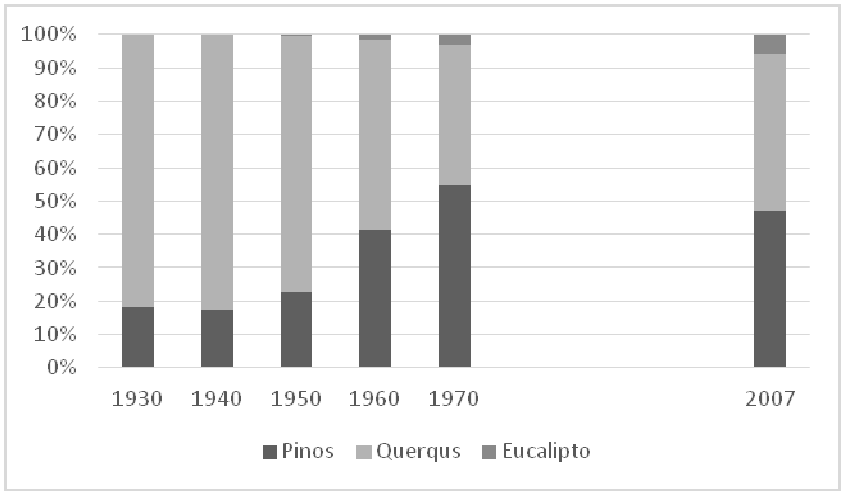
Fuente: ver texto.

Figura 2. Superficie del monte alto-maderable y el leñoso. Miles de hectáreas.



Fuente: ver apartado metodológico.

Figura 3. Superficie forestal por principales especies. Porcentaje del total.



Fuente: ver apartado metodológico.

Este proceso tiene origen en las políticas implementadas unas décadas antes. Las superficies forestales no enajenables por parte del patrimonio público fueron aquellas de importancia clave en la producción de madera. En 1859 se catalogaron más de dos terceras partes como no enajenables, aunque la ley se volvió más laxa y terminó por eximirse de la venta solo superficie de pinos, robles o hayas (López Estudillo, 1992:80). Esto es, los elementos claves en la producción maderera y que copaban la totalidad del arbolado más denso en España. La enajenación afectó a encinas, chaparros y otras superficies similares. Las coníferas más intensivas fueron exceptuadas de tal proceso. En 1925, los montes que quedaban en pie en algunas zonas del sur del país eran principalmente de pinares (Moya, 2004:464)[7].

Así, el monte español inició un proceso hacia la especialización en aprovechamientos madereros que se agudizó mucho más en la segunda mitad del siglo XX. Es una historia mucho mejor conocida, principalmente porque empezaron a publicarse estadísticas "completas" forestales, y que derivó en un acusado crecimiento de la superficie de monte alto, la cual llegó a alcanzar 7,46 Mha en el año 2000, culminando una evolución de crecimiento continuado desde principios del siglo XX. La superficie forestal arbolada leñosa se estabilizó, moviéndose entre 8,40 Mha y 8,95 Mha entre 1950 y 2000. De esta forma, durante la segunda mitad del siglo XX la superficie arbolada total de los montes españoles rompió su tendencia decreciente pasando de 12,09 Mha a 16,41 Mha.

Los planes de repoblación que habían empezado a fraguarse a principios del XX se desarrollaron desde los 40, así, la política forestal se centró en el auge de las coníferas y especies madereras de crecimiento rápido. A esta inercia del monte público se unió el privado (GEHR, 2003). La economía española demandaba crecientes cantidades de madera como materia prima a la vez que las superficies leñosas perdían importancia por el auge de los combustibles inorgánicos (Carpintero, 2005; Rubio, 2005).

[7]En cualquier caso, es difícil extrapolar la dinámica del cambio. Nos parece importante, en este sentido, retomar lo que se decía en la parte metodológica sobre la confusión entre nociones como dehesa o monte bajo. La estadística agraria y forestal española las ha clasificado de muy diferente forma. En ocasiones, no ha sabido muy bien lo que hacer con ellas: a veces integradas en zonas de cultivo, otras veces como matorral y pasto, otras veces como superficie arbolada… Hemos comprobado cómo algunas provincias presentaban unos grandes cambios en el tipo de sus usos del suelo forestales en apenas una década, muestra inequívoca de un cambio de criterio en la estadística. En nuestra opinión, más allá de un trabajo negligente, estamos ante la evidencia de un trabajo muy difícil de realizar: el de ordenar la superficie forestal cuando es muy difícil poner el límite entre esta, la cultivada y la dedicada estrictamente a pastos. Evidencia, entendemos, de la complejidad propia del monte mediterráneo, muy diferente del monte continental. Desde el siglo XVIII, antes de este proceso de cambio, se ha apuntado cómo era difícil encontrar evidencia de zonas estrictamente forestales, habida cuenta de la gran integración entre agricultura y ganadería en el monte (Manuel Valdés, 1996:113).

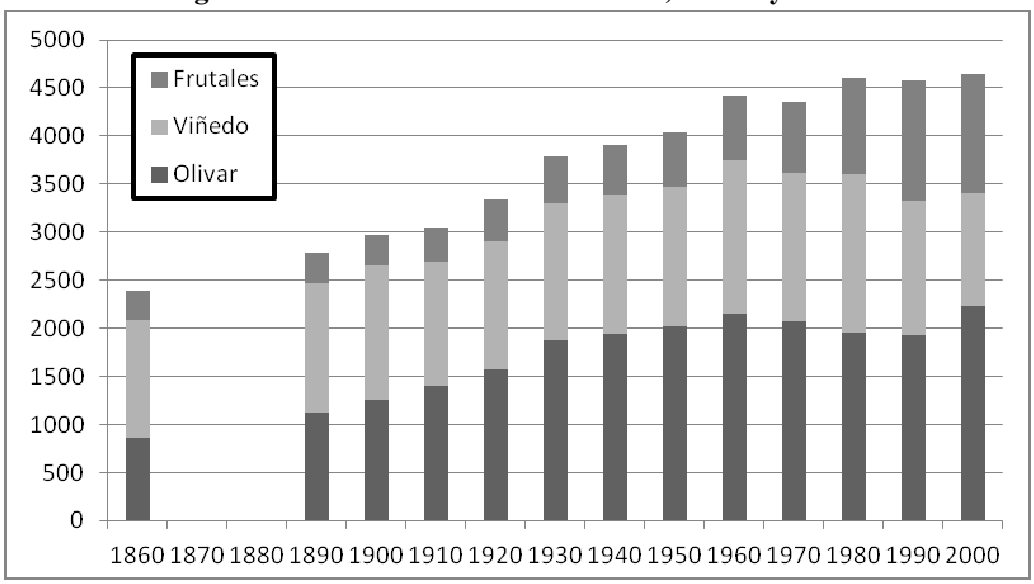
Estas transformaciones alteraron decisivamente la estructura del monte español. Dentro del centenar de especies que crecen en el Mediterráneo, en España, las del género *Quercus* parecen haber protagonizado históricamente el paisaje de la península. Las superficies de dehesa o monte bajo leñoso, estaban copadas por encinas, alcornoques o rebollos. Llegaron a ocupar, en total, más de 10 Mha. Sin olvidar que el monte alto de roble también tuvo una importancia significativa: en 1930 ocupaba unas 600 mil ha frente a las 2,2 Mha de pinos. Así, es probable que a principios del siglo XX, las *quercíneas* ocupasen algo más del 80% de la superficie forestal arbolada del país.

La deforestación de los árboles del monte se hizo a costa de tales especies, mientras que las coníferas siguieron creciendo. Así se explica que en 1960 más de un 40% de la superficie arbolada estuviese ocupada por pinos y en 1970, por primera vez, lo hiciese más de la mitad. De nuevo, la política de repoblación franquista queda evidenciada así como la transición energética que derivó en un abandono de las áreas leñosas.

La superficie de pinares pasó de poco más de 2 Mha a principios de siglo hasta casi 8 Mha en la actualidad, suponiendo un porcentaje mayoritario del arbolado forestal. Se promocionaron, pues, especies de crecimiento rápido, cuyo objetivo era repoblar zonas con riesgo de erosión y, principalmente, focalizar el carácter productivo del monte hacia la producción maderera. Se pasó, así, de la "sociedad de árboles" al "ejército de pinos"[8], de los cuales, por cierto, muchos de ellos fueron exóticos. El *Pinus Radiata* hoy ocupa casi 300 mil hectáreas. En 1930, en España, apenas crecían 6000 hectáreas de eucalipto, casi todas concentradas en Santander. Hoy, crecen más de 800 mil hectáreas extendidas por casi todo el país.

[8] Palabras de Luis Ceballos citadas por Carpintero (2005:294).

Figura 4. Miles de hectáreas de frutales, viñedo y olivar



Fuente: para viña y olivar tomado de Barciela et al. (2005) salvo el año de 1860 que se corresponde con 1858 y está tomado de Gallego (1986). Para el caso de los frutales el dato de 1860 es de Gallego (1986), entre 1890 y 1930 es de Barciela et al. (2005) y para los siguientes años están tomados del *Anuario de Estadística Agraria*. Nótese que en el caso de los frutales no se cuentan los árboles dispersos en otros aprovechamientos que, en muchos cultivos son una parte muy significativa de su producción.

Tabla 2. Superficie con potencial de producción de leña en España. Miles de toneladas.

	Olivar	Viñedo	Frutales	Cultivos Leñosos	Forestal Leñoso	Total Superficie Leñosos	% Cultivos Leñosos	% Forestal Leñoso
	1	*2*	*3*	*1+2+3 = 4*	*5*	*6 = 4+5*	*4/6*100*	*5/6*100*
1900	1253	1407	307	2967	10317	13284	22,34	77,66
1910	1396	1293	365	3054	9790	12844	23,78	76,22
1920	1571	1331	434	3336	9772	13108	25,45	74,55
1930	1882	1414	498	3794	9106	12900	29,41	70,59
1940	1936	1456	514	3906	9726	13632	28,65	71,35
1950	2023	1444	573	4040	8330	12370	32,66	67,34
1960	2148	1606	660	4414	8402	12816	34,44	65,56
1970	2075	1535	747	4357	8475	12832	33,95	66,05
1980	1962	1643	1003	4608	8857	13465	34,22	65,78
1990	1927	1393	1259	4579	8616	13195	34,70	65,30
2000	2231	1170	1249	4650	8948	13598	34,20	65,80

Fuente: ver anexo metodológico.

En suma, la superficie arbolada del monte español cayó hasta 1950 y desde entonces inició un proceso de reforestación en base especies madereras. A lo largo del siglo XX la superficie forestal leñosa cayó como parece que había venido haciendo desde bastantes décadas antes y, a partir de 1950, se estabilizó. Sin embargo, algunas de las roturaciones que se remontan a períodos anteriores a 1900 se realizaron con cultivos leñosos que fueron

ganando un mayor protagonismo en todo el país. Este proceso continuó, según documentamos para este trabajo, a lo largo del siglo XX.

En el caso de España, ya desde mediados del siglo XIX, la superficie ocupada por cultivos leñosos casi alcanzaba las 2,5 Mha, entre una superficie agrícola de alrededor de 16 millones de hectáreas (Gallego, 1986). Desde entonces han dibujado una senda expansiva que ha hecho que en las últimas décadas del siglo XX se estabilice la superficie en torno a 4,5 millones de hectáreas, un elevado porcentaje de la superficie agraria útil en nuestro país. Añadamos que buena parte de tales aprovechamientos arrojan datos de producción de leña, en ocasiones, mucho mayores que ciertas zonas forestales. A fin de cuentas, estamos hablando de superficies, en muchas ocasiones, irrigadas y bien fertilizadas que, en consecuencia, generan una alta productividad de biomasa.

Dentro de los principales cultivos leñosos destacan el viñedo, el olivar y los frutales. El primero de ellos fue el cultivo leñoso de mayor expansión desde el siglo XIX y lo seguía siendo en 1900. Sin embargo, la filoxera, así como el nuevo auge de los caldos franceses, entre otros motivos, hicieron que su superficie cayese significativamente durante las primeras décadas del XX (Pan-Montojo, 1994; Pinilla y Ayuda, 2002). Aun así, siempre ocupó más de un millón de hectáreas en todo el país. Durante estos años el olivar siguió una pauta inversa: pasó de 1,25 Mha en 1900 a 2,02 Mha en 1950. Ha seguido creciendo ininterrumpidamente hasta la actualidad. Los frutales ocupaban una superficie menor a principios de siglo, apenas 0,31 Mha[9]; crecieron débilmente en la primera mitad del XX, pero en las últimas décadas del siglo protagonizaron una formidable expansión hasta ocupar en el año 2000 alrededor de 1,25 Mhas, superando a la superficie dedicada a viña (ver Figura 4 y Tabla 2).

En suma, la gran importancia de los cultivos leñosos en el país hacía que de la superficie potencial de dedicación leñosa, incluyendo los aprovechamientos forestales, un 22,34% tuviera un origen cultivado. Su gran crecimiento a lo largo del XX hace que hoy en día sea un 34,20%. Añadamos que el factor de la superficie cultivada no solo ha protagonizado un proceso expansivo sino también de intensificación mediante el cual se han multiplicado los pies por hectárea en todos los cultivos estudiados aquí.

Dicho de otra forma: la importante y creciente presencia de los cultivos leñosos en nuestro país nos obliga a estudiar con detalle su rol como suministradores de madera y leña.

[9] La superficie de frutales es un punto controvertido. Si tomamos los datos de las estadísticas esta se movió en el primer tercio del siglo XX entre 300 mil y 500 mil hectáreas aproximadamente. Generalmente estas cifras se refieren a la superficie en plantación regular. Sin embargo, una vez que incluimos los árboles dispersos, suponiendo que estuviesen con la misma densidad de plantación que las del plantío ordenado, la superficie "virtual" de frutales llega a alcanzar las 700 mil hectáreas.

Esta evolución general de las superficies leñosas y maderables en el país presenta una importante heterogeneidad espacial. En las figuras 5 y 6 mostramos la superficie forestal total y la superficie arbolada en las provincias españolas para los años de 1900, 1950 y 2000. Esto es, el primer año de nuestro estudio; 1950, en los albores del cambio hacia el "ejército de pinos", cuando la superficie forestal era la más baja de la historia reciente; y el año 2000, el más próximo a la actualidad.

Hasta la segunda mitad del siglo XX, prácticamente ninguna provincia española contaba con más de la mitad de su superficie total bajo aprovechamientos de monte. De hecho, la mayoría tenía entre un 15 y un 50%, derivado de la necesaria integración agrosilvopastoril con la que operaban las sociedades preindustriales (González de Molina, 2010a, 2010b). En 1900 podemos ver una distribución espacial relativamente estable del arbolado, destacando las zonas noroccidentales y suroccidentales del país. En 1950, la caída de la superficie forestal ante el avance de la colonización agrícola o bien del abandono de muchas zonas fue generalizada en todas las provincias. Sin embargo, en la actualidad, el proceso de reforestación que, por cierto, ha dado lugar a que haya una superficie arbolada mucho mayor que hace un siglo, se ha concentrado en un puñado de provincias, principalmente del norte del país. Destacan Galicia, el País Vasco, Barcelona y algunas provincias del levante o el suroeste.

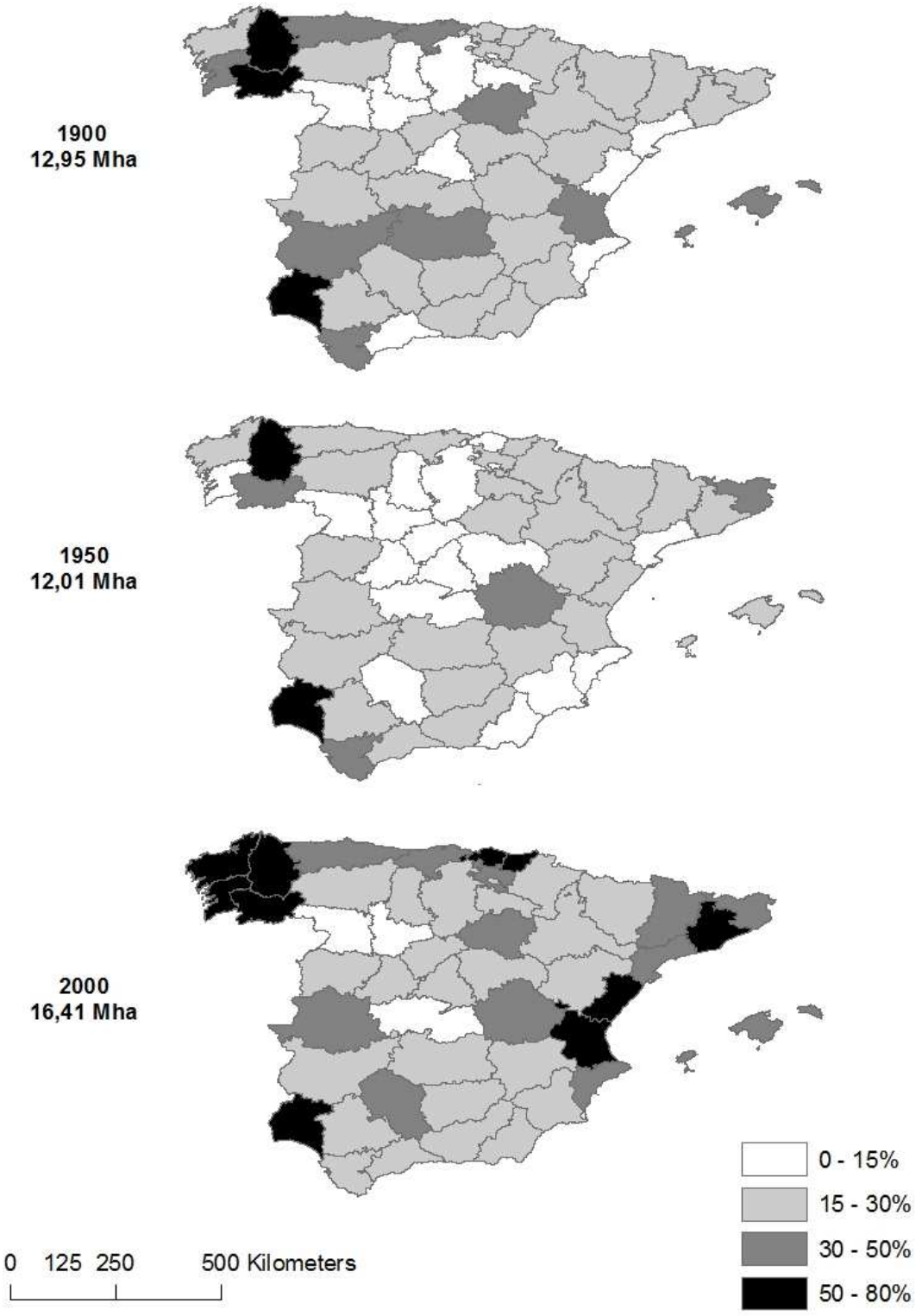
Habida cuenta que el crecimiento del arbolado en la segunda mitad del XX se ha efectuado mediante el desarrollo de superficies de monte alto, cabe suponer que éste explica la actual asimetría. En efecto, si echamos un vistazo a la figura 6, en la que damos cuenta únicamente de la superficie de monte alto, podemos observar, en efecto, una evidente concentración en la zona norte del país, especialmente en la zona noroccidental.

En 1900, la superficie de monte alto, más densa, caracterizada por la presencia de pinos y la producción de madera, tenía un escaso desarrollo en el país. Apenas 2,84 Mha. Algunos autores de la época hablaban de una superficie monte alto que apenas superaría los 2 Mha (v.gr., Ximénez de Embún, 1933). En efecto, la cifra no sería muy diferente pues en nuestros datos, como se detalla en el anexo metodológico, se incluyen algunos centenares de miles de hectáreas de pinares adehesados, con utilidad de pastos. Esto es, el monte densamente poblado, sería incluso menor a principios del siglo. Aun así, tanto entonces como ahora, este estaba plenamente concentrado en las zonas septentrionales del país. Destaca Galicia, donde hoy se levanta casi un millón de hectáreas de monte maderable, habida cuenta de la mayor potencialidad de producción biótica del atlántico. En el sur proliferarían superficies de matorral, pasto, maquis y un arbolado más disperso.

El monte bajo o leñoso tiene una mayor dispersión por el territorio, así, el monte arbolado prolifera más en las zonas meridionales. En la figura 7 damos cuenta de la expansión provincial de la superficie de monte abierto, aquel que aparece en las fuentes actuales como monte de baja densidad, con protagonismo de *quercíneas* y que en perspectiva histórica hemos asociado con las formas adehesadas de tal especie. Entendemos que, aunque en tal categoría pueden integrarse hoy en día otras formas de masas forestales, esta da cuenta del típico aprovechamiento de dehesa. De hecho, los resultados a escala provincial corroboran esta pauta, subrayando un hecho sobradamente conocido: la concentración de este arbolado en la región de Extremadura y su presencia notable en ciertas zonas anejas al norte y al sur de tal región.

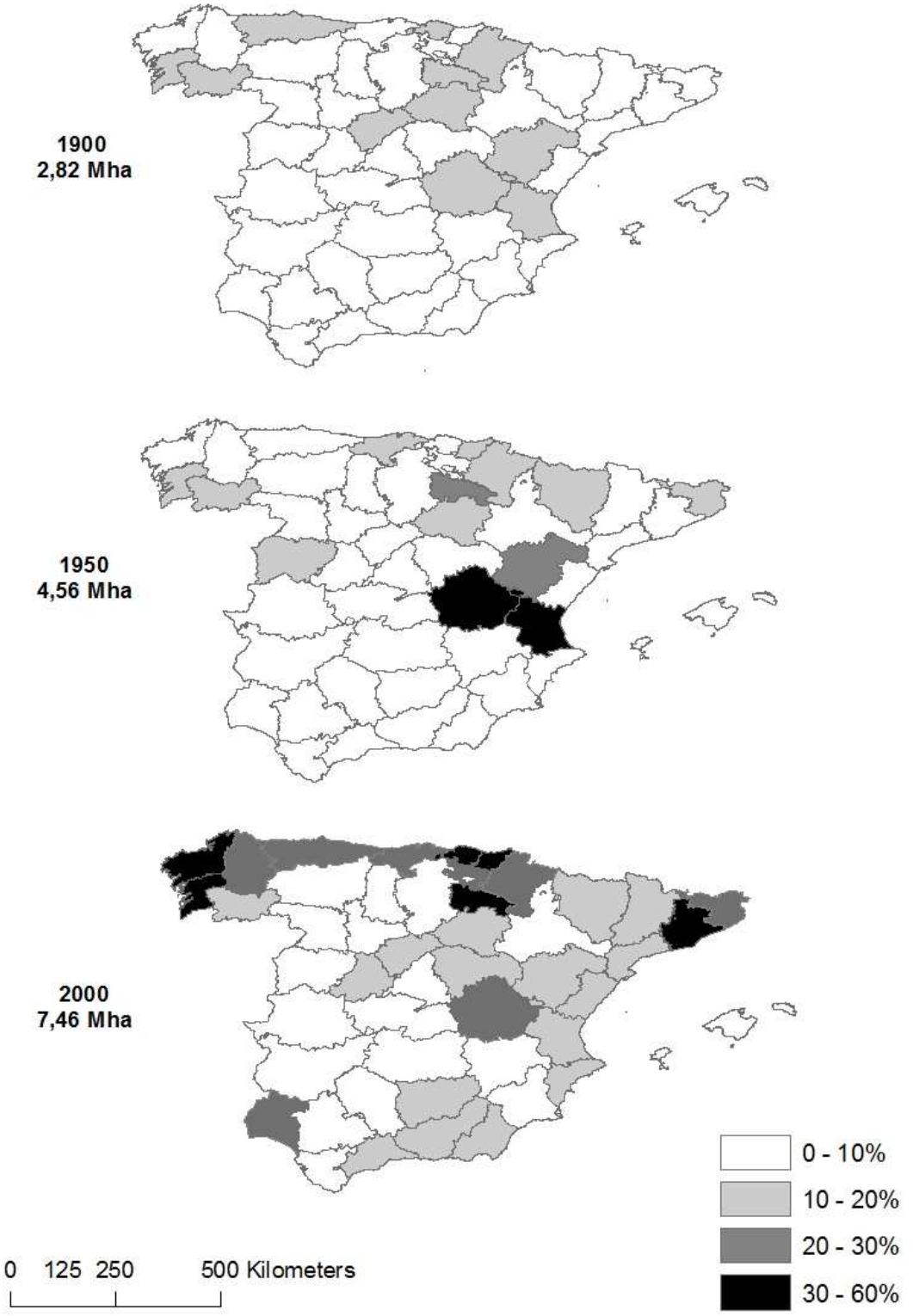
Históricamente siempre se levantaron allí tales clases forestales. Hoy, siguen vigentes en la misma zona del país con ciertos cambios provinciales. Se percibe una caída hasta mediados del XX y una cierta recuperación a finales de siglo.

Figura 5. Superficie forestal arbolada a escala provincial. Porcentaje sobre la superficie total.



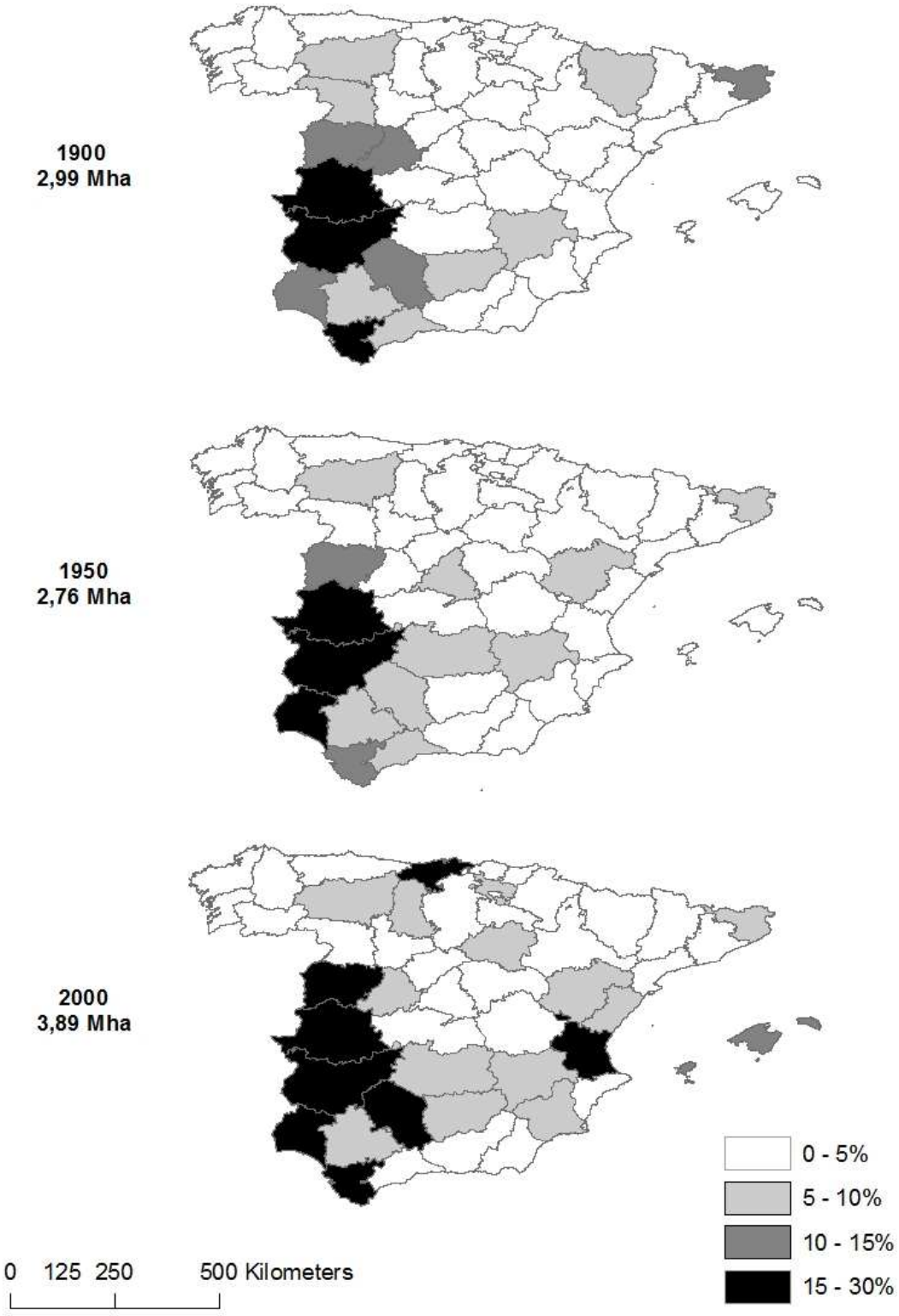
Fuente: ver apartado metodológico.

Figura 6. Superficie forestal de monte alto maderable a escala provincial. Porcentaje sobre la superficie total.



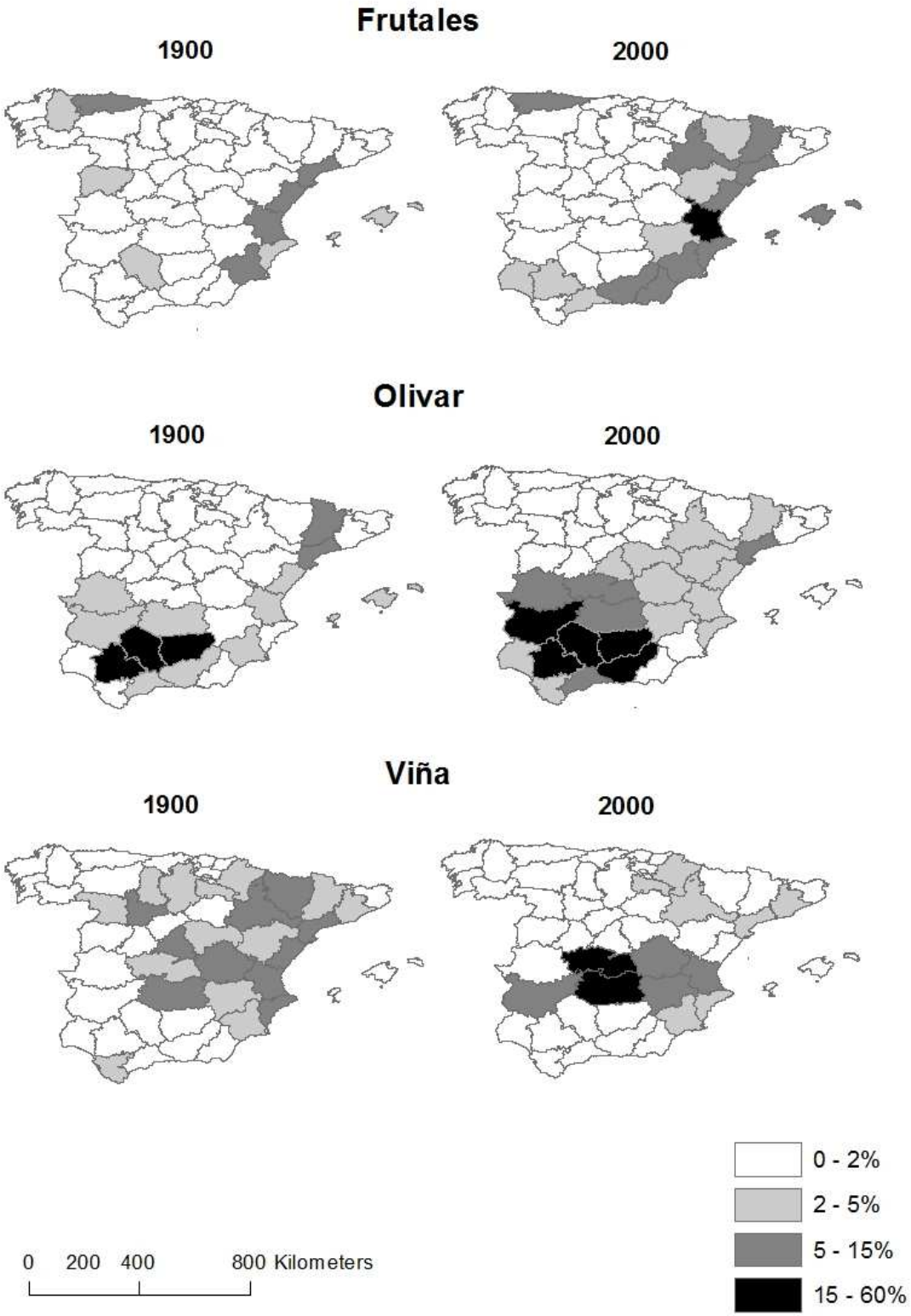
Fuente: ver apartado metodológico.

Figura 7. Superficie forestal de monte abierto o adehesado a nivel provincial. Porcentaje sobre la superficie total.



Fuente: ver apartado metodológico.

Figura 8. Superficie cultivada con producción leñosa en España.



Fuente: ver apartado metodológico.

En suma, el monte productor de leña ha decrecido sensiblemente a lo largo del XX. El monte alto maderable ha crecido exponencialmente. Hoy, ambas formas forestales ocupan una superficie análoga. El monte maderable ha aumentado en todo el país aunque particularmente en la zona norte. El monte bajo, con diferentes morfologías, tiene una distribución más alícuota. Las superficies abiertas tienen más presencia en las zonas meridionales.

A principios del siglo XX, una de cada cinco hectáreas con potencial de producción de leña, eran cultivadas. Hoy, son más de una de cada tres. ¿Dónde crecen estos cultivos leñosos? Los frutales y el olivar, aquellos arbolados que, por cierto, son los que más se han expandido, se concentran en la franja de la costa mediterránea. La viña tiene una dispersión algo mayor aunque también muestra concentraciones muy importantes en la zona centro-sur del país (Figura 8).

Se avisa un patrón claro: zona norte con mayor pujanza del monte alto maderable y por tanto de coníferas y, la zona sur, con un mayor desarrollo de arbolado forestal disperso y cultivos leñosos. Sin duda, ello habrá condicionado el carácter productivo de cada región. Es lo que vamos a analizar en el siguiente apartado.

3. Producción de madera y leña en España

Varios trabajos han dado cuenta de la transición productiva del monte español, principalmente caracterizado por una prevalencia de la producción leñosa hasta mediados del siglo XX para especializarse en la producción de madera desde entonces (v.gr., Iñaki-Iriarte, 2013). Los usos del suelo que presentábamos antes nos ayudan a entender tal pauta, caracterizada por un crecimiento relativo de la superficie de monte maderable. Sin embargo, en materia productiva, la transición es mucho más acusada. En usos del suelo, la superficie maderable, aunque se ha equiparado a la leñosa, no ha llegado a superarla (Tabla 1 y Figuras 1 y 2); sin embargo, la producción de madera superó a la leñosa ya en la década de los 70. Hoy en día es casi 5 veces mayor (Figura 9). Ha pasado de producir apenas 1,1 millones de toneladas (Mt) en 1900 a superar las 7,4 Mt en el año 2000. La leña forestal, por su parte, ha pasado de moverse de algo más de 14,7 Mt en 1900 a poco más de 1,6 Mt (ver tabla 13). Una inversión casi análoga entre ambas variables y con una cierta caída de la producción total de 15,8 Mt a 9,1Mt.

¿Qué nos indica esto? Obviamente que los aprovechamientos y extracciones de cada tipo de superficie forestal han cambiado a lo largo del tiempo. El monte leñoso dejó se extraer masivamente sus productos con la llegada de los combustibles fósiles en tanto que el maderero siguió un proceso de intensificación creciente. La caída productiva de la leña ha sido mayor que la caída de la superficie dedicada a tal efecto en el monte. El incremento de la producción de madera ha sido mayor que el aumento de su superficie.

Las claves históricas de tal proceso son conocidas. Podemos identificar algunos aspectos previsibles. Primero, la transición energética hacia el consumo masivo de combustibles fósiles originó en España, como en otras partes de Europa, un abandono de los aprovechamientos leñosos del monte (Rubio, 2005; Gales et al., 2006; Kander et al., 2013). En segundo lugar, la economía española del siglo XX siguió demandando madera como materia prima. Así, tanto el sector público como el privado, centraron su producción en tal tipo de aprovechamiento (Zapata, 2001; GEHR, 2003; Iriarte y Ayuda, 2006). Finalmente, este último punto se vio apoyado por los nuevos cuerpos de ingenieros forestales que desde finales del XIX desarrollaron un conocimiento detallado sobre la posibilidad de mejorar el carácter productivo[10].

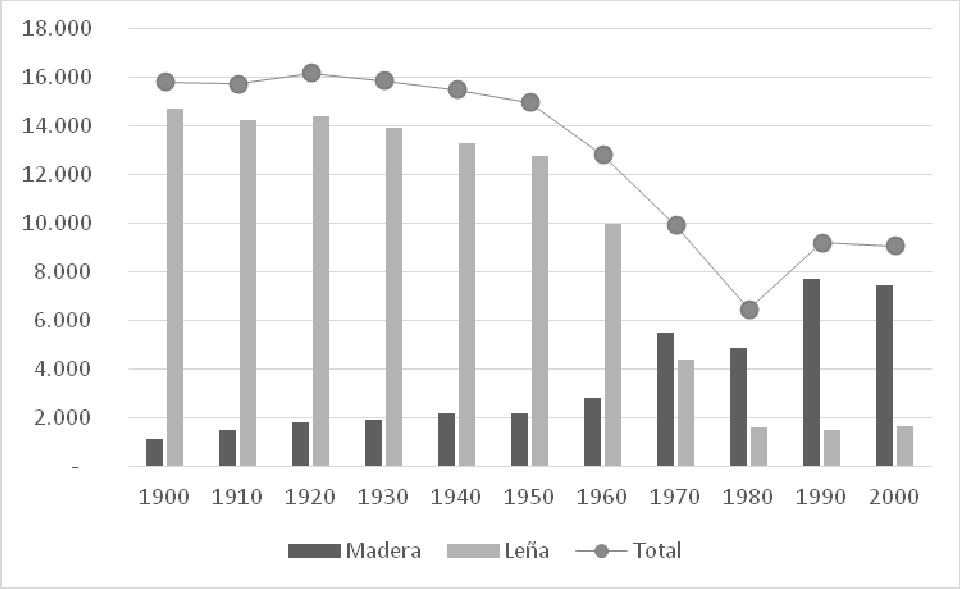
Como quiera que fuese, hay un hecho evidente: el de la transición de un monte caracterizado por especies endémicas, con una clara vocación en la producción leñosa, hacia un monte focalizado en la producción maderera de carácter mercantil. Se desarrolló una pauta análoga a la de otros montes en el resto de Europa, forzada, en todos los casos, por la transición socioecológica hacia sociedades de tipo industrial: nuevos productos socavaron el papel tradicional del monte y este cambió su morfología y funcionalidad a las nuevas necesidades sociales.

Uno de los puntos más destacables de nuestros resultados es la alta producción de leña antes de 1960 que supera la de otras propuestas anteriores basadas en el consumo (Rubio, 2005; Iriarte-Goñi, 2013). Nuestra estimación, explicada en detalle en el anexo metodológico,

[10]La conversión del monte español en un reservorio altamente productivo, con una simplificación de especies y abandono de usos tradicionales, ha sido objeto de largos debates que han abierto dos posiciones claramente divergentes. Primero, la de aquellos que subrayan la mejora del monte con la llegada de los cuerpos de ingenieros forestales a finales del XIX, que frenaron la degradación del mismo, desarrollaron métodos más productivos así como la repoblación en zonas con riesgos erosivos. Segundo, principalmente desde la historiografía agraria y la economía ecológica, se ha tendido a evidenciar cómo la privatización y pérdida de funcionalidad del monte derivó en la exclusión de muchos grupos sociales de una fuente básica de sustento, que la nueva orientación productiva no se hizo con criterios de sustentabilidad sino con un productivismo que sirvió a ciertos grupos sociales. De hecho, se ha llegado a apuntar que los propios ingenieros en muchas ocasiones tuvieron intereses espurios en sus prácticas, condicionados por el poder político imperante, bien bajo el franquismo, bien bajo el gobierno caciquil de la Restauración Un útil resumen en Jiménez Blanco (2002:161-162), también en Carpintero (2005: 294-299).

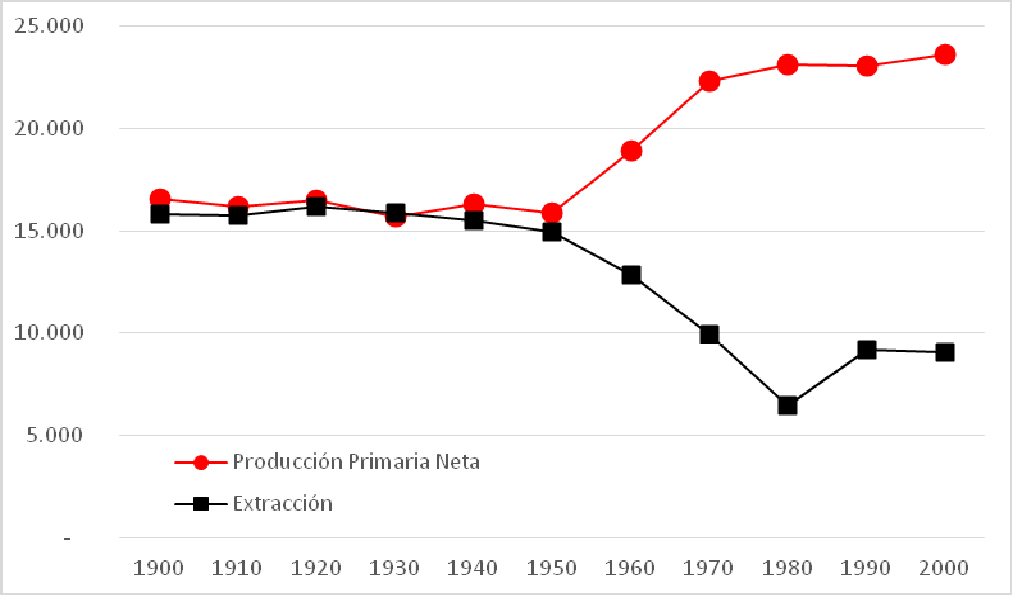
tiene el inconveniente de que no da cuenta de las particularidades históricas que pueden modificar el consumo anualmente (años frío, guerras…). Está realizada desde el lado de la producción, estimando las extracciones esperables dados los usos del suelo del monte en cada provincia y cada decenio. Esto es, una vez reconstruidos los usos del suelo, y desagregando los tipos de masas forestales, se ha estimado según la literatura de época así como por estimaciones de la producción potencial, la producción total leñosa y de madera en cada provincia.

Figura 9. Producción de leña y madera de los montes españoles. Miles de toneladas.



Fuente: ver apartado metodológico.

Figura 10. Producción Primara Neta (línea roja) y Extracción (línea negra) de madera y leña en el conjunto de los montes españoles



Fuente: ver apartado metodológico.

A modo de validación se ha estimado, por otra parte, la Producción Primaria Neta de la leña y la madera de los montes en España en base a informaciones actuales. Dicho de otra forma, hemos estimado el crecimiento natural del monte en cada año estudiado teniendo en cuenta la geografía y la tipología de las masas forestales según los datos del Inventario Forestal Nacional. Este dato nos informa del crecimiento de la biomasa de tales aprovechamientos. Nuestros resultados de extracción están muy próximos a este cálculo, moviéndose en una cifra cercana a las 16 Mt de madera y leña anuales. Ambas series, en contextos preindustriales, presentan una tendencia análoga. Esto es, la apropiación y la producción primaria se mueven en un rango análogo. Este hecho nos indica, en primer lugar, que el manejo que se hacía estaba en el límite de las posibilidades, no dejando lugar para un crecimiento acumulado del mismo, como ocurre hoy en día fruto del abandono y de la no extracción. En segundo lugar, estos resultados validan de alguna manera el cálculo propuesto pues de haber sido muy inferiores indicaría una infraexplotación difícilmente explicable en época preindustrial. De haber sido muy superiores indicaría una imposibilidad biofísica, pues en pocos años se habrían agotado los stocks (Figura 10).

En suma, aunque nuestra estimación está lejos de dar cuenta de la producción o el consumo de leña forestal habida cuenta que no estimamos las conocidas variaciones interanuales debidas a coyunturas específicas, sí parece validarse como un cálculo más aproximado que otros conocidos sobre el rango en el que debió moverse la cantidad de leña extraída en el país antes de que contásemos con estadísticas oficiales. Como se detallará más abajo, hasta la segunda mitad del siglo XX la información disponible era parcial y basada únicamente en los montes de utilidad pública. Esta nueva serie presenta información que incluye el conjunto de los montes y una de las principales derivadas es que aumenta los niveles de extracción tradicionalmente supuestos.

Una vez hecha esta matización, no preguntamos: ¿ha sido la transición tan acusada como las estadísticas forestales apuntan? Obviamente, para los últimos años del siglo XX que es cuando se documenta tal transición, tenemos pocos (o menos) argumentos para poner en cuestión tales cifras que, por cierto, son coherentes en el contexto económico español y con la propia evolución internacional. Aun así, como venimos apuntando, la producción leñosa en España no solo viene del monte, también de las superficies cultivadas. Es hora de ver la dimensión de estos productos.

Tabla 3. Producción de leña y/o madera en miles de toneladas

	Cultivos				Forestal			Total (1+2 =3)	Porcentaje Cultivos (1) /Total (3)
	Olivar	Viña	Frutal	Total (1)	Madera	Leña	Total (2)		
1900	1659	5147	1950	8756	1118	14702	15820	24576	35,63
1910	1870	4999	1950	8820	1499	14247	15747	24567	35,90
1920	2108	3710	1893	7712	1789	14406	16194	23906	32,26
1930	2408	3522	2159	8089	1936	13942	15878	23967	33,75
1940	3021	3802	2660	9483	2181	13316	15497	24980	37,96
1950	2978	4038	2804	9820	2187	12780	14968	24788	39,62
1960	3252	4176	2916	10345	2822	9990	12813	23157	44,67
1970	3828	4632	3005	11464	5495	4409	9905	21369	53,65
1980	3435	4815	3314	11563	4864	1606	6470	18034	64,12
1990	3262	4570	3982	11814	7698	1507	9204	21018	56,21
2000	3340	3602	4484	11426	7450	1628	9078	20504	55,72

Fuente: ver apartado metodológico.

Nota: forestal leñoso alude a monte abierto y bajo y el maderero al monte alto.

En 1900 la superficie de olivar, la de viña o la de frutal, cualquiera de ellas por separado, producía más que todo el monte alto español, cuya producción estaba en unos 1,1 Mt. En total, la superficie cultivada producía alrededor de 8,87 Mt, un 35,63% de la producción maderera y leñosa total en el país. No es una cantidad despreciable. A lo largo del siglo fue creciendo y, en los años 70, coincidiendo con el declive del monte leñoso, llegó a superar la producción forestal. En 1980, se producían en España 18 Mt de madera y leña. Algo más de 11,5 Mt provenían del olivar, la viña y los frutales, casi un 60% (Tabla 3).

Estas cifras hacen que debamos replantear la evolución productiva de la leña y la madera tal y como había sido analizada solo tomando los productos forestales. En la figura 11 damos cuenta de ello. Aunque la producción forestal ha pasado de 15,8 Mt a 9 Mt en los extremos del siglo XX, la producción total ha bajado algo menos: de 24,6 Mt a 20,5 Mt. La razón, el continuo aumento de la producción cultivada que ha pasado de 8,8 Mt a 11,4 Mt, en una senda de lento pero ininterrumpido crecimiento, caracterizada por el crecimiento de la superficie pero, tal y como apuntamos en el apartado metodológico, por un aumento de la productividad. Nótese que a lo largo del XX, las mayores dosis de abonado han permitido multiplicar los pies por hectárea así como la producción de biomasa en algunas partes de los cultivos. Por ello, se explica que en muchas ocasiones una hectárea cultivada pueda producir más leña que una hectárea de superficie forestal. La creciente productividad así como la formidable expansión en España de tales tipos de cultivos, explican la gran importancia de una producción generalmente excluida de los relatos sobre este asunto.

Pero hay un argumento más relevante para explicar la gran presencia de la leña de los cultivos. Estos dan un flujo anual de madera y leña derivado de las necesarias podas para su correcto desarrollo. De alguna manera difieren en este punto con los aprovechamientos forestales, pues estos aparecen como un stock creciente que se puede extraer con más flexibilidad. Sin embargo, los cultivos también funcionan de una forma análoga al monte. Buena parte de la provisión de leña que hacen a la sociedad no se deriva únicamente de las podas sino que proviene de los arranques de los árboles. Esto se produce por dos motivos: en primer lugar, por la renovación. Las viñas y los frutales (en menor medida el olivar) deben ser renovados cada cierto tiempo y ello implica la extracción de una formidable cantidad de biomasa leñosa cuando esto ocurre. En segundo lugar y, en la historia reciente de España ha sido mucho más relevante, los arranques se producen por la sustitución de cultivos. Esto es, cuando se arranca un cultivo para poner otro diferente. Esto explica que en la tabla 3 podamos observar importantes repuntes de la producción de leña en algunos cultivos. Por ejemplo, en 1900 en el caso de la viña, debido al reconocible impacto que la filoxera tuvo en el país. Durante esos años se arrancaron muchas decenas de miles de hectáreas de viña lo que entendido desde la óptica que ocupa a este trabajo supone una extracción descomunal de biomasa leñosa. El cálculo más prudente de peso de las cepas por hectárea implica unos niveles abrumadores de extracción de leña. Igual ocurrió entre 1960 y 1980 con el caso del olivar. Nótese que aunque la senda de este cultivo es de crecimiento a nivel nacional, tenemos los datos de sus arranques por provincias y así se ha estimado como se detalla en el anexo. Esto es, el olivar creció desde principios de siglo en el sur de España pero se estaba arrancando en zonas como Cataluña o Mallorca. Ahí se perdieron miles de hectáreas que, de nuevo, suponían una importante cantidad de biomasa.

Así pues, la transición de la leña a la madera que se observa analizando el monte, cobra otra dimensión si damos cuenta del papel los cultivos. En la figura 11 podemos ver que la transición hacia una economía principalmente productora de madera aún no se ha consumado[11]. En efecto, sigue notándose una evidente caída de la producción de leña: de unas 23,3 Mt a 12,9 Mt. También un aumento de la producción maderera: de 1,3 Mt a 7,6 Mt. Sin embargo, no se percibe la total transición que se encuentra si analizásemos solo la producción forestal. En la figura 1 se muestra la conocida tendencia en la que se multiplicaba la cantidad de madera en detrimento de la leña, hasta superar la primera a la segunda con creces.

[11] Por cierto, algunas partes de la producción de frutales (nogales, castaños…) tienen un claro carácter maderero y no leñoso. Tal y como apuntamos en el apartado metodológico, es posible, a grandes rasgos, dividir la producción según su uso final: madera o leña, tomando ahora en consideración, el total productivo.

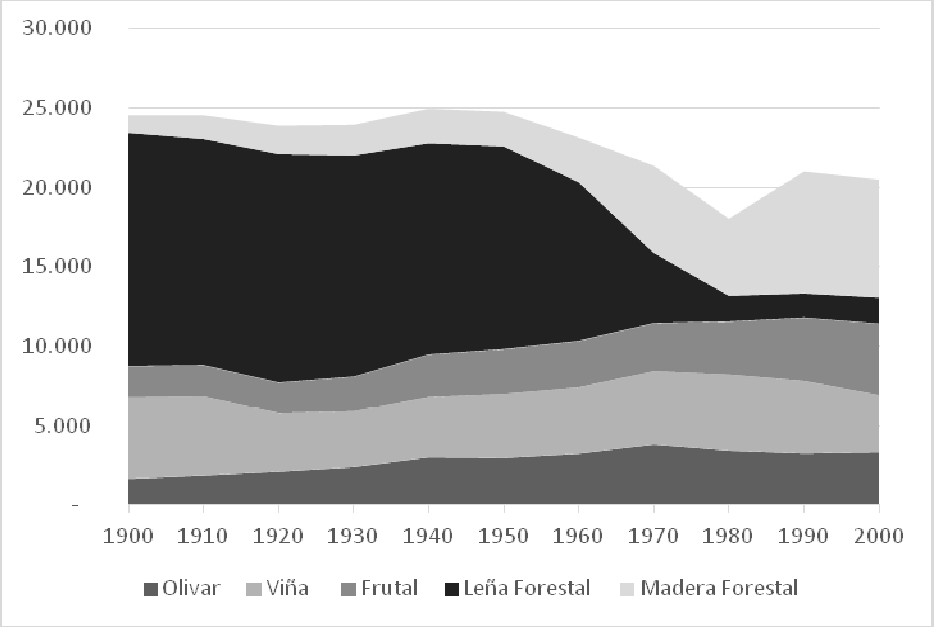
Incluyendo la producción cultivada la tendencia es la misma pero no se llega a la transición en la que la madera supere a la leña. Existe convergencia pero no una transición definitiva (Figura 12). De hecho, hoy en día, de la producción total en España, la leña ocupa un 63%. Si tomásemos solo el caso de los montes sería solo un 18%. El factor de los cultivo cambia absolutamente la dinámica y, por cierto, nuestras estimaciones de producción de leña por cultivos, están por debajo de las que hoy en día hacen otros muchos organismos (v.gr. IDAE, 2011b).

Si en los usos del suelo se percibía una evidente especialización regional, en la producción habrá de percibirse igualmente. Máxime, si tal y como avisábamos, la producción maderera se concentraba en ciertas partes del norte del país en tanto que la de los cultivados estaba en la zona meridional o de la costa mediterránea.

En efecto, la diversidad agroclimática del país ha hecho, y sigue haciendo, que la provisión de leña y madera dibuje pautas totalmente diferentes en las provincias españolas.

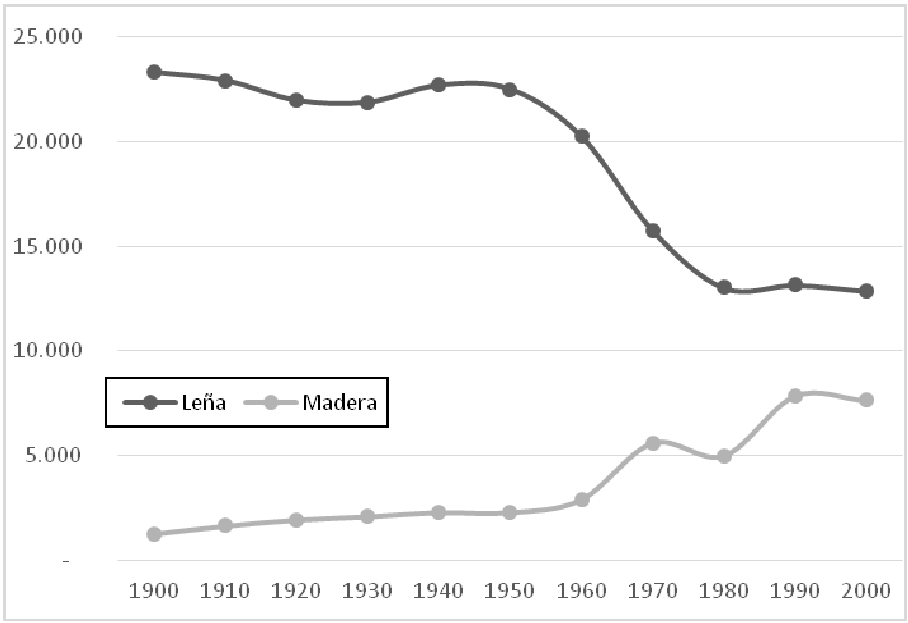
En la figura 13 mostramos la producción de madera de origen forestal por un lado y, por otro, la producción de leña también de origen forestal. Esto es, los aprovechamientos del monte en los dos años más extremos del siglo XX. La leña estaba bastante distribuida territorialmente a principios de siglo. Aunque prevalecía en algunas provincias atlánticas y meridionales, lo cierto es que la mayoría se movía en rangos productivos bastante altos. Estamos en un período en el que a España aún no habían llegado masivamente los combustibles inorgánicos: la dependencia de leña era determinante en los hogares y en muchas industrias, la capacidad para transportar este tipo de productos era limitada, en suma: era necesario contar con importantes reservas en cada territorio. Como veíamos más arriba, en el sur destacaban montes más abiertos, en zonas del centro y el norte un monte bajo intensivo. En general, había cierto equilibrio, con un cierto déficit en las zonas de la costa mediterránea. Un equilibrio que se rompería a finales del siglo XX. Hoy en día el nivel de extracción de leñas es infinitamente menor y está claramente identificado en las zonas noroccidentales del país, donde, como veíamos más arriba, se ha concentrado la mayor parte de la superficie de monte más intensivo y sometido a aprovechamientos.

Figura 11. Producción de madera y leña según origen. Miles de toneladas.



Fuente: ver apartado metodológico.

Figura 12. Producción de madera y leña total. Miles de toneladas.



Fuente: ver apartado metodológico.

Estas zonas del país, destacan, hoy en día, por concentrar la gran mayoría de la producción maderera. Apuntábamos antes cómo la reconversión del monte español, que primó especies más productivas, se focalizó en zonas más aptas para su desarrollo, esto es, en las zonas menos secas y con menos condicionantes agroclimáticos del país para tales efectos. Así, hoy en día, de las 7,45 Mt de madera que se producen, más de la mitad, unas 4,1 Mt, se extraen en apenas 5 provincias: las cuatro de Galicia y Oviedo.

En 1900, la producción era mucho más modesta, de hecho, era algo menos de una quita parte que la actual. Aunque también estaba concentrada en la zona septentrional del país, lo cierto es que su grado de expansión era mucho menos notable de lo que lo es hoy en día. Valga un ejemplo: en 1900 la provincia más productora apenas superaba las 110.000 t de madera. Hoy en día, solo 2 provincias están por debajo de esa cantidad.

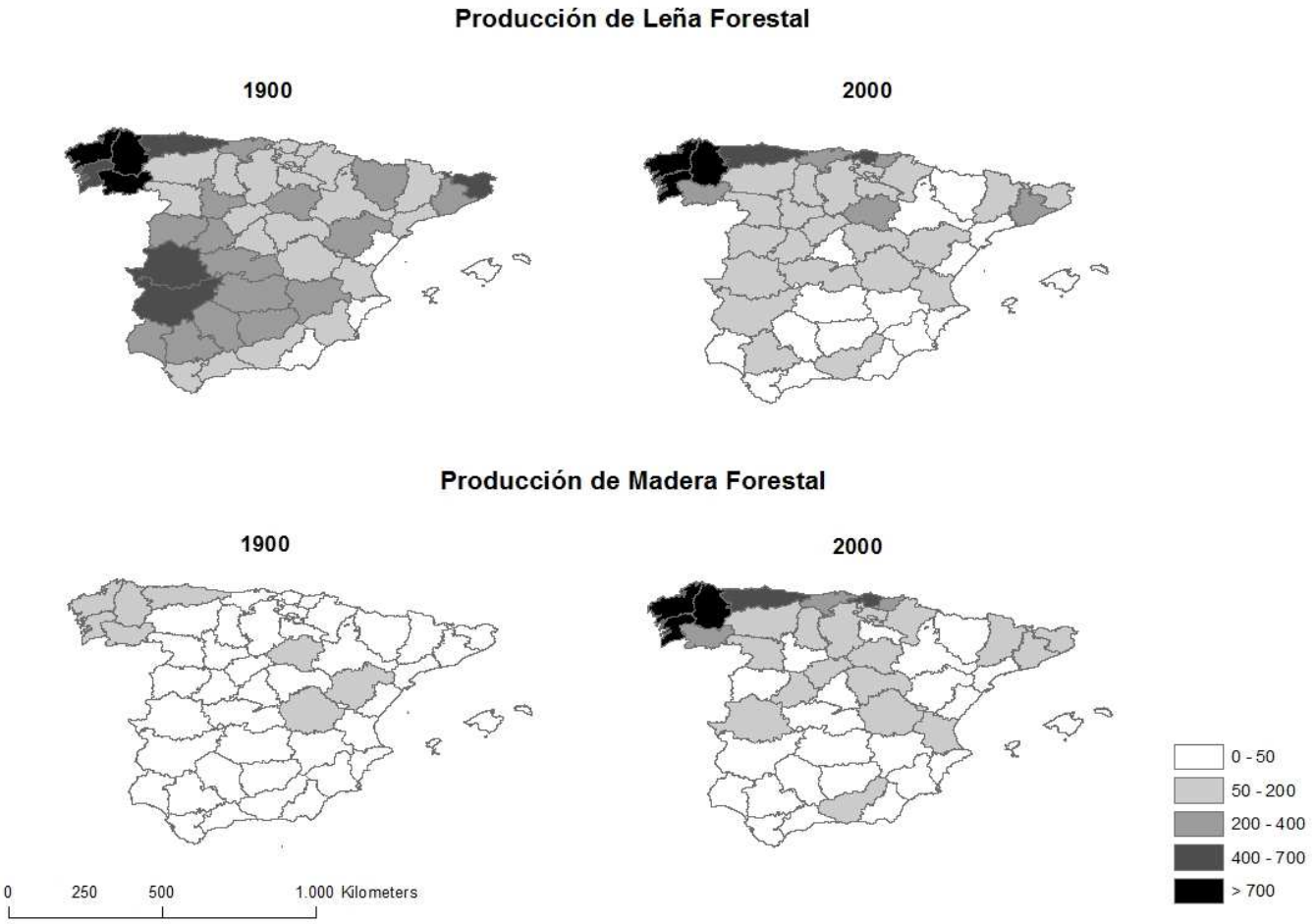
En suma, la evolución productiva del monte español a escala regional dibuja, por un lado, un claro desarrollo de expansión maderera, históricamente concentrada en la zona atlántica y, por otro, una contracción de la producción leñosa, más repartida en 1900 y hoy concentrada en la zona norte.

Sin embargo, venimos apuntando que a la hora de analizar la producción total de madera y leña, observar únicamente los aprovechamientos forestales, supone olvidar un porcentaje muy alto de la producción, habida cuenta que la superficie cultivada ha llegado a proporcionar entre un 30% y un 60% de los aprovechamientos totales en diferentes momentos del siglo XX. En la figura 14 podemos observar la evolución regional de tales producciones con un resultado previsible atendiendo a la distribución antes apuntada de los usos del suelo: en la zona de la costa mediterránea, donde destacan los olivares y los frutales, y donde la viña también tiene un lugar importante, la producción leñosa se dispara. Como además esta ha dejado de crecer a lo largo del siglo XX, la tendencia es hacia una mayor concentración productiva en tales zonas del país. Andalucía, y el Levante Español, copan un porcentaje más que elevado de la producción leñosa española derivada de superficies cultivadas que, como veníamos más arriba, ha sido y es, un parte significativa del total nacional.

Antes apuntábamos cómo la producción leñosa, incluso en perspectiva histórica, aunque bien distribuida por el país, presentaba valores más bajos en la franja de la costa mediterránea. La superficie cultivada anula tal efecto toda vez que es justo ahí donde se concentra la mayor producción en el caso del olivar y los frutales.

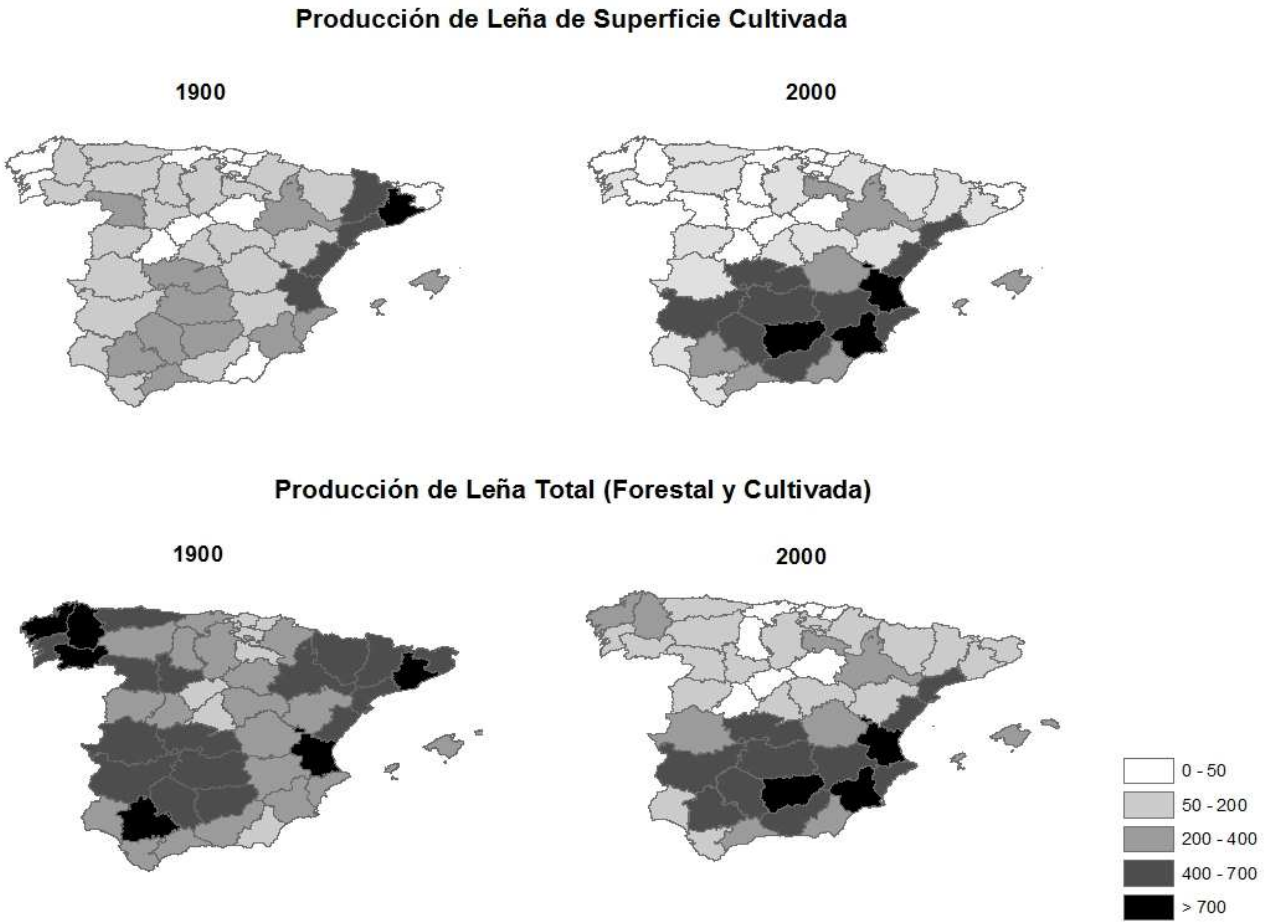
De esta forma si analizamos la producción de leña total, observamos, en 1900, una distribución mucho más alícuota en todo el país. Destaca el monte leñoso en la zona centro y norte y la de cultivo en la zona del sur y el levante. Entre todos, se observan producciones mucho mayores en aquellas zonas donde prevalecen usos forestales pero la superficie cultivada está protagonizada por olivar, viña y/o frutales. Así, zonas como Córdoba o Jaén, con importantes masas forestales (Sierra Morena o las Subbéticas) pero también con altas densidades de cultivos leñosos (en estos casos el olivar), revelan históricamente producciones de leña muy por encima de la media. A fin de cuentas, su paisaje describe campos infinitos poblados de árboles, aunque no fueran árboles propios del monte.

Figura 13. Producción de leña y madera en los montes españoles. 1900 y 2000. Miles de toneladas.



Fuente: ver apartado metodológico.

Figura 14. Producción de leña de la superficie cultivada y de leña total (forestal más cultivada). 1900 y 2000. Miles de toneladas.



Fuente: ver apartado metodológico.

Este hecho, empieza a arrojar datos de interés sobre la evolución agraria española. Lejos de lo que se puede entender como un paisaje deforestado o un bosque en crisis en las zonas más áridas, paradójicamente, estas aparecen como las más pobladas de árboles. Ciertamente, no de árboles tradicionalmente relativos a un bosque denso, maderero, húmedo. Estamos ante espacios forestales leñosos abiertos y zonas de cultivo arboladas que, en última instancia, permitieron y permiten niveles de producción leñosa muy por encima de lo esperado. Ya se ha apuntado en otros trabajos cómo el olivar, por ejemplo, fue un cultivo que suplió las superficies deforestadas, ejerciendo de certero sustituto en la producción leñosa (Infante-Amate, 2011, 2012a,b). Según estos datos parece que tal pauta fue un lugar común en todas las zonas del mediterráneo español. El marco agroclimático, pues, explica la evolución de los paisajes forestales como también explica el carácter productivo en materia de leña y madera en la España del siglo XX. Se pueden identificar tres modelos perfectamente discernibles atendiendo a tal variable (ver figura 15).

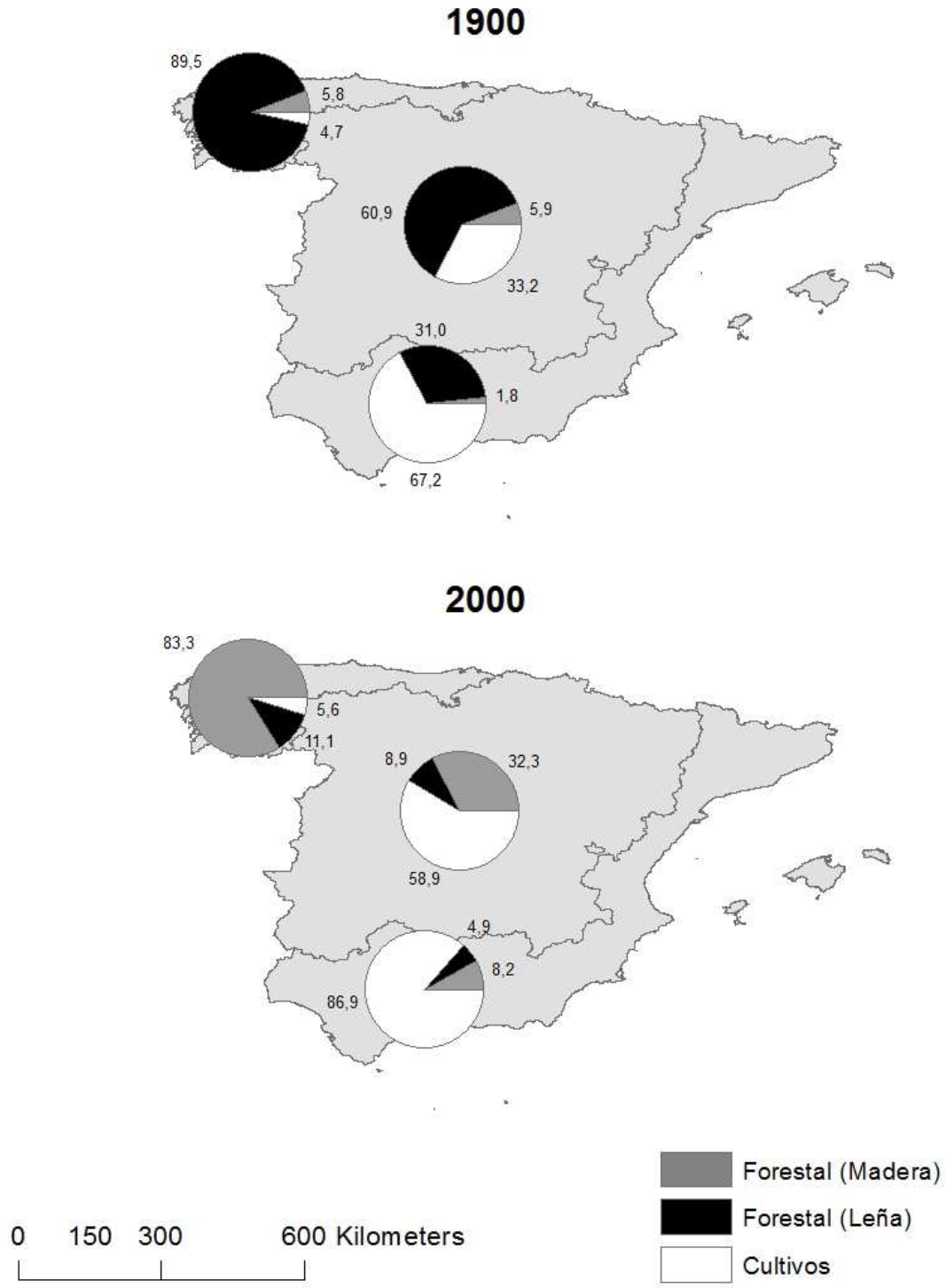
En primer lugar, una zona de influencia mediterránea: en 1900 la producción total se dividía principalmente entre zonas de monte leñoso-abierto (31,0%) y cultivadas (67,2%), siendo muy escasa la producción maderera sobre el total. A finales del siglo XX se produce una evidente especialización de la producción de los cultivos que llega a copar el 86,9% de la producción total.

En segundo lugar, una zona de influencia atlántica. En las provincias gallegas, Santander y Asturias, la producción del monte leñoso copaba el 89,5% del total productivo en 1900. Un siglo después la producción de madera copa el 83,3%.

En tercer lugar, una zona de influencia mediterránea-continental. La zona centro del país es, claramente, el punto intermedio entre los extremos antes señalados. A principios del siglo XX, tenía una producción en superficie cultivada importante en relación a la zona atlántica pero menor en comparación a la mediterránea. Igual ocurría, pero en sentido inverso, con la producción del monte leñoso. A finales del siglo XX, su producción de madera es del 32,3%, mucho mayor que en la zona mediterránea pero mucho menor que en la atlántica. Su producción derivada de los cultivos es del 58,9%, esto es, mucho mayor que las provincias del noroeste pero menor que las mediterráneas.

En suma, tres modelos productivos con diferencias evidentes entre sí que, también, revelan fuertes cambios a lo largo del siglo XX. Dicho de otra forma: más allá de los cambios institucionales, sociales y económicos que ha vivido el país, así como la necesidad de adaptarse a situaciones tan divergentes, el marco agroclimático perfiló y sigue perfilando patrones productivos distintos dentro de un mismo Estado.

Figura 15. Porcentaje de la producción de madera forestal, leña forestal y cultivada según grupos climáticos de regiones.



Fuente: vera apartado metodológico.

4. Nuevas hipótesis y evidencias sobre los combustibles orgánicos y la transición energética

4.1. Notas introductorias sobre el consumo de madera y leña en España

En materia forestal no es posible asociar producción con consumo. En primer lugar, hay que tener en cuenta el factor del comercio internacional. Esto es, una parte de producción se exporta y, por tanto, no se consume localmente mientras que otra parte del consumo proviene de la importación. En segundo lugar, no todo lo producido se consume. Esto es, la producción primaria del monte puede no extraerse o, por otro lado, la extracción puede ser en momentos específicos mayor que la producción primaria.

Aunque el comercio internacional es una de los elementos dominantes de la economía contemporánea, no siempre ha tenido el mismo nivel de desarrollo. Una de las características de los regímenes productivos preindustriales era la escasa posibilidad de establecer fluidas redes comerciales entre los territorios. La fuerza animal aparecía como la única fórmula de transporte terrestre y, así pues, la capacidad para desplazar a personas o mercancías estaba restringida. Operaba una suerte de "ley de hierro del transporte" que impedía movilizar bienes y servicios a gran escala (Sieferle, 2001:59). Aun así, hay sobradas evidencias de la existencia de migraciones o relaciones mercantiles entre territorios antes del período industrial (esto es, del desarrollo de los ferrocarriles y otros transportes movidos con energías fósiles), pero lo cierto es que el que el mayor porcentaje del consumo en cualquier región provenía de la producción doméstica (Fischer-Kowalsky y Haberl, 2007:228; Wrigley, 2010). Si analizamos los flujos comerciales de los primeros imperios coloniales podemos observar cómo el grueso de las importaciones estaba compuesto por lo que Wallerstein llamó *preciosities*, esto es, aquellos productos que eran claves para determinados grupos sociales o para el funcionamiento de las economías occidentales y que justificaban altos costes en su transporte como, por ejemplo, ciertos metales preciosos, las especias o el guano (Martínez Alier, 2007:232). Se ha estimado que el transporte por tierra para el resto de mercancías no debía superar, en general, los 10-50 Km (Fischer-Kowalski, et al, 2007:227). En este sentido el acceso al mar o a los ríos fue decisivo para quebrar estos límites (Bagwell, 1974). El transporte marítimo y fluvial era menos costoso pero, aun así, también contaba con importantes limitaciones para establecer redes comerciales de gran alcance (Smil, 2001).

La leña y la madera son bienes pesados, de difícil transporte. En época preindustrial fue difícil comerciar con ellos. Incluso hoy en día no son los productos más presentes en el

mercado internacional. En cualquier caso, tuvieron su importancia secular. Principalmente, la madera. No tanto la leña. De hecho, en España, la estadística de comercio exterior apenas da cuenta del comercio de esta última. Sí aporta más información para el caso de la madera mostrando una tendencia, como es de esperar, creciente. España, desde que tenemos datos, aparece como un país importador de madera. Su volumen de exportaciones, aunque existente, siempre ha sido menor que el de las importaciones. Desde mediados del siglo XIX hasta la Guerra Civil, encontramos un crecimiento sostenido pero leve: las importaciones pasaron de 365 a 417 miles de toneladas (Kt) entre 1860 y 1900. Las exportaciones de 30 a 50 Kt (ver tabla 14)[12]. Tras el apagón comercial de los primeros años del franquismo el país retomó el comercio de madera en los años 70 para empezar a mostrar guarismos inéditos: en 1970 se importaron 2,8 Mt que ascenderían a 5,7 Mt en el año 2000. Durante esos mismos años, como venimos apuntando, la producción maderera también siguió una senda expansiva. Principalmente aquella de origen forestal: se ha multiplicado por 12 en el último siglo y medio, pasando de 0,7 Mt a 7,4 Mt. La madera derivada de los cultivos (nogales, castaños, cerezos y otros) ha mantenido una cierta estabilidad, entre 150 y 200 Kt. Como una parte de estas producciones, como se detalla en el apartado metodológico, se refieren a la corteza u otros residuos de las industrias madereras, es preciso detraer tal cantidad para obtener la producción neta de madera con uso industrial. Como quiera que la corteza es una cantidad menor, esto no afecta a la evolución de la producción general antedicha.

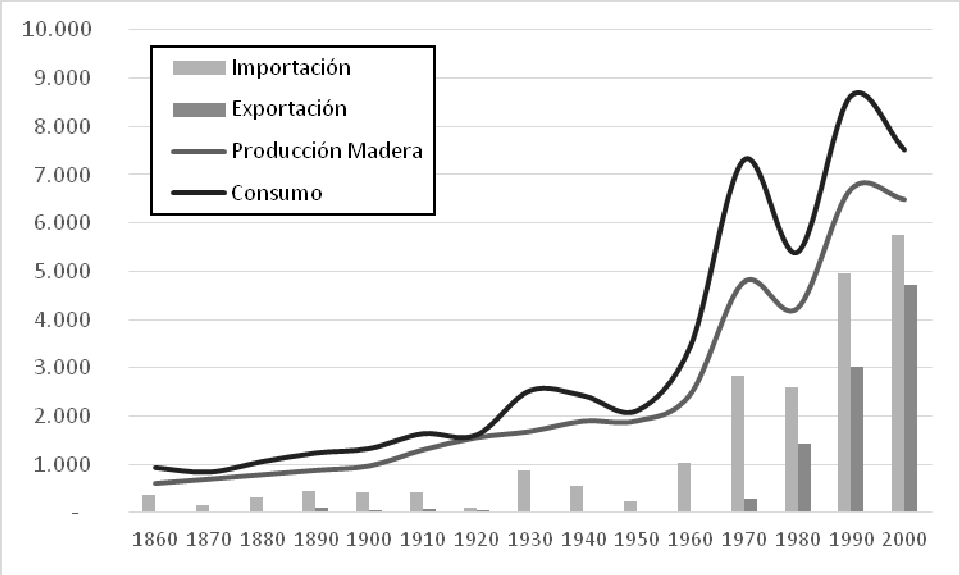
Así pues, en los últimos años del siglo XX, la producción ha crecido, y las importaciones netas también. En consecuencia, el consumo se ha disparado hasta casi alcanzar las 7,7 Mt. De ellas, 5,7 Mt provienen de las importaciones y 6,6 Mt se producen localmente. El resto, 4,7 Mt, se exporta. Hasta la década de los 80, producción y consumo estuvieron relacionados. El auge del comercio de finales de siglo ha hecho que el consumo haya crecido más que la producción (Figura 16).

La historia de expansión que muestra la madera en España tiene su anverso cuando observamos la evolución del consumo de leña. Hasta aquí, habíamos visto cómo se habían abandonado buena parte de los aprovechamientos leñosos del monte desde los años 60, aunque el consumo de productos derivados de la superficie cultivada parecía seguir creciendo. Según los datos de comercio exterior la leña ha tenido y tiene un lugar residual, de tal forma que es posible, sin incurrir en graves errores, identificar producción con consumo.

[12] Todos los datos relativos al comercio exterior se han tomado de Iriarte-Goñi (2013).

Dicho esto, los datos aquí presentados no pueden entenderse, insistimos, como una serie de consumo efectivo en el país. Aunque es cierto que el consumo de leña proviene principalmente de la producción nacional, pues es sabido el escaso peso del comercio internacional, lo cierto es que un par de factores nos impiden presentar esta serie como una serie definitiva de consumo. En primer lugar, como hemos repetido, hay factores coyunturales (episodios históricos, variaciones de precios o factores climáticos) que hacen que los niveles de extracción puedan ser mayores o menores en ciertos períodos. Así pues, no toda la producción primaria se extraía y no toda la extracción se debió consumir necesariamente. Por tanto, los datos aquí citados como consumo de leña se refieren más bien a un rango general en el que debió moverse tal serie y que deberá ser mejorada con cálculos anuales y atendiendo a factores que incidieron en el consumo. Aun así, nuestras estimaciones proporcionan un rango aproximado de los niveles de consumo de leña que, como veremos, serán de utilidad para mediar en varios debates sobre la geografía de su consumo, las cantidades consumidas en perspectiva histórica o los ritmos de la transición energética.

Figura 16. Producción, consumo aparente y comercio de madera con uso industrial. Miles de tons.



Fuente: Iriarte-Goñi (2013).

Tabla 4.Producción, consumo y comercio de madera con uso industrial. Miles de tons.

	Produc. Madera Forestal	Produc. Madera Cultivos	Producc. Combust.	Produc. Madera Final	Importac.	Exportac.	Consumo Madera Final
	1	2	3	1+2-3=4	5	6	4+5-6
1860	700	156	91	765	365	30	1.101
1870	804	157	105	857	158	8	1.007
1880	909	159	118	949	306	26	1.229
1890	1.013	160	132	1.042	457	92	1.407
1900	1.118	157	145	1.130	417	50	1.497
1910	1.499	157	195	1.462	408	66	1.804
1920	1.789	157	233	1.713	101	40	1.775
1930	1.936	168	252	1.852	869	17	2.704
1940	2.181	119	284	2.016	552	17	2.551
1950	2.187	110	284	2.013	236	18	2.231
1960	2.822	101	367	2.557	1.029	29	3.558
1970	5.495	125	714	4.906	2.824	293	7.438
1980	4.864	149	632	4.381	2.608	1.441	5.549
1990	7.698	171	1.001	6.868	4.946	3.009	8.806
2000	7.450	193	969	6.674	5.748	4.711	7.712

Fuente: ver apartado metodológico.

Para hacer más preciso nuestro cálculo de consumo de leña hay que añadir una nueva partida: aquella derivada de los residuos de las industrias madereras como cortezas y similares que terminan utilizándose como combustible en la actualidad (IDAE, 2011b). Añadiendo tal partida a la producción de leña forestal podemos observar cómo la producción ascendía hasta 20,01 Mt en 1860 (Tabla 5). En el año 2000, apenas representaba 3,1 Mt. He aquí el reiterado argumento de la caída del consumo de leña en el país. Sin embargo, insistimos, la leña procedente de la superficie cultivada mantuvo un camino inverso: pasó, durante el citado período, de 5,2 Mt hasta 11,2 Mt.

En el caso de la leña sabemos que una parte de la misma no se utilizaba. Esa es la pregunta clave a la hora de estimar el consumo. Si el factor comercial no incide directamente, sí lo podría hacer el hecho de que no todo lo que se produce se consume. Algunos trabajos revelan cómo, en las últimas décadas, la producción leñosa de los cultivos se destruye en finca: a veces quemándose directamente y otras triturándose para dejarla también en la explotación. La mayoría de trabajos que analizan la transición energética han tendido a dar un valor escaso a la producción de leña, solo tomando aquella forestal y obviando la de los cultivos. De tomar esta última, la producción total alcanzaría en el año 2000, según nuestros cálculos, 14 Mt. ¿Se consumían todas? En los últimos años se han realizado diversos estudios que dan cuenta del potencial productivo de la biomasa energética en España así como su

consumo actual. El Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, estima el consumo de biomasa leñosa en España en la actualidad en unas 9,6 Mt (IDAE, 2011b). En un estudio realizado recientemente por la misma institución, en el que se estimaron los consumos de energía en los hogares mediante encuestas, se avisaba de que unas 8,2 Mt de leña eran consumidas cada año por las familias españolas (IDAE, 2011a). Si la producción leñosa forestal apenas alcanza las 3 Mt, ¿de dónde viene el resto habida cuenta que la importación es casi nula? Entendemos que, obviamente, proviene de la gran producción leñosa de los cultivos que hoy en día copa la mayor parte del consumo de combustibles orgánicos en el país. Dicho de otra forma, si consumimos alrededor de 9,6 Mt y la producción forestal es de 3 Mt, en España se están consumiendo al año alrededor de 6,6 Mt de leña de cultivos.

Habida cuenta que la producción de leña cultivada es de 11,2 Mt y el consumo de leña cultivada es de 6,6 Mt, podemos inferir que 4,7 Mt de leña de cultivos no se consumen como combustible sino que se trituran o destruyen o tienen otros usos alternativos. De esta forma podemos estimar el porcentaje de leña cultivada consumida como combustible o bien destinada a otros usos.

4.2. Evolución histórica del consumo de leña en perspectiva comparada

El conocimiento sobre el consumo de leña en perspectiva histórica es mucho más precario que el de madera. Aunque, por cierto, su volumen debió ser muy superior al de la madera utilizada como materia prima. Hasta la fecha, los únicos datos disponibles son los aportados por Rubio (2005) en un trabajo mucho más amplio sobre la transición energética de la economía española desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad. Como quiera que una parte central del consumo energético en sociedades preindustriales derivaba de la leña, Rubio realizó una estimación sobre el mismo a través de la producción de los montes públicos, suponiendo que los mismos suministraban un 10% del consumo total[13]. La cifra resultante era análoga a otra propuesta por Malanima, según el documento, para el caso italiano, en la que se apuntaba un consumo aproximado de 1 kg/persona/día. El consumo en Italia, se entendió, no debía ser

[13]"La leña es, de largo, el elemento más difícil de estimar (…). Si suponemos que los montes de utilidad pública proveían aproximadamente el 10 por 100 de la leña en el país, lo cual implica suponer que contribuían menos a la producción de leña que a la de madera dado que la mayoría de la leña nunca quedó registrada al tratarse de un bien común sin precio en la mayoría de zonas rurales, y lo comparamos con la estimación de Malanima el resultado es bastante bueno. Malanima estima 350 kg por persona y año y haciendo el supuesto expuesto resulta una media de 352 kg por persona y año entre 1901 y 1933, eso sí con una clara tendencia a la baja (297 kg en 1933) y con los picos esperables en los años fríos conocidos" (Rubio, 2005:58).

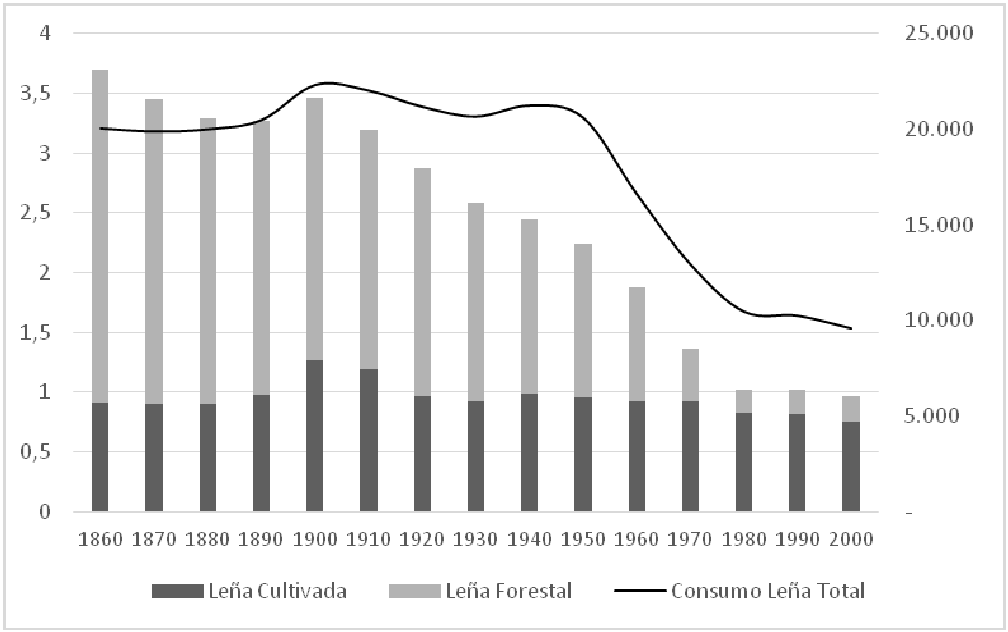
muy diferente al español[14]. Sin embargo, atendiendo a los resultados ofrecidos por diferentes estudios de caso en España, el consumo por habitante y año, siempre parece ser mayor. Los habitantes de Madrid consumían entre mediados del siglo XVIII y mediados del XIX una cantidad próxima a los 3 kg/hab/día (Bernados et al., 2011:326). En 1860, Enric Tello et al. (2008), han apuntado un consumo de 1,8 kg/hab/día que, añadiendo el consumo de leña de aprovechamientos cultivados, ascendía a 2,7 kg. Para el sur de España, Infante-Amate (2012a, b), ha señalado un consumo que oscilaba entre 1-3 kg/hab/día –únicamente incluyendo leña forestal y del olivar- en dos municipios de Córdoba y Granada entre 1750 y 2000. Tales estimaciones se han realizado para estudios de caso de la España mediterránea –los dos últimos- y, por otro lado, en una ciudad donde buena parte de sus habitantes tendrían difícil acceso a recursos energéticos. Todos ellos, aun así, arrojan cifras que prácticamente triplican el recurrente dato de Malanima de 1 kg/hab/día. Y, decíamos, se refieren a puntos del país en los que, a priori, el consumo de leña debería ser menor que el de la media nacional.

En la figura 17 podemos ver cómo ha evolucionado el consumo por habitante. La población española ha pasado de unos 10 millones de habitantes en 1800 hasta algo menos de 20 millones en 1900 para superar los 40 millones en la entrada del siglo XXI. Si la producción ha mantenido una cierta estabilidad con un evidente descenso en las tres últimas décadas, el aumento poblacional ha forzado una menor disponibilidad de leña por habitante. En 1860, el consumo por habitante y día era de 3,52 kg. En 1930 había bajado a 2,41 kg (ver tabla 5).

Nuevamente llama la atención la creciente participación del consumo de leña de cultivos. Como quiera que fue aumentando, su disponibilidad por habitante se ha mantenido estable casi hasta la actualidad, entre 0,9 y 0,76 kg/hab/año. Se ha apuntado en otros sitios que el desarrollo de cultivos leñosos como el olivar, además de responder al evidente incentivo del desarrollo de un cultivo comercial con crecientes oportunidades, también sirvió para paliar el déficit de leña en un contexto de deforestación (Infante-Amate, 2011, 2012a, b). Nuestros datos sugieren que, a nivel agregado, en el conjunto del país, la leña de los cultivos tuvo un papel relativo creciente. En 1930, en los hogares españoles, suponía más de una tercera parte de los consumos totales del país.

[14]Más tarde, la misma autora corrigió sus datos, añadiendo consumo de leña derivado de ciertos cultivos leñosos ofreciendo una serie que prácticamente doblaba la precedente (ver Gales et al., 2006), tal y como se apunta en Iriarte y Ayuda (2008).

Figura 17.Disponibilidad de leña en kilogramos por habitante y año (eje de la izquierda) y consumo total de leña en miles de toneladas (eje de la derecha)



Fuente: vera apartado metodológico.

Tabla 5. Consumo de leña por origen y sectores. Miles de toneladas

	Leña Cultivos	Leña Forestal	Leña No Usada	Consumo Leña Industrial	Consumo Leña Uso Doméstico	Total Consumo Leña	Consumo Leña (kg/hab/día)
1860	5.191	15.800	1.057	4.015	16.060	20.075	3,52
1870	5.497	15.300	1.048	3.982	15.928	19.910	3,28
1880	5.804	15.100	1.054	4.006	16.025	20.031	3,13
1890	6.491	14.900	1.080	4.103	16.411	20.514	3,10
1900	8.599	14.702	1.176	3.799	18.549	22.348	3,29
1910	8.663	14.247	1.160	3.307	18.742	22.049	3,03
1920	7.554	14.406	1.116	2.756	18.446	21.202	2,73
1930	7.921	13.942	1.558	2.690	18.003	20.693	2,41
1940	9.364	13.316	1.849	2.765	18.503	21.268	2,25
1950	9.710	12.780	2.293	2.476	18.159	20.635	2,02
1960	10.243	9.990	4.160	1.753	14.886	16.639	1,50
1970	11.339	4.409	3.875	1.897	11.076	12.972	1,05
1980	11.414	1.606	3.498	1.730	8.764	10.495	0,76
1990	11.643	1.507	4.407	1.564	8.718	10.282	0,72
2000	11.233	1.628	4.732	1.397	8.222	9.619	0,65

Fuente: ver apartado metodológico.

Nota: el Total Consumo Leña equivale tanto a la producción de leña cultivada, más la forestal menos la no usada, como la suma del consumo de leña industrial más la doméstica.

Aunque resulta muy difícil estimar, es posible hacer algún mínimo acercamiento al consumo industrial de leña. En la actualidad contamos con estadísticas al respecto que nos informan de un consumo de leña de algo menos de 1,4 Mt por parte de las industrias. Aunque pudiera parecer una práctica desaparecida lo cierto es que sigue presente y, en los últimos

años, parece que en aumento. Nuevos desarrollos tecnológicos están permitiendo reintegrar la biomasa como combustible en el sector industrial (IDAE, 2011b). Las estadísticas industriales de los años 60 y 70 del siglo XX (INE, 1962, 1973), aportaban información del consumo industrial de leña en términos físicos. Estaba entre 1,75 Mt y 1,89 Mt. Aun así, ciertamente, tal estadística evidenciaba cómo el consumo de combustibles fósiles era abrumadoramente mayor que el de leña. La transición energética en la industria se había completado mucho tiempo antes. Aunque, como veremos más abajo, no había ocurrido lo mismo a nivel doméstico.

Sabemos que la industria fue una importante fuente de consumo de leña hasta la llegada de los combustibles fósiles. Es recurrente el caso del hierro por las altas cantidades de combustible que requería así como por tener una alta producción relativa (Sieferle, 2001; Warde, 2011; Madureira, 2012). Aunque no era el único bien altamente dependiente de la leña: el vidrio, el plomo y otros muchos minerales son ejemplos análogos. Es difícil hacer una estimación del consumo antes de los años 60 en tales sectores. Además de que no tenemos datos, nos movemos en un momento de transición en el cual los combustibles inorgánicos empezaban a suplir al resto. Aunque sepamos el potencial energético instalado, no podemos saber el origen de la energía consumida. En Alemania y Francia se estima que entre 1820 y 1860 el consumo de leña fue totalmente sustituido por el de carbón en la industria del hierro (Madureira, 2012). En España, esto debió ocurrir algunas décadas después habida cuenta que la transición energética fue posterior (Gales et al., 2006). Aunque en 1970, algunas industrias relacionadas con el carbón o las de la alfarería seguían consumiendo importantes cantidades de leña (INE, 1973), lo cierto es que el sector industrial copó, también en España, el consumo de combustibles fósiles. Según Coll y Sudría (1987) en 1870 dos terceras partes del carbón consumido los absorbía la industria.

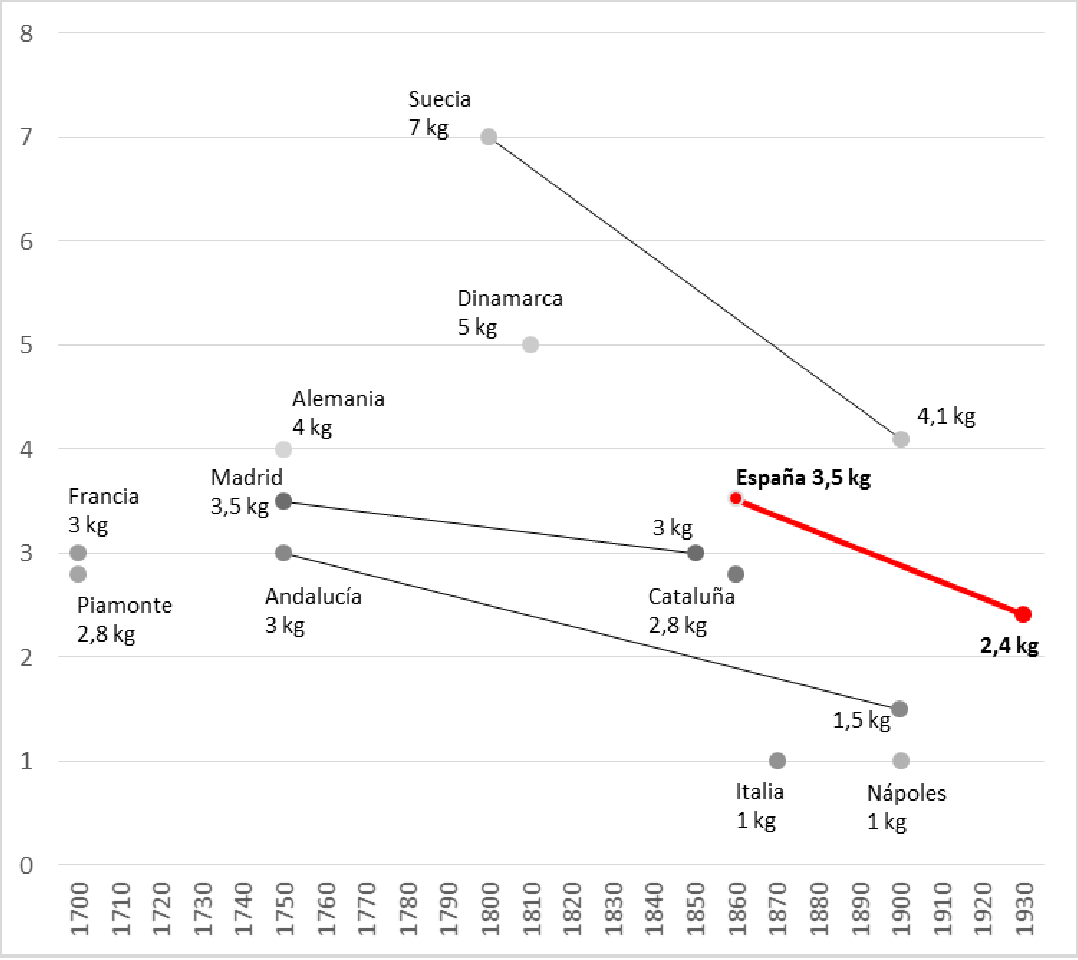
Así, según nuestra estimación, en la primera mitad del siglo XX el consumo industrial se situó entre un 10-20% del total del consumo de leña. Una cifra similar a la estimada para ámbitos tan diversos como Centroamérica a finales de 1970 (Jones, 1982) o la Inglaterra del siglo XVI (Warde, 2011).

El consumo de leña, por tanto, siguió siendo determinante en los hogares, como veremos más abajo. En nuestra opinión presentaron consumos mucho más altos que el recurrente dato de 1 kg/persona/día citado por Malanima y replicado en muchos trabajos por su analogía al caso mediterráneo. En España, el consumo se movió entre 3,5-2,4 kg/hab/año hasta la década de 1930. Esto, sin añadir otros combustibles de la biomasa (pajas, estiércoles, residuos de cultivos herbáceos…) que seguro que incrementarían la cifra.

Estos resultados nos permiten ubicar las pautas de consumo de combustibles inorgánicos de España en el contexto internacional. Sin ánimo de ser exhaustivos en la recopilación realizada, podemos ver en la figura 21 cómo la literatura ofrece numerosos datos sobre el consumo de leña por habitante en diferentes países para períodos anteriores al siglo XX. Estos se mueven, como ya se ha apuntado, entre 1-10 kg/hab/año. ¿Qué determina las diferencias? Obviamente, el factor climático es clave. Las zonas más frías de Europa presentan consumos mucho mayores. Las zonas más cálidas, menores. El país más consumidor en nuestra muestra es Suecia, seguido de Dinamarca y Alemania. A la cola los países mediterráneos como Italia o España. Aun así, vemos diferencias de consumo incluso dentro de cada país. En los dos últimos citados, las zonas del norte de ambos países (Piamonte o Madrid) presentan valores mayores que las del sur (Nápoles o Andalucía). También a nivel nacional las diferencias de consumo son visibles.

Una segunda pauta que se repite es el decrecimiento del consumo por habitante en todo el continente en los siglos XVIII y XIX a medida que avanzaba la transición energética.

Figura 21. Consumo de leña en diferentes estudios de caso. Kilogramos/hab/día.



Fuente: basado en Braudel (1984), Malanima (1996, 2006), Bernados et al. (2011), Infante-Amate, 2011; Kander et al. (2013).

4.3. Geografía de la disponibilidad de leña

En la historia del consumo de leña, tal y como ocurría con los usos del suelo y la producción, es previsible que el consumo de leña revele pautas regionales divergentes. Hasta el momento, habíamos visto cómo a lo largo del siglo XX y al calor de la transición socioecológica, la superficie forestal había tendido a centrarse en la zona norte del país, principalmente aquella destinada a la producción de madera. Históricamente, aunque el tipo de masas forestales habían diferido en la geografía del país, lo cierto es que se distribuían alícuotamente: partimos del hecho de que la dificultad de su transporte y la alta dependencia de tales productos en época preindustrial, obligaba a reservar superficies leñosas en todas las provincias. Los cultivos en la franja mediterránea terminaban por equiparar, aún más, la producción entre provincias.

El consumo está determinado por cierto grado de relación comercial. Sabemos, por ejemplo, que las provincias periféricas de Madrid tuvieron un rol clave para suministrar leña a la capital (Nieto-Sánchez, 2010; Bernados et al., 2011, Hernando et al., 2011). Aun así, los limitantes para el transporte en el caso de la leña nos hacen pensar que el consumo debió estar localizado en cada provincia o grupo de provincias. Si eliminamos el factor de la producción no usada y añadimos la producción de madera que se utilizaba como combustible, es posible hacer acercamiento provincial de la disponibilidad de leña en España.

En la figura 19 damos cuenta de tal disponibilidad en 1900, un tiempo de escasa penetración de los combustibles fósiles en los hogares y el primero año para el que podemos ofrecer datos a escala provincial. Estimamos que la producción de los cultivos leñosos estaría en torno a 8,6 Mt, la forestal total en 14,7 Mt y la no usada en 1,2 Mt. Así, el consumo total se situaría en 22,4 Mt, lo que suponía un consumo de 3,29 kg/hab/año (Tabla 5).

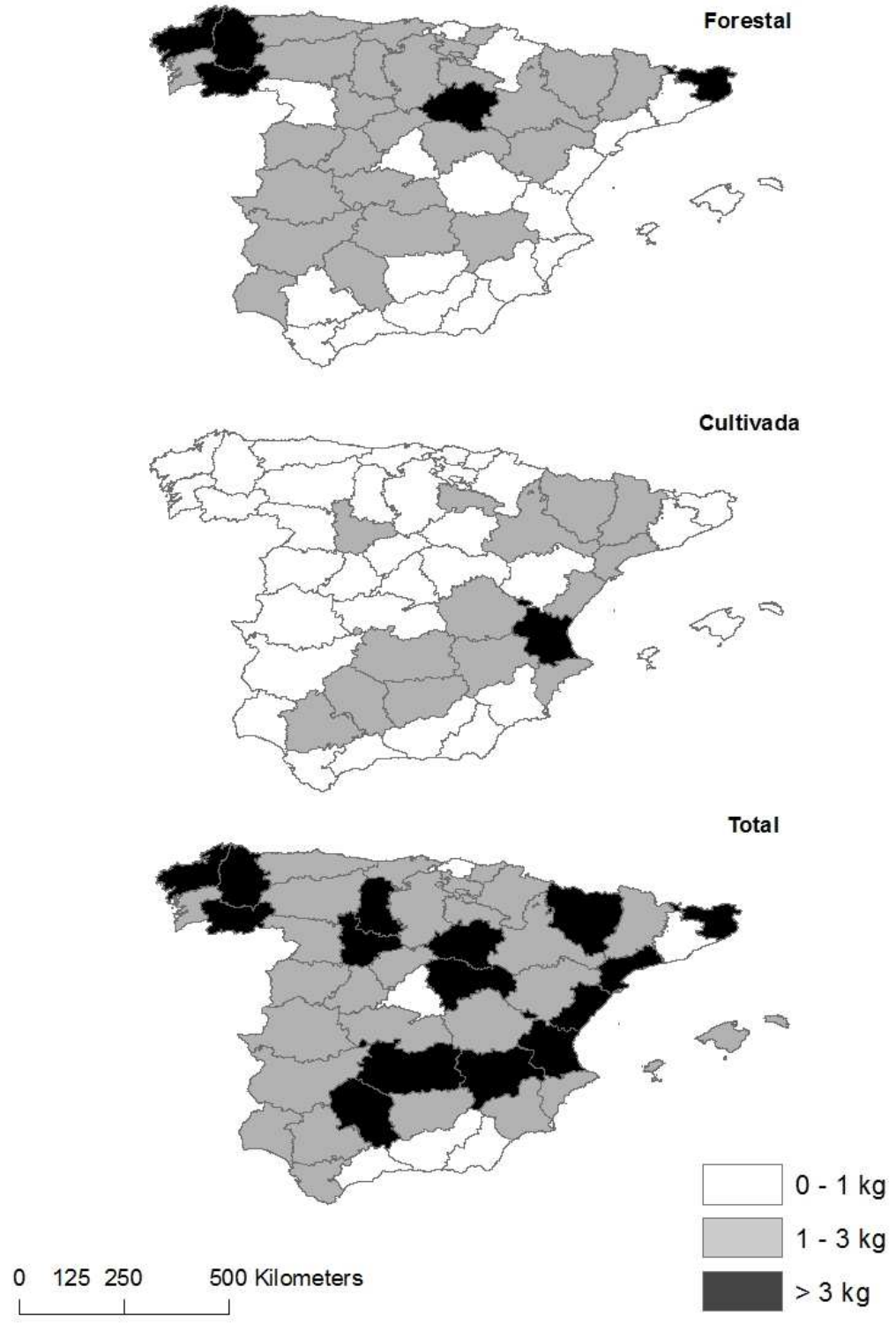
Existe una distribución bastante razonable del consumo por habitante en el país. Solo 6 provincias estarían debajo de 1 kg/hab/año. Entre ellas, Madrid o Barcelona por motivos obvios. La gran densidad de población hacía que la disponibilidad provincial fuese menor, lo que implicaría un consumo de la leña producida en zonas periféricas. El resto son provincias de la costa mediterránea aparentemente con menos necesidades de combustible por habitante. La mayoría de provincias se sitúan entre 1-3 kg/hab/año, la cifra estándar repetida como media en nuestro estudio. Destacan varias provincias, en la misma zona, la centro-sur del país, con un nivel de producción mucho mayor que el resto ¿Qué tienen en común? Si analizamos la distribución de la producción por origen podemos ver cómo la cultivada tiene mayor presencia en la franja mediterránea en tanto que la forestal se centra en el resto. Así, varias

provincias como las extremeñas, las del norte de Andalucía, el sur de Castilla-la-Mancha y algunas del levante, presentan valores más altos. Estas, son las que revelan una mayor aptitud agroclimática para concentrar tanto superficie cultivada como forestal. Muchas cuentan con superficie relevante de monte, aunque se levantase de forma abierta y dispersa como la dehesa pero, además, son un punto en el que pueden levantarse óptimamente olivares y viñedos. Nótese que el olivar se concentra en el mediterráneo pero no en la zona costera, sino algo más en el interior. Así, esta característica, hace que ciertas zonas del país aparezcan como un reservorio leñoso mucho más notable que el resto, donde zonas de grano u hortícolas tienen más vigencia.

Insistimos en que necesariamente tuvo que haber cierto grado de comercio de la leña entre provincias, lo que hace que los datos arriba ofrecidos a tal escala no sean fiables sobre el consumo efectivo. Sin embargo, es posible establecer patrones geográficos evidentes. En la figura 20 ofrecemos datos de la leña disponible según origen (cultivado o forestal) en dos grandes zonas del país: la Norte-Atlántica y la Sur-Mediterránea. La primera contaba en 1900 con un consumo medio de 4,1 kg/hab/año, de los cuales solo 0,7 provenían de cultivos y 3,4 eran de origen forestal. En la segunda, la parte más calidad y por tanto con menores requerimientos de combustible, el consumo se situaba en 3,1 kg/hab/año. De ellos, más de la mitad, 1,8 kg/hab/año, procedían de los cultivos. Identificamos pues, un modelo de suministro de leña propio de las zonas mediterráneas, caracterizado por una provisión forestal menor, fruto de la menor productividad primaria de sus montes pero que, sin embargo, se amortiguaba ampliamente por la gran profusión de cultivos leñosos.

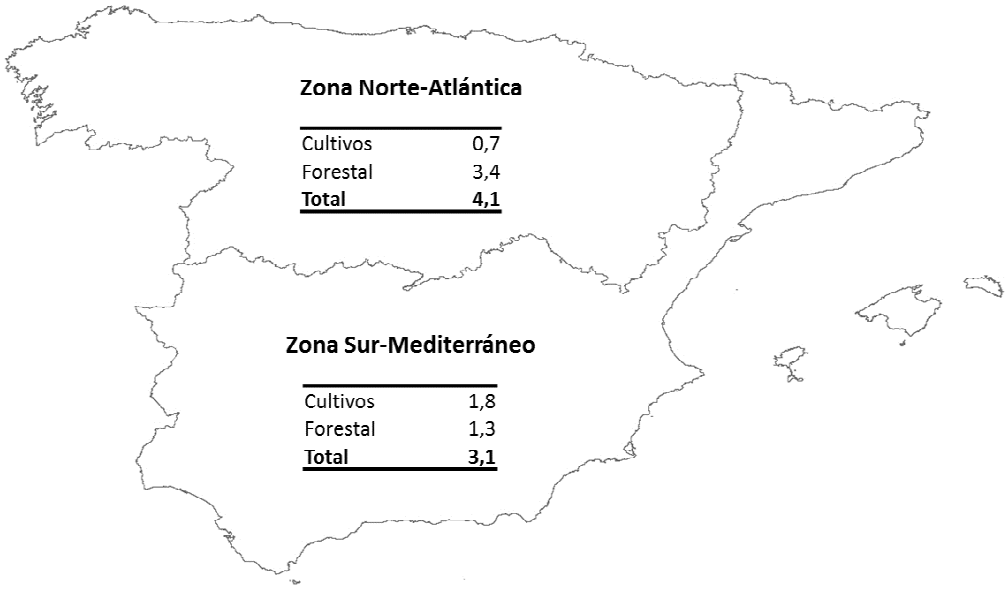
Está fuera del alcance de este trabajo hacer una estimación de los precios de los combustibles y, en particular, los combustibles fósiles a escala regional. De hacerlo, tal vez, se podría validar la hipótesis de que la "crisis de la leña" fue una cuestión atlántica. Así lo ha demostrado Robert Allen (2003) para otras partes de Europa. Tal vez el carácter del Mediterráneo, con menos necesidades por habitante así como con una mayor potencialidad para diversificar la producción de leña, pudiese amortiguar la temida escasez de combustibles orgánicos que atenazó a buena parte de Europa antes de la Revolución Industrial.

Figura 19. Disponibilidad de leña en España por origen de la producción. Kilogramos/hab/día



Fuente: vera apartado metodológico.

Figura 20. Disponibilidad de leña en kg/hab/día. 1900



Fuente: vera apartado metodológico.

4.4. La leña y la transición energética

Parece quedar claro que la leña siguió presente hasta bien entrado el siglo XX en la economía española. Es cierto que la imponente cantidad de carbón y petróleo, hizo que en términos relativos fuese ocupando un lugar menor pero en términos absolutos la caída no ha sido grande. La transición energética tuvo lugar, y la leña ya no es el recurso que antaño fue: imprescindible en casi todas las actividades económicas. Dicho esto, los datos que presentamos en nuestra serie de consumo, en los que se incluyen los cultivos y subproductos de la madera, hacen que esta sea algo mayor que lo que generalmente se asumía. Por ello, otro elemento que reclama un cierto análisis es el de los ritmos de la transición energética en España. Como quiera que hasta la fecha se había tomado en cuenta únicamente la producción de leña del monte, incluso para contextos históricos, los momentos en los que las energías fósiles habían superado a las orgánicas pueden diferir levemente.

En la figura 21 reconstruimos el consumo de energía primaria en España entre 1825 y la actualidad. A través de los datos del *Atlas de la industrialización de España*, de Nadal (2003), de las *Estadísticas Históricas de España*, de Carreras y Tafunell (2005) y de la compilación hecha por Rubio (2005), es posible reconstruir la serie de consumo energético española en el largo plazo. Los datos presentados, por tanto, no suponen ninguna novedad en el panorama historiográfico sino que se muestran a modo de contexto para analizar el papel de la leña. España, inició a lo largo del XIX de una manera débil y pausada la transición hacia una economía basada en el carbón. Hasta la década de los 60 del siglo XX fue el producto

energético más utilizado en el país hasta ser superado por el petróleo. Desde tal fecha el país muestra una ruptura radical en el consumo de energías multiplicando rápidamente su dependencia de insumos inorgánicos: principalmente petróleo pero, desde los años 80, añadiendo otro tipo de energías como el gas, la hidroelectricidad y las nucleares.

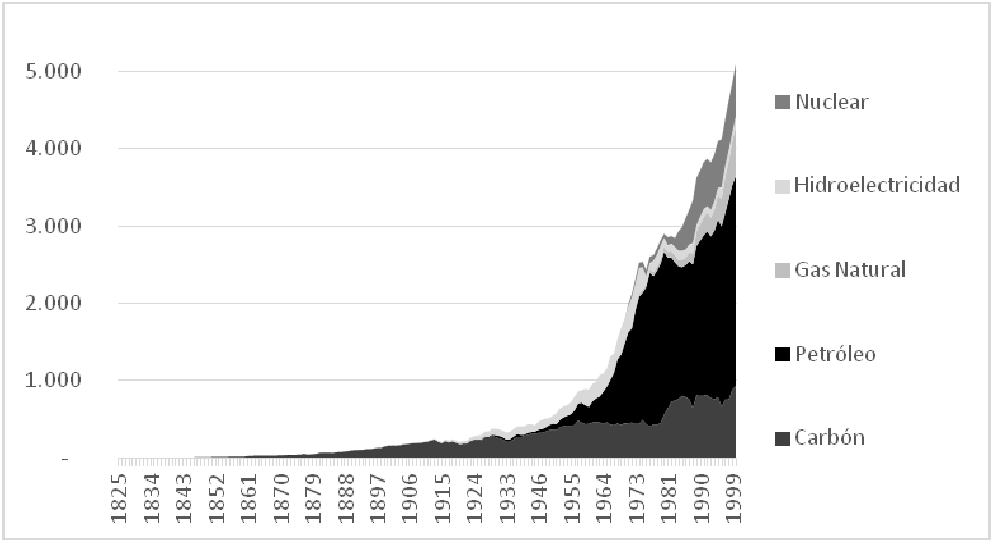
Analizado en un contexto internacional, el papel desarrollado por España en la transición energética ha sido bien descrito en varios trabajos (v.gr. Gales et al., 2007; Kander et al., 2013). Tras la rápida transición de países como Inglaterra, que ya en el siglo XVIII revelaban altas tasas de consumo de carbón, otros países de la Europa central iniciaron la transición hacia la economía inorgánica. El conjunto de países del mediterráneo demoraron tal proceso hasta finales del XIX y nunca con los niveles de consumo revelados por los *firstcomers*. Entre otros motivos cabe destacar que las reservas de carbón en el mediterráneo europeo eran mínimas en comparación con los países que primero desarrollaron la transición (Coll y Sudriá, 1987; Kander et al., 2013). En los años 70, en la era del petróleo, los países de la Europa periférica completaron la transición energética a niveles análogos a los del resto de países europeos.

Hablamos de transición pero, ¿cuándo se produjo tal transición? Aunque resulte simplificador se suele entender por transición energética el momento en el que las energías modernas son más consumidas que las tradicionales. Tal vez, uno de los principales problemas de tales estudios ha sido el escaso peso que se ha dado al consumo de energías tradicionales ya en el siglo XIX y el nulo valor otorgado a los consumos derivados de otros residuos de cultivos. Así, el magnífico trabajo de Paul Warde (2007), casi convierte en residual el consumo de leña en Inglaterra en el siglo XIX. Para España, si entendemos por energías modernas el consumo de carbón, petróleo y gas en sus diferentes formas, el punto en el que estos portadores energéticos fueron más consumidos que la leña se sitúa en la década de 1880 (según los datos de Rubio, 2005). Nuestra estimación de consumo de leña hace que el punto de la transición no tuviese lugar hasta 60 años después (ver figura 22). Insistimos en la irrelevancia del debate de demorar unos años atrás un proceso de sobra consumado en el país: el de la gran dependencia de los recursos fósiles. Sin embargo, además de poner de manifiesto que las fuentes inorgánicas fueron más importantes de lo que tradicionalmente hemos supuesto, sí que se puede explorar la naturaleza de esta transición con más detalle si atendemos a los sectores dependientes de tales consumos.

En Inglaterra, el consumo de carbón se extendió pronto tanto al sector industrial como a los hogares. Se estima que a mediados del siglo XVII el carbón consumido por los hogares británicos representaba el 55% del consumo total, lo que implicaba un consumo por habitante

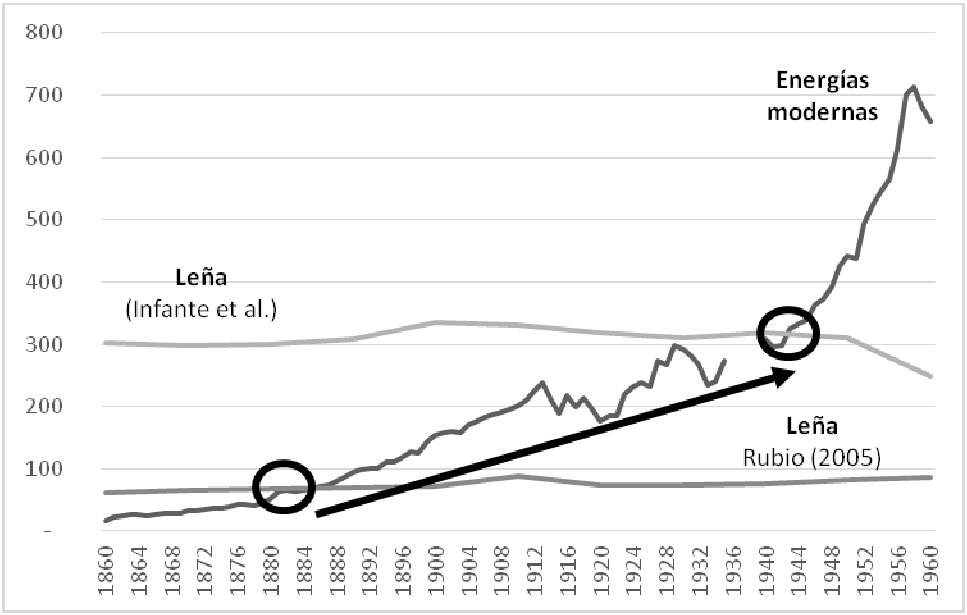
3,8 GJ al año. En 1830, el consumo doméstico se había reducido a un 38%, sin embargo, el fuerte aumento del consumo total hizo que por habitante el consumo creciese hasta 23,6 GJ en los hogares (Hatcher, 2003:501). Parece que en otros casos como Holanda o Suecia, las economías domésticas también absorbían alrededor de un 50% del consumo de carbón (Kander et al., 2013:189).

Figura 21. Consumo final de energía (PJ)



Fuente: a partir de los datos de Nadal (2003).

Figura 22. Consumo en España de energías modernas (carbón, petróleo y gas) frente al consumo de leña. Energía primaria (PJ)



Fuente: para el consumo de energías modernas hemos tomado los datos de Nadal (2003), para los de leña hemos utilizado los resultados de este trabajo y los de Rubio (2005).

Uno de los aspectos peor conocidos de la transición energética es el destino de los usos finales de la energía por actividades económicas. Conocemos muy bien los consumos (primarios o finales), pero tenemos poco detalle hasta bien entrado el siglo XX de los análisis sectoriales de tales consumos y, mucho menos, del papel jugado por las energías tradicionales en este sentido.

En España, los datos disponibles apuntan una realidad bien diferente. Según los datos de Coll y Sudriá, en 1870, el 62,2% del carbón era consumido por las industrias y el 28,0% por el sector del transporte (principalmente ferrocarril y navegación). En los hogares apenas se consumía un 4,45%. De hecho, incluso en la década de 1930, con estadísticas más fiables, se apunta que el 82,5% del carbón se consumía fuera del sector residencial. España, llegó tarde a la transición. Sus consumos a finales del siglo XIX y principios del XX eran menores en comparación con otras partes de Europa pero, además, la mayor parte de estos consumos no se producían en los hogares.

En el caso de la industria, a la altura de 1890, el consumo de carbón medido en energía final, ya era mayor que el de leña. En 1925, lo superaba ampliamente: se consumían 113 PJ de carbón frente a 41 PJ de leña. En este caso, por falta de fuentes, no estamos considerando el consumo de petróleo que en 1925 ascendía a 9 PJ. De ellos, presumiblemente, buena parte de los mismos se consumirían en la industria. Dicho de otra forma: si la transición energética en España tuvo lugar en la década de 1940, en el caso de la industria se adelantó medio siglo (Figura 24). La mayor parte de los combustibles fósiles se absorbieron por tal sector.

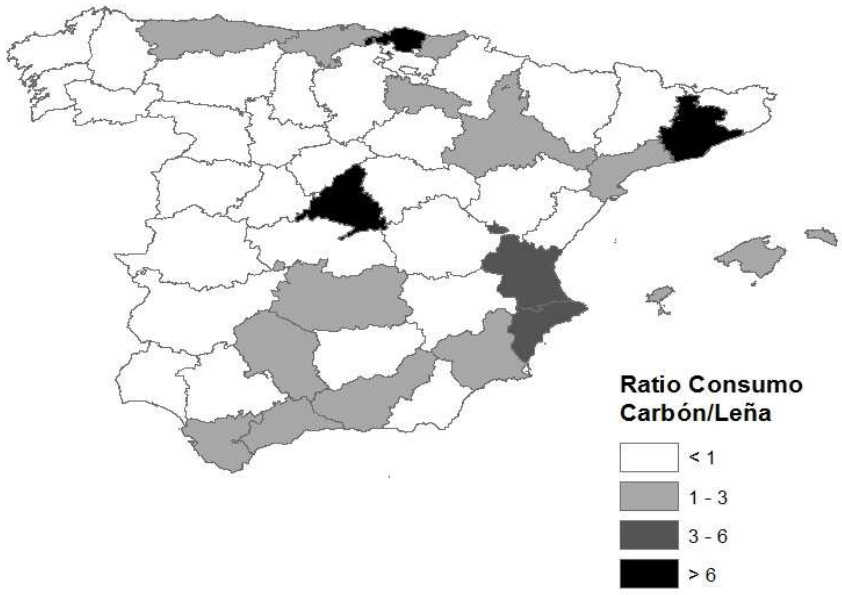
Es bien sabido que el núcleo de industrias españolas durante el período citado se concentraba en un área geográfica relativamente pequeña. En la década de 1930 solo las provincias de Barcelona y Vizcaya consumían casi una tercera parte de todo el carbón (Coll y Sudriá, 1987:374). Unidas a importantes zonas productoras como Oviedo (más de un 10%) o ciudades grandes como Madrid (hasta un 9%), podemos observar cómo el consumo se concentraba en zonas muy específicas incluso a la altura de 1930.

En la figura 23 mostramos la ratio de consumo de carbón partido el consumo de leña a escala provincial. En blanco están las provincias con una ratio menor que 1, esto es, con un consumo de leña superior al consumo de carbón. Solo en 17 provincias el carbón era más consumido que la leña en términos energéticos mientras que en la mayoría la leña seguía siendo el combustible más generalizado. En plenos años 30 la mayor parte del país seguía dependiendo ampliamente de las energías inorgánicas. Destacan los casos de Vizcaya, Barcelona y Madrid, áreas industriales o densamente pobladas. Por tanto, no es atrevido aseverar que la transición tuvo lugar por los consumos de energía de sectores específicos en

territorios concretos. A finales, del siglo XIX, al menos, estaba lejos de resultar una generalidad en todo el territorio nacional.

En el caso de los hogares, por su parte, la realidad era bien diferente. La figura 25 muestra el consumo en PJ de los combustibles inorgánicos y orgánicos así como el consumo total de energía inorgánica. Hacemos tal diferencia para discriminar los productos sustitutivos de la leña, esto es, las energías modernas utilizadas solo como combustibles. La línea de consumo total añade otro tipo de usos finales como refrigeración o electrodomésticos. Hasta los albores de la década de 1970 la leña fue la energía más utilizada en los hogares y hasta 1980 siguió siendo el combustible más consumido en el país. Dicho de otra forma, en las operaciones de cocinado, calefacción o para calentar agua, la leña seguía siendo el elemento más indispensable para la mayor parte de los españoles. La transición hacia las energías modernas no se produjo hasta un siglo después que en el caso de la industria. En este proceso, por cierto, hay que tener en cuenta el factor de la eficiencia. Esto es, la energía final utilizada en algunas cocinas de leña podía ser del 10% de la energía final consumida. Igual ocurría con los sistemas de calefacción o para calentar el agua. De tal forma, aunque a mediados del siglo XIX se consumieran 250 PJ de leña y hoy en día unos 700 PJ, la energía final utilizada es mucho mayor debido que las tecnologías de uso actuales son más eficientes.

Figura 23. Relación consumo de carbón (1932) partido por el consumo de leña (1930). Medido en julios



Fuente: para el consumo de carbón Coll y Sudriá (1987) para el consumo de leña los datos de este trabajo.

Los datos ofrecidos sugieren que la mayor parte de la población española siguió dependiendo de la leña hasta bien entrado el siglo XX. De hecho, es posible arrojar algo de luz sobre el proceso de transición energética a nivel doméstico. Evidencias parciales nos invitan a sostener una hipótesis de entrada previsible: la transición energética en los hogares tuvo lugar antes en las zonas urbanas que en las zonas rurales. En 1969, en la ciudad de Madrid, un 19,3% de la población contaba con calefacción central mientras que en la zona centro-sur del país solo alcanzaba el 1,9% y en la denominada región Bética un 1,2% (Banesto, 1969). Esto es, en las ciudades el uso de calefacción dependiente de energías fósiles se extendía de una manera más rápida que en medio rural. En Madrid, en el año de 1972, un 14,1% de las calefacciones utilizaban gas ciudad, un 61,5% gas butano, un 6,9% eran eléctricas, un 8,4% eran mixtas y solo un 9,1% eran de carbón vegetal o leña (Banesto, 1972). En resumen: los sistemas de calefacción se habían extendido en primer término en zonas urbanas y estaban lejos de ser habituales en las áreas rurales. Además, en las zonas urbanas, la mayor parte de las mismas utilizaban energías fósiles. El consumo de electricidad en los hogares de cada provincia y el grado de población urbana revela una correlación positiva para 1960, momento de la primera estadística sobre consumo eléctrico en el país (Infante-Amate y Williamson, en preparación). Habida cuenta que España siguió siendo un país donde prevalecía la población rural hasta la década de 1970 y que sus principales ciudades, al contrario del caso inglés, no estaban tan pobladas, parece plausible sostener que un porcentaje alto de la población siguió dependiendo de la leña.

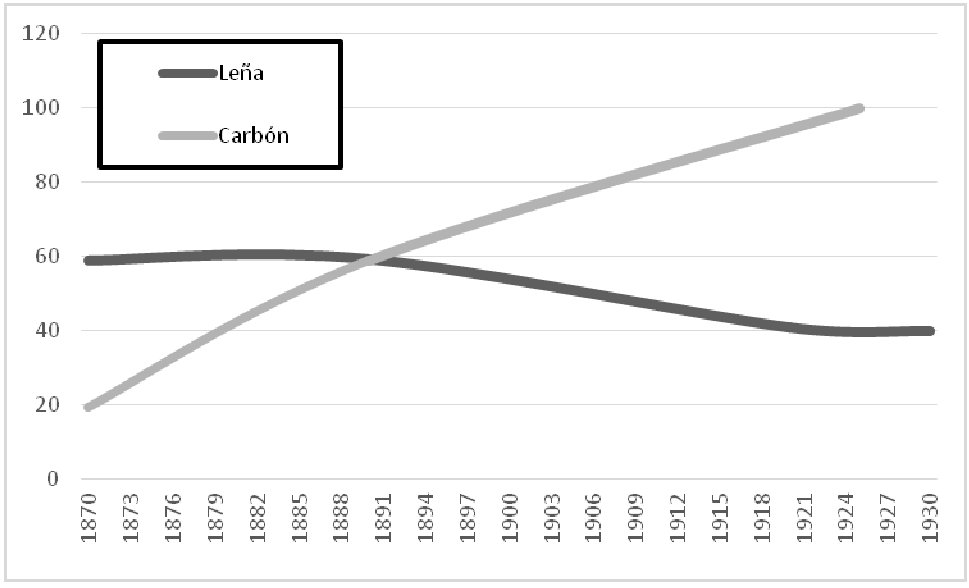
Por otro lado, teniendo en consideración que en las zonas mediterráneas del país el consumo de energías fósiles fue menor y que la leña cultivada era un sustituto cada vez más habitual de la leña forestal, no parece atrevido sostener que, en la transición energética, el papel de la leña cultivada siguió siendo capital para buena parte de los habitantes del mediterráneo.

Finalmente, hay otra derivada de este proceso que nos ayuda a comprender mejor el manejo forestal en España. Si nos remontamos al principio del texto, donde describíamos que el abandono de los aprovechamientos leñosos en el país no tuvo lugar hasta la década de 1960 y los años sucesivos, podemos encontrar ahora una explicación más precisa para explicar este fenómeno. En los hogares españoles no fue hasta esos años cuando las energías modernas se extendieron de forma masiva y, en consecuencia, aunque la industria y otros sectores habían transitado hacia la industrialización ya a finales del XIX, la mayor parte de la población seguía presionando sobre los recursos forestales.

En suma, la deconstrucción de los consumos de energía por sectores y territorios, nos ayuda a comprender algo mejor el proceso de transición energética en España y en el mediterráneo, abundando en la idea de que la presión sobre el monte solo se frenó cuando llegaron de forma masiva a los hogares las energías modernas y que, en tal proceso, muy demorado en el tiempo, las superficies cultivadas jugaron un papel clave en las zonas mediterráneas.

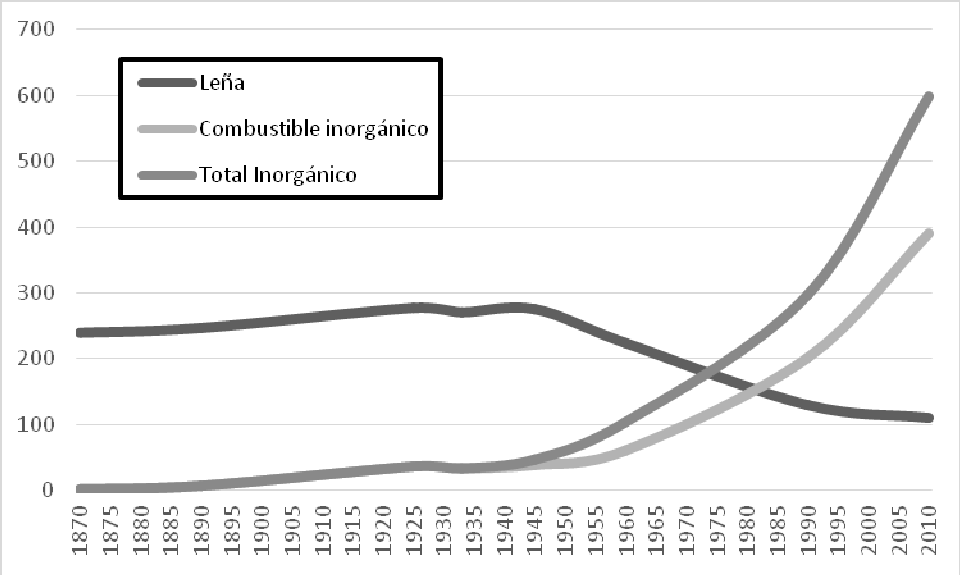
En nuestra opinión, tales evidencias tienen unas implicaciones muy relevantes a la hora de explicar la formidable transición del manejo forestal en España. La figura 25 muestra una tendencia absolutamente inversa entre el consumo de energías orgánicas e inorgánicas en los hogares. Habida cuenta que hemos puesto de manifiesto que fueron las economías domésticas y no la industria el sector que consumía el grueso de la leña, resulta evidente que la presión ejercida sobre los recursos forestales lo ejercían los hogares, no otros sectores. Así pues, cuando estos empezaron a tener acceso masivo y barato a fuentes inorgánicas, se produjo el abandono de los aprovechamientos tradicionales del monte. De hecho, en las últimas tres décadas, como veíamos más arriba, la biomasa contenida en el monte ha venido creciendo, esto es, se extrae a una tasa menor a la producción primaria.

Figura 24. Consumo de energía para combustible por parte de los hogares según tipo de fuente energética



Fuente: para el consumo de carbón Coll y Sudriá (1987) para el consumo de leña los datos de este trabajo.

Figura 25. Consumo de energía para combustible por parte de los hogares según tipo de fuente energética



Fuente: los datos de leña están tomados de los resultados de este trabajo. Para el caso de los inorgánicos están tomados entre 1870 y 1935 de Coll y Sudriá (1987), entre 1945 y 1959 de de MI (1961) y entre 1990 y 2010 de IDAE (2014).

Por tanto, a la hora de explicar el abandono del monte leñoso y de la leña en sí, parece obvio que estuvo determinada no por el uso masivo de combustibles fósiles en general, sino por la adecuación de los mismos a las necesidades de los hogares que eran, históricamente, el sector de la economía que estaba ejerciendo presión sobre los aprovechamientos forestales.

Tal evidencia describe el patrón de cambio: el de la transición energética en los hogares en los años 70 y el fin de la dependencia de la biomasa como combustible doméstico. Sin embargo, la pregunta por responder es, ¿por qué se produjo tal transición? ¿Cuáles fueron los factores del cambio? Todo parece apuntar a que la gran mayoría del país pudo acceder a los nuevos recursos a precios relativamente más baratos. Se desarrollaron nuevas tecnologías domésticas para su uso, se acometieron importantes inversiones públicas para hacer llegar las energías a la mayor parte del país, no solo a las zonas industriales. Además, el país vivía un contexto de crecimiento generalizado de la renta y, en consecuencia, podía acceder a precios cada vez más baratos en términos relativos a las energías modernas. Tales factores, que requieres una investigación más profunda, ayudarían a explicar los factores últimos de la transición del monte y de los consumos de energía en los hogares que, según nuestros datos, aparecen como íntimamente relacionados.

5. Conclusiones

En las primeras páginas de este largo trabajo, decíamos que nuestro principal objetivo era el de ofrecer una síntesis aproximada de la evolución de los usos del suelo forestales en España así como estimación de la producción de madera y leña y relacionar tales aspectos con la transición energética en el país. Hasta mediados del siglo XX no contábamos con datos seriados en las estadísticas oficiales sobre estos asuntos. El primer objetivo, pues era proporcionar tal estimación.

Por otro lado queríamos dar cuenta de la diversidad regional española. No conocíamos los datos de usos del suelo ni de producción a escala nacional y mucho menos conocíamos los datos a escala regional. Finalmente queríamos dar cuenta de la producción derivada de la superficie cultivada que, entendíamos, tuvo que tener un papel muy significativo en el caso español, principalmente en la zona mediterránea del país.

La estimación de todos estos supuestos, nos permite apuntar algunas conclusiones así como nuevas hipótesis de trabajo de cara al futuro. Una síntesis de las principales conclusiones podría ser esta:

1. La superficie forestal en España ha mostrado una tendencia decreciente desde hace varios siglos derivada de la mayor presión sobre los recursos. El aumento de la superficie cultivada y urbana explica esta inercia. Así, desde mediados del siglo XIX, en poco menos de un siglo, se deforestaron más de 6 Mha.

2. A pesar de la caída de la superficie forestal y de la degradación del monte español, lo cierto es que buena parte del proceso de deforestación se hizo sobre superficies de pasto y matorral o de monte menos arbolado que sobre las zonas boscosas más densas. Esto nos ayuda a mediar en el debate del declive del monte mediterráneo que concentra ideas contrapuestas entre aquellos que analizan el proceso en clave de tragedia ambiental y aquellos que matizan el proceso de acusada degradación aludiendo que la característica del monte en tal parte de Europa es la de masas con bajas densidades arboladas, integradas con usos pastorales y agrícolas. Según nuestros datos, sin lugar a dudas hubo un acusado proceso de deforestación así como una pérdida de la capacidad productiva del monte pero, aún con todo, parece que el proceso de deforestación tuvo lugar en superficies de peor calidad y que se fue haciendo de manera gradual: integrando superficies forestales con usos agrícolas o pastorales, aclarando un monte que tal vez antes sería más denso.

3. En este proceso la superficie de monte alto-maderable, más intensivo, no dejó de crecer. Casi se ha multiplicado por cuatro a lo largo del siglo XX. La política forestal, desde

finales del XIX y principalmente después de la Guerra Civil, anduvo en tal dirección. La propiedad privada también. Así, pasamos de superficies leñosas, muchas veces con arbolados abiertos, a superficies madereras más intensivas y con un claro carácter mercantil.

4. Una derivada del punto anterior ha sido el cambio espectacular de las especies que pueblan el arbolado en España. A principios del XX un 80% pudo estar poblado de *quercíneas*. Desde los años 70 más de la mitad del monte estaba ya poblado de coníferas, principalmente pinos. Estos, fueron salvados de las enajenaciones decimonónicas y promovidos por el Estado y la iniciativa privada a lo largo de todo el siglo XX.

5. Tales cambios han derivado en una transformación del modelo productivo del monte español. De un sistema en el que prevalecían usos múltiples y la leña tenía un carácter preponderante, se ha pasado a una situación en la que la producción maderera es claramente mayoritaria. Todo ello se explica por la transición socioecológica operada en el país a lo largo del siglo XX. De un contexto preindustrial, en el que era obligado mantener una integración agrosilvopastoral para garantizar el sustento de bienes variados, entre ellos, la leña, se ha pasado a una especialización maderera habida cuenta que los combustibles fósiles pueden sustituir la función de suministrador de leña del monte.

6. A escala regional la evolución es diferente. En el noroeste del país han prevalecido históricamente superficies arboladas más intensivas. En el resto arboledas más abiertas en forma de monte bajo o masas forestales adehesadas. Con el paso de los años, la concentración de superficie y producción forestal se ha concentrado mucho más acusadamente en la zona atlántica.

7. El consumo de bienes forestales ha estado determinado en las tres últimas décadas del XX por el factor comercial. Hasta entonces no había jugado un papel clave. Son conocidos los limitantes para transportar bienes tan pesados en contextos preindustriales. Así, desde 1970, con el transporte industrial en auge y la liberalización económica de la economía española, la importación de madera, no de leña, se ha disparado. El consumo es mucho más alto que en cualquier otro momento de la historia. Aunque el monte ha perdido muchas funciones tradicionales, la producción de madera sigue siendo clave en el mundo industrial. Muchos sectores siguen siendo altamente dependientes de tal producto.

8. Todo lo dicho debe quedar en cuestión si no tomamos en consideración el papel de las superficies cultivadas. Han ocupado una superficie muy importante y creciente a lo largo del siglo XX. Tienen una productividad leñosa muy alta. Así, han llegado a representar más de una tercera parte del total de producción de madera y leña en el país.

9. El consumo de leña en España ha dependido, por tanto, de forma muy notable, de los productos del olivar, la vid y los frutales. Incluso hoy en día, cuando el monte español produce poco más de 2 Mt, el consumo se cifra en más de 9 Mt. Habida cuenta que el nivel de importación es residual, la superficies cultivadas están proveyendo la mayor parte del consumo de leña actual.

10. Como la producción de cultivos leñosos en el país se focaliza en la franja mediterránea, encontramos modelos productivos y de consumo muy diferentes. La zona atlántica, con vocación maderera tradicional. La zona de la costa mediterránea, con una alta dependencia de la producción de cultivos. La zona centro, como un punto medio entre las dos anteriores. Todas ellas han tenido, históricamente, un consumo decreciente pero análogo. Este, en cualquier caso, ha sido completado de forma muy diferente.

11. En el caso de la leña, tomando en cuenta la superficie cultivada, el consumo en España se movió entre 3,5 y 2,4 kg/hab/día entre 1860 y 1930. Un dato mucho mayor al generalmente aludido de 1 kg/hab/día. Presenta valores similares en todas las provincias en tiempos preindustriales, cuando era clave el abastecimiento de este bien. Aunque se mantuvo una producción estable hasta 1960, el auge poblacional ha hecho que el consumo por habitante se desplome, abundando en la recurrente idea de una crisis de leña, que también tuvo lugar, varias décadas antes en el resto de Europa, antes de la llegada de los fósiles.

12. España, según esto datos, sigue una pauta en el contexto internacional, de normalidad. Fuerte caída del consumo por habitante de leña, con valores más bajos que las zonas del centro y el norte del continente y similares a las de otros países mediterráneos.

13. Una vez que relacionamos tal proceso con la transición energética ocurrida en el país, evidenciamos que al incorporar la leña de los cultivos esta no tuvo lugar hasta la década de 1940. Esto es, no fue esta ese año cuando el país consumió más combustibles fósiles (contabilizamos carbón, petróleo y gas) que leña.

14. En nuestro análisis de la transición energética hemos documentado que en España, al contrario de otros países europeos, la mayor parte de los consumos de energías modernas se realizaron en el sector industrial y, en menor medida, en el sector del transporte. La penetración en los hogares fue mínima. De esta forma, a finales del XIX la industria ya consumía más energía inorgánica que orgánica. Sin embargo, tal proceso no tuvo lugar en los hogares hasta la década de 1980. Dicho de otra forma, la mayor parte de la población española siguió dependiendo ampliamente de la leña.

15. En relación con el punto anterior, hemos podido documentar que la mayor parte de la energía fósil además de consumirse en sectores económicos muy específicos, lo hizo en

territorios y grupos sociales muy determinados. El carbón consumido por la industria se focalizaba en pocas provincias del país y a nivel doméstico la transición energética llegó primero a los grupos sociales más acaudalados así como a las principales ciudades del país. En consecuencia, y como apuntábamos antes, la mayor parte de la población y de las provincias españoles no transitaron tan rápidamente al consumo de energías modernas.

16. Este hecho nos ayuda a comprender el cambio en la funcionalidad del monte español en los años de 1960. Durante tal período el consumo de energías modernas empezó a crecer en los hogares: la mayor parte de los mismos accedió de manera creciente a la electrificación, el petróleo o el carbón. De esta manera su dependencia de la leña cayó y, de tal forma, se explica la menor presión sobre los recursos forestales. En los últimos años del siglo XX se documenta un abandono de la extracción de leña forestal hasta el punto de que la biomasa de las masas forestales ha venido creciendo ininterrumpidamente.

ANEXO METODOLÓGICO

A.1. MADERA Y LEÑA DE ORIGEN FORESTAL

En 1941 se publicaba "La estadística forestal de España. 1940"[15]. Era la primera que empezaba a dar cuenta de la producción forestal privada. Todo un hito. Sus primeras líneas eran estas:

> "Hasta ahora limitábanse las estadísticas forestales, publicadas por la Dirección General de Montes, a resumir los datos de las distintas clases de aprovechamientos (…), realizados en cada año forestal exclusivamente en nuestros montes de Utilidad Pública. Resulta así que dicha estadística ni nos daba la producción de los montes de nuestra patria en esa clase de productos, ni siquiera la cuantía de los aprovechamientos forestales realizados en un años, sino únicamente el dato incompleto referente a esos aprovechamientos efectuados en los montes incluidos en el Catálogo de los de Utilidad Pública" (p. 3).

Sin embargo, más adelante, seguía así:

> "Este primer ofrecimiento de datos estadísticos de montes españoles ha de ser incompleto, debido a que la disposición ministerial que ha hecho posible la obtención de aquéllos en el dominio particular, al obligar a los dueños a presentar declaraciones juradas de sus fincas, no se ha cumplido todavía debidamente por todos los interesados y aunque se posee ya una amplia información, resta todavía alguna extensión por registrar y mucha de comprobar por la Administración" (p. 4).

Dicho de otra forma, se reconocía el problema, se manifestaba el deseo de corregirlo, pero aún se estaba lejos de resolverlo. De hecho, no fue hasta 1946 cuando se ofrecieron los primeros resultados solventes, esto es, la primera estadística forestal del conjunto del país que sí parecía incluir todas las partidas. ¿Todas? El Grupo de Estudios de Historia Rural (GEHR, 2003) dio cuenta de cómo a partir de 1961 la estadística incluyó una nueva partida de producción de madera para el total nacional –no para el provincial-, titulada "sin clasificar", y que suponía una cantidad relevante de la producción de madera: un 12% en 1961, llegando a alcanzar el 44% en 1979 en el caso de la leña. Esta "chapuza", en palabras del GEHR (2003:299), atribuible a una reestimación de los datos provinciales poco veraces, se mantuvo hasta hace pocos años.

No es la única chapuza o cambio de criterio. Carpintero (2005:271) dio cuenta de cómo la estadística forestal empezó a incluir el tojo a partir de 1956, de poco valor económico, pero gran peso en términos físicos. En Barciela et al. (2005:299) se explica cómo a partir de 1961 se cambian de categoría nada menos que 2,7 Mha de monte adehesado. Y otras cuestiones no

[15] A lo largo del texto hablaremos de "Estadística Forestal de España" para referirnos a la estadística que se publicó durante varios años desde 1941.

menores como cambios de criterio en la catalogación de masas forestales, tardía inclusión del castaño, indefinición de las superficies de dehesa o que desde 1973 se eliminaran en algunos cuadros de la estadística la leña de las camas del ganado.

En resumen: aunque en 1946 pudiera parecer que nacía una estadística homogénea y fiable, no hay nada más lejos de la realidad. En la investigación histórica de los montes españoles no cabe relajarse cuando uno maneja la documentación. Incluso aquella relativamente reciente.

En cualquier caso, nació la estadística forestal española. Inexistente hasta los años cuarenta. O solo existente para los aprovechamientos de utilidad pública. A modo de brevísimo estado de la cuestión[16] cabe apuntar que desde mediados del siglo XIX empezó a generarse cierta información sobre la superficie forestal española que, aun así, no identificaba con detalle su aprovechamiento, manejos o productividad, de tal manera que resulta imposible aportar resultados directos sobre la producción forestal o las masas forestales con cierto nivel de detalle. Durante este período se puso en marcha el primer inventario forestal español que, lamentablemente, solo dio cuenta de las superficies ocupadas por los montes públicos. Esta estadística, a principios del siglo XX, empezó a ofrecer información más detallada sobre el tipo de aprovechamiento forestal y, por primera vez, aportó datos sobre diversas producciones entre las que diferenciaba la leña y la madera[17]. Sin embargo, insistimos, esta información se refería exclusivamente a los montes de utilidad pública y, habida cuenta que no sabemos el porcentaje que sobre la superficie forestal total ocupaban los montes de utilidad pública, no es posible ofrecer una estimación de la superficie de montes discriminando razonablemente su aprovechamiento. Igualmente, aunque es posible aportar alguna cifra de productividad maderera, gracias a los citados cálculos de principios del siglo XX, esta no resulta del todo fiable pues, aun teniendo tales niveles productivos, es difícil saber la superficie exacta de la que provenía –monte bajo, alto, dehesas-.

Las precarias fuentes para ofrecer una estimación razonable de la producción de leña no solo han frustrado a investigadores actuales. Reconocidos expertos de la época como Podhoroski, Sorre, Ximénez de Embún o el mismo Flores de Lemus[18], ya se lamentaban, hace casi un siglo, de la precariedad de la estadística forestal española así como de la dificultad para proveer una información razonable de sus producciones.

Aún con todo, contamos con algunos intentos de estimar la producción de madera desde mediados del siglo XIX hasta la década de 1930. Destaca la propuesta de Iñaki Iriarte e Isabel Ayuda (2006) sobre el consumo de madera en España durante el período citado. Siguiendo un trabajo previo de Santiago Zapata (2001) basado en la estimación del consumo de madera por parte de diferentes sectores de la economía española, los autores proporcionaron una serie coherente de más largo plazo. Iriarte-Goñi (2013) extendió tales estimaciones hasta la actualidad. Para el caso de la madera tomaremos directamente tales datos.

[16] Varios trabajos del Grupo de Estudios de Historia Rural (ver, por ejemplo: GEHR, 1991, 2002, 2003, 2006) recogen un compendio de las principales fuentes españolas para el estudio de la historia forestal. Ver también, por ejemplo, Barciela et al. (2005), Iriarte y Ayuda (2006, 2008), Jiménez Blanco (1991, 2002), Zapata (2001) o Sánz Fernández (1985, 1986).
[17] En Barciela et al. (2005) se puede encontrar una recopilación accesible de estos datos.
[18] Cita de Ximénez de Embún (1933).

En el caso de la leña utilizaremos los datos de la fuente desde 1960 con las correcciones propuestas por el GEHR (2003) para los años de 1960 y 1970. El reto pasa por ofrecer una estimación para el periodo de 1900 a 1950. Como explicaremos más abajo el método utilizado es el de reconstruir provincialmente los usos del suelo forestales por grandes tipos de aprovechamiento. Una vez obtenidos estos datos hemos realizado una amplia revisión de literatura sobre la extracción de leña en cada caso y para diferentes zonas del país. Estos datos se validan y ponderan con otra estimación que hemos realizado: la de la Productividad Primaria Neta de la madera y la leña a escala provincial, esto es, lo que el monte crecía de manera natural en cada zona del país. Para realizar tal ejercicio también es necesario hacer una estimación de la superficie forestal por aprovechamientos a nivel provincial para las primeras décadas del siglo XX.

En las siguientes páginas detallamos específicamente las fuentes y métodos utilizados.

A.1.1. Usos del suelo

En 1912 el Ministerio de Fomento, a través de la Junta Consultiva Agronómica, publicó un *Avance* de las superficies de pasto españolas donde se recogía la práctica totalidad de los aprovechamientos forestales. Repitió el cálculo en 1922 y, desde 1929, integró en las estadísticas agrarias un apartado de "Pastos, dehesas y montes". En suma, para el período comprendido entre 1912 y 1950, es posible reconstruir con cierto grado de detalle la superficie maderable y leñosa española a nivel provincial. No así la producción.

En rigor, el primer intento para compilar fuentes forestales data de 1905. Lo encontramos en una memoria de la Junta Consultiva Agronómica de "Prados y pastos" (JCA, 1905). En ella, cada provincia suministró información de tales aprovechamientos incluyendo, en ocasiones, otras superficies forestales. Sin embargo, no se categorizaban las mismas ni tampoco se recogían datos de superficie para todas las provincias. Sí se proporcionaba, al final de la estadística, un saldo global de lo que se entendía como superficie forestal, de 24,06 Mha.

Así pues, la primera vez que contamos con datos sistemáticos a nivel provincial es en 1912, con el citado "Avance estadístico de pastos, prados y algunos aprovechamientos y pequeñas industrias zoógenas anexas", de la Junta Consultiva Agronómica (JCA, 1914). En él, para cada provincia, se procedía a una descripción de las principales masas forestales, sus costes, aprovechamientos, particularidades agroclimáticas, información ganadera, etc. Aunque pudiera parecer que solo se centraba en superficies de prados y pastos sin arbolado, lo cierto es que tras procesar la información de todas las provincias observamos que la estadística dio cuenta de 99 diferentes categorías entre las que se incluían claramente superficies arboladas forestales. De hecho, como veremos más abajo, la agregación de los datos ofrece resultados de superficie forestal consistentes. Dentro de las 99 categorías se mezclaron, según provincias, diferentes criterios taxonómicos atendiendo a métodos de beneficio, especies o titularidad. Muchas veces, mezcladas entre sí (por ejemplo: monte alto de pinar o monte bajo de rebollo).

Algo similar ocurre para el año de 1922. En el completísimo "Avance estadístico de la producción agrícola en España" publicado por la Junta Consultiva Agronómica (JCA, 1923), encontramos para cada provincia un apartado de "dehesas y montes", ahora sí, diferenciado de "praderas artificiales y forrajes". Esta vez, tampoco hay un criterio taxonómico común aplicado en cada provincia. De hecho, encontramos para todas ellas un total de 49 tipologías, también, basadas en dispares criterios. Al final de la obra no se ofrece un dato general de superficie forestal, lo que obliga a contabilizar todos los datos provinciales.

Para los años sucesivos la información mejora y se vuelve algo más sistemática. Así, desde 1929 empiezan a publicarse, ininterrumpidamente hasta hoy, los *Anuarios de Estadística Agraria*. Hasta la aparición de la *Estadística Forestal Española*, en ellos se incluyó la superficie forestal bajo una categoría de "Prados, dehesas y montes". Se discriminaban unas 32 categorías de las cuales unas 25 tenían arbolado. En esta fuente encontramos una categorización por especies, aunque, como apuntamos en la tabla 6, hay alguna categoría de gran relevancia superficial en la que solo se alude al manejo (por ejemplo, dehesa a pastos o monte bajo).

Con la llegada de la *Estadística Forestal Española* en 1941, aunque con datos completos desde 1946, la tipología de las superficies forestales vuelve a cambiar de nuevo. En el año de 1950 encontramos una división por titularidad de la explotación (pública o privada) y por método de beneficio (monte alto, bajo, medio y, en algunos años, adehesado). A partir del año de 1960 encontramos también una discriminación completa por especies. Generalmente se distribuyen en coníferas y frondosas. En estas últimas se diferencian las del género *Quercus*, las cupulíferas y otras frondosas. En cada grupo, se detallan diferentes subespecies. Es muy completa en este sentido. Sin embargo, encontramos algunos cambios de criterio a la hora de agrupar las categorías en diferentes años, dentro de la distribución general señalada. La estadística ofrece, también, superficies de matorral y pasto que, unidas a las arboladas, nos permiten obtener la superficie forestal total. Este formato se aplicó hasta 1981.

A partir de 1973 aparece una nueva distribución de usos del suelo, ahora, nuevamente integrada en los *Anuarios de Agricultura*. El criterio de categorización es el del método de beneficio o forma de las masas, distinguiendo en Monte Maderable, Monte Abierto y Monte Leñoso. Una taxonomía aparentemente similar a la de la *Estadística Forestal* pero, como veremos, totalmente diferente. La mayor dificultad aparece a la hora de encontrar las superficies forestales no arboladas. La fuente, a partir de estos años, separa las zonas de pasto y las reubica con las de prado. Por otro lado, encontramos en otras superficies aprovechamientos denominados como "erial a pastos" o "espartizales". Sumando estas últimas con la superficie de pastizales y la arbolada, podemos estimar la superficie forestal tal y como la había venido entendiendo la estadística hasta tal fecha.

Por otro lado, desde la década de 1960 es posible encontrar la ordenación de las masas forestales con gran detalle gracias al *Inventario Nacional Forestal*. Este se realiza a escala provincial pero sus datos no son anuales sino que comprenden los amplios períodos en los que se realiza el estudio. En España, se han realizado de momento tres. El primero, con datos de 1966 a 1975. El segundo, entre 1986 y 1996. El tercero, entre 1997 y 2007. Ha cambiado

mucho su estructura y contenido, pasando de los recuentos provinciales de los sesenta a la información GIS del último inventario.

Con esta información, ¿es posible proponer una serie homogénea de los cambios en los usos del suelo forestal? El mayor compendio de estadística agraria publicado en España junto con la famosa *Estadística Agraria* del GEHR (1991), decía lo siguiente:

> "La situación actual de la superficie forestal española es difícil de conocer, ya que como consecuencia de la utilización de fuentes elaboradas con distintas metodologías, las cifras que se ofrecen sobre superficies forestales difieren sensiblemente. Además, tal como se reconoce en las estadísticas agrarias, el cambio de criterios en la elaboración de las estadísticas forestales hace imposible enlazar las series" Barciela et al. (2005:256-257).

Ciertamente, trazar una serie homogénea por método de beneficio parece una tarea imposible por los cambios de criterio habidos en cada período a la hora de formalizar la taxonomía. Un sucinto ejercicio:entre 1941-1981, la *Estadística Forestal* clasifica el método de beneficio de la siguiente forma:

Monte alto: "Es el originado por briznales (pies arbóreos nacidos de semilla), que suelen alcanzar edades altas antes de su aprovechamiento (a turnos largos en general); suministrando maderas y leñas como productos primarios y resinas, corcho, frutos, etc., como productos secundarios o derivados".

Monte bajo: "Es el originado por chiripiales (pies nacidos de brotes de cepa o raíz), limitados a edades o turnos más cortos, y que, en general, solo suministran leñas, como productos primarios y cortezas, como productos secundarios".

Monte medio: "Es el constituido por un piso inferior de monte bajo (matas leñosas) y otro u otros pisos superiores de monte alto (resalvados)".

Entre 1971 y la actualidad, los *Anuarios* ordenan las masas así:

Monte Maderable: "Todo terreno con una cubierta forestal, es decir, con árboles cuyas copas cubren más del 20% de la superficie del suelo y que se utiliza para la producción de madera o mejor del medio ambiente, estando el pastoreo más o menos limitado"

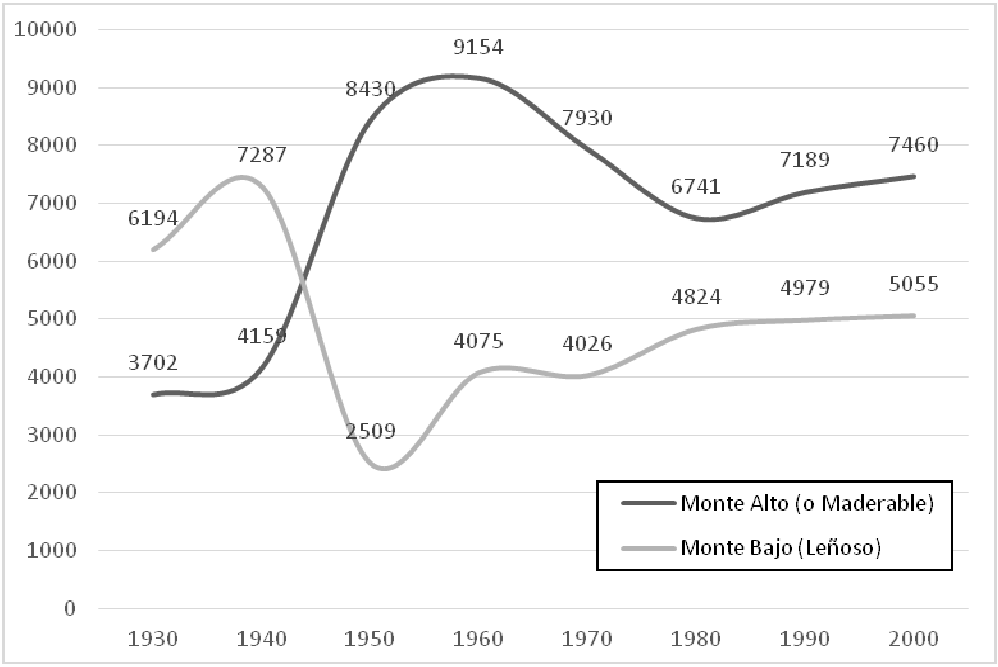
Monte abierto: "Todo terreno con arbolado adulto cuyas copas cubren del 5 al 20 por 100 de la superficie y que se utiliza principalmente para el pastoreo (…). Corresponde las dehesas de pasto y arbolado con encinas, alcornoques, quejigo, rebollo y otros árboles"

Monte leñoso: "Terreno con árboles de porte achaparrado procedentes de brote de cepa o raíz o con matorral o maleza formado por especies inferiores que cubren más del 20 por 1000 de la superficie, y cuyo aprovechamiento es para leña o pastoreo".

Aparentemente existe una relación bastante directa entre el Monte Alto de la primera y el Monte Maderable de la segunda. Igual ocurre con el Monte Bajo y el Monte Leñoso. La

figura 26 muestra el resultado de la serie de usos del suelo forestales equiparando tales categorías.

Figura 26. Superficie de Monte Alto-Maderable y Monte Bajo-Leñoso, combinando la Estadística Forestal con los Anuarios de Agricultura. Miles de hectáreas.



Fuente: hasta 1970, la *Estadística forestal española*, desde entonces los *Anuarios de Estadística Agraria*.

El resultado es un caos difícilmente descifrable. En apenas una década, entre 1940 y 1950, el monte alto crece más del doble, de 4,1 Mha a 8,4 Mha. El monte bajo zigzaguea para caer estrepitosamente entre 1940 y 1950, pasando de 7,3 Mha a 2,5 Mha, para volver a subir en la siguiente década 1,5 Mha.

En efecto, la posibilidad de trazar una serie para todo el siglo XX basada en métodos de beneficio del monte o la forma de sus masas, es una tarea compleja dado el estado de la estadística forestal. Habida cuenta de que la descripción que se hace de las masas a medir es relativamente similar en ambos casos ¿cómo es posible que el resultado sea tan dispar?

Antes apuntábamos que ambas formas de estimar los usos del suelo convivieron durante unos años. Entre 1973 y 1981. Una comparación nos ayuda a intuir lo que al parecer se hacía en cada caso. En la tabla 6 recogemos la superficie forestal estimada de ambas formas en 1980. En los anuarios de estadística la superficie arbolada superaba los 15,5 Mha mientras que la estadística forestal apenas alcanzaba los 10 Mha. En ambos casos parece que la superficie de monte alto y monte maderable guarda una correspondencia clara pero no así el bajo y medio con el abierto y leñoso. En el primer caso suman casi 9 Mha mientras que en el segundo alcanzan solo 3,4 Mah. En los anuarios, fuera de la superficie forestal (todo monte arbolado, de diferentes densidades), encontramos los pastizales y otras categorías como espartizales, prados o erial a pastos que tradicionalmente se han incluido en la superficie forestal. Estos, sin duda, no tienen superficie arbolada, luego entendemos que la categoría de matorral y pastos en la estadística forestal tenía, necesariamente, que incluir superficie forestal arbolada

y con producción. Dos evidencias corroboran este punto. Primero, desde 1961 sabemos que casi 3 Mha de dehesa se incluyeron en la superficie de matorral y pastos de la estadística forestal (Barciela et al., 2005). Segundo, tal estadística otorga valores de producción de leña a la superficie de matorral. Conclusión, la categoría de matorral y pastos incluía una cantidad importante, imposible de discernir, de superficie arbolada con producción de leña. Si añadimos a la superficie forestal de los anuarios las partidas de prados y pastos, vemos cómo la superficie forestal total asciende a 26,29 Mha. Una cifra análoga a la superficie forestal recogida por la estadística forestal para el mismo año, que era de 26,34 Mha. Dicho de otra forma, la superficie forestal total era la misma, lo que cambiaba era la forma de contabilizarla.

Tabla 6. Superficie forestal Española en 1980 según los *Anuarios de Agricultura* y la *Estadística Forestal Española*

Anuarios Agricultura		Estadística Forestal	
Monte Maderable	6.741	Monte Alto	6.737
Monte Abierto	4.033	Monte Medio	593
Monte Leñoso	4.824	Monte Bajo	2.829
Pastizales	5.257	Matorral y pastos	16.177
Erial a pastos	3.560		
Espartizales	425		
Praderas	1.448		
Total	26.288		26.336

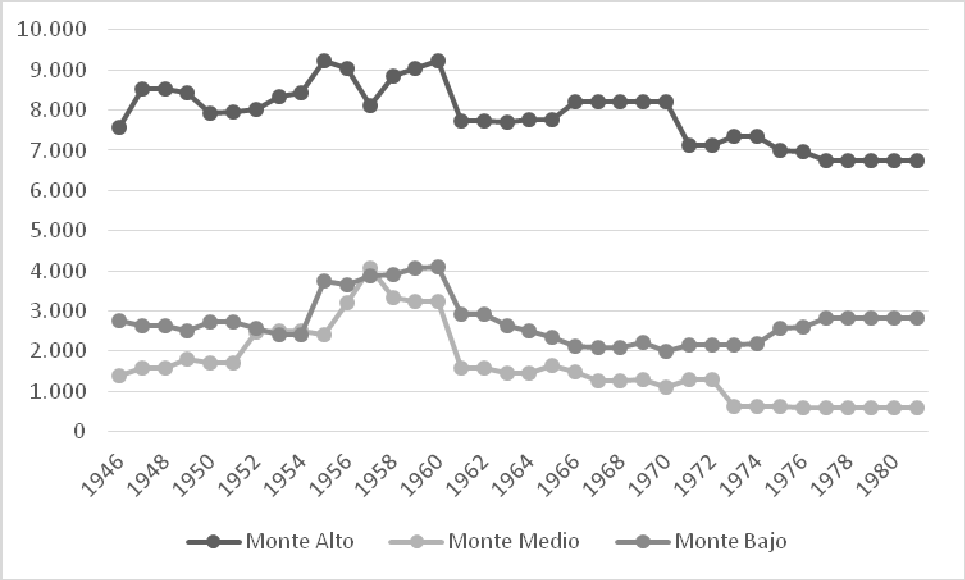
Fuente: ver texto.

Como parece que la superficie de monte alto es análoga en ambos período, resultaría tentador, para los años de 1946 a 1973, dividir la superficie matorral y pastos entre la de monte medio y bajo según la proporción del anuario para, así, poder conseguir una serie de largo plazo entre 1946 y la actualidad. Sin embargo, lamentablemente, esto no es posible. La estadística forestal, entre 1946 y 1973 introdujo diferentes cambios de criterio a la hora de ordenar las masas forestales. Además del citado ejemplo del trasvase de dehesas en 1961, la superficie de monte alto cae estrepitosamente en pleno proceso repoblador. Basta echar un vistazo a la figura 27, en la que damos cuenta de los datos de la superficie forestal aparecidos en la estadística entre 1946 y 1981. Los saltos son continuos. Revela, sin duda, cambios de criterio a la hora de ordenar los usos del suelo que hacen totalmente inviable su uso para construir una serie. De hecho, en 1973, primer año en el que coinciden ambas fuentes, el monte alto de la estadística era de 7,6 Mha mientras que en el anuario era de 6,2 Mha. Ni siquiera en esta partida coincidieron, solo a finales de los 70 empezó a converger la superficie maderable con la de monte alto.

Sin embargo, los datos de usos del suelo aparecidos desde 1973 en los anuarios, presentan una serie más estable en el tiempo (ver figura 28). Además de estar respaldados por los datos de los *Inventarios Nacionales Forestales*, la taxonomía de sus usos del suelo es más clara que la de la estadística forestal. Ello, nos hace plantear la siguiente posibilidad: como quiera que entre 1912 y 1950 tenemos datos de usos del suelo forestal, divididos en numerosas categorías, sería posible ordenarlos con el mismo criterio seguido por el anuario entre 1973 y

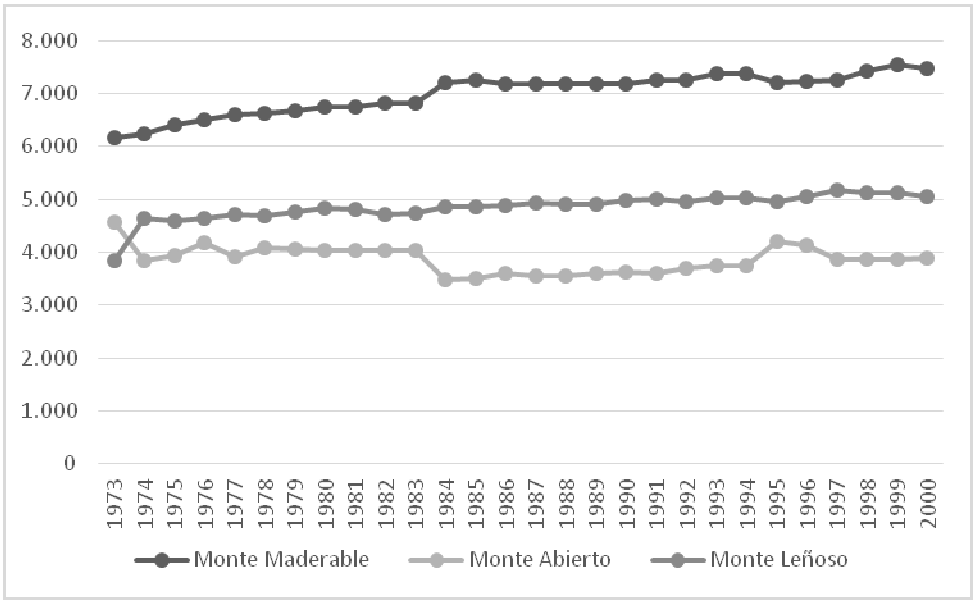
la actualidad, creando así una serie para el siglo XX atendiendo a los métodos de beneficio o forma de las masas. Ello implicaría la eliminación, por los motivos aducidos, de la información suministrada por la estadística forestal entre 1941 y 1973.

Figura 27. Superficie forestal por forma de las masas según la *Estadística Forestal Española*



Fuente: ver texto.

Figura 28. Superficie forestal por forma de las masas según los *Anuarios de Estadística Agraria*



Fuente: ver texto.

El reto, por tanto, pasa por ordenar los usos del suelo para los períodos comprendidos entre 1912 y 1950. La tabla 7 recoge las partidas que se han incluido en cada método de beneficio. En el monte maderable hay una mayoría de aprovechamientos con clara correspondencia como pinares, eucaliptos, sabinares, castañares o hayedos. El único que plantea problemas es el de robledal que si bien tiene una vocación maderera a veces está incluido en superficies de dehesa. Hemos decidido dejarlo en monte maderables por dos motivos. 1. En las sucesivas estadísticas españolas aparece, tras el pino, como el principal productor de madera. 2. Aunque pueda tener un carácter adehesado, los anuarios, con los que se compararán estos resultados, dicen que en el monte maderable se incluyen aprovechamientos con solo el 20% de la superficie cubierta por arbolado. Entendemos que la superficie de robledal estaba generalmente cubriendo más del 20% de la superficie y, si a partir de 1973 esta se incluía en la superficie maderable, nosotros también lo hacemos para 1930-1950.

El monte bajo no deja lugar a dudas pues solo se dan dos categorías con tal superficie. El monte abierto, parece aludir a superficies adehesadas y, así pues, incluimos para 1930 y 1940, aquellas como los encinares, alcornocales o acebuchales a pastos. Confiamos en este criterio pues, como veremos, la superficie derivada de este grupo coincide con el agregado de dehesas de 1912 y 1922, esto es, creemos que las masas seleccionadas atienden bien a la categoría de monte abierto, que integra, como dice el anuario, las superficies de dehesas de *Quercus.*

Por cierto, una vez hecha tal agregación, podemos comprobar, para cada provincia, si ha habido grandes diferencias entre los dos puntos más cercanos: 1940 y 1973. La variación media es menor del 30% de la superficie forestal total de 1973. Dicho de otra forma, aunque ha habido variaciones evidentes por el paso del tiempo, no encontramos divergencias fuera de lugar por órdenes de magnitud. De hecho, en casi una veintena de provincias la variación ha sido menor del 20%.

Tabla 7. Agrupación de categorías por método de beneficio del monte en los años de 1930, 1940 y 1950

Monte Maderable	Robledal y pastos, Robledal y siembra, Robledal y barbecho, Castañar y pastos, Hayas y pastos, Sabinar y pastos, Pinar con pastos, Pinar sin pastos, Eucaliptal, Monte alto de varias especies
Monte Abierto	Encinar y pastos, Encinar y siembra, Encinar y barbecho, Alcornocal y pastos, Alcornocal y siembra, Alcornocal y barbecho, Acebuchal y pastos, Acebuchal y siembra, Acebuchal y barbecho, Manzanal y pastos
Monte Leñoso	Monte bajo con pastos, Monte bajo sin pastos

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Agrupación de categorías por método de beneficio del monte en los años de 1922.

Monte Alto (Maderable)	Monte alto de pino, Monte alto de encina, Monte alto de roble, Monte alto de sabina, Monte alto de haya, Monte alto y pastos, Monte alto sin pastos, Robledal y pastos, Monte alto de diferentes especies y pastos, Pinar, Pinar sin pastos, Pinar con esparto, Sabinares con rotación, Monte alto, Pinar y pastos, Dehesas de pinar y pastos
Monte Medio (Abierto)	Dehesas de encinar y pastos, Dehesas de Robledal y Pastos, Dehesas alcornocal y pastos, Dehesas acebuchal y pastos, Dehesas

	de haya y pastos, Dehesas de quegijal y pastos, Dehesas particulares, Acornocal y pastos, Acebuchal y pastos
Monte Bajo (Leñoso)	Monte bajo y pastos, Monte bajo robledal y pastos, Monte bajo de diferentes especies, Monte bajo encinas sueltas y pastos, Monte bajo, pinos sueltos y pasto, Monte bajo, alcornoques sueltos y pastos, Montes comunales y del Estado Montes de los municipios

Fuente: elaboración propia.

En 1922, *Avance* de la producción agrícola, ofrece un número de categorías más amplio que es aún mayor en 1912, en el *Avance* de prados y pastos. En la tabla 8 damos cuenta de la agrupación que hemos seguido para el año de 1922. Aunque puede parecer un número grande de categorías que, de hecho, lo son[19], lo cierto es que apenas una decena de las mismas recogen casi la totalidad de la superficie forestal. De ellas, no hay mucho lugar a dudas a la hora de distribuirlas. Solo hay una decisión que sí puede afectar a la serie. Nos referimos a la partida de "Dehesas de pinar y pastos". ¿Monte maderable o dehesa? Hemos decidido dejarlo en monte maderable por dos motivos. 1. El pino tiene una función principalmente maderable y, como quiera que el anuario incluía tales superficies incluso con densidades relativamente bajas, hemos decidido seguir su criterio. 2. De hacerlo así se asimilan mucho más las series de 1912 y 1922.

En el caso de 1912, el problema es algo mayor y nos ha obligado a trabajar con la fuente con mayor profundidad. El problema no es dónde ubicar las categorías, sino que muchas de ellas, con gran importancia superficial, se denominaban de forma abierta, sin especificar manejos (montes, montes del estado, montes particulares, etc.). Además, hemos detectado que en algunos casos se incluía toda la superficie bajo una misma partida, ya fuese dehesa o monte bajo y, al examinar el detalle de la fuente, se explicaba que bajo tal nombre se escondían diferentes manejos o métodos de beneficio. ¿Cómo lo hemos resuelto? Afortunadamente, en esta fuente, cada resultado provincial se acompaña de una amplia descripción de las formas de las masas forestales y otros asuntos. Siguiendo tales indicaciones hemos repartido las partidas para cada caso. Aun así, había algunas provincias en las que no contábamos con información suficiente y para ello hemos solido tomar como referencia la proporción en la que se repartía el uso del suelo en 1922 y 1930 con el objetivo de dar homogeneidad a la fuente.

De esta forma hemos obtenido los datos de superficie forestal a escala provincial en una serie entre 1900 y 2000. Tanto en la producción como en los usos del suelo hemos efectuado un sistema de validación de nuestros resultados: nuestra estimación entre 1900 y 1950 debería casar con los datos oficiales de 1960. Y lo debería hacer para cada una de las provincias. Dicho de otra forma, si tenemos una provincia X cuya superficie forestal por masas es estable entre 1950 y 1960, el resultado sería válido. En el caso de la superficie hemos tenido que suavizar y corregir nuestra estimación y lo hemos hecho de manera que sea coherente con los datos de 1960. Este es el punto más importante de nuestra estimación. Por ello, los datos de 1900 a 1950 en algunas provincias que presentamos en este trabajo difieren levemente de los presentados en la fuente. Por lo general la superficie forestal total guarda coeherencia en todas

[19] En el cuadro hemos eliminado algunas ciertamente redundantes.

las provincias españolas pero no la de las subparditas que hemos creado (monte bajo, alto, dehesa…). De esta forma comprobamos que en 1950, por ejemplo, una provincia catalogaba la mayor parte de su superficie como monte bajo mientras que en 1960 era de dehesa. Esto no implica, obviamente, un cambio tan radical en los usos del suelo sino que se contabilizaron de manera diferente. En esta decena de casos hemos cambiado las partidas de los años 1900 a 1950[20].

Sin embargo, con los resultados obtenidos encontramos algún problema. Aunque existe una clara homogeneidad, incluso a nivel provincial, en la superficie forestal arbolada, no ocurre lo mismo con la superficie forestal total. Dicho de otra forma, las superficies de pastos, matorrales, praderas, etc. muestran datos incongruentes en las fuentes de las primeras décadas del siglo.

Hasta 1960, la estadística agraria no computó toda la superficie geográfica española. Esto es, aportaba datos de superficies cultivadas y forestales que, sumadas todas, arrojaban un dato de superficie agraria bastante bajo, esto es, la superficie improductiva resultante era muy alta. Mucho más alta que en la actualidad. Este hecho se puede justificar atendiendo al cambiante criterio a la hora de incorporar en prados y pastos una parte de la superficie que, a veces, aparecía como útil y otras veces como improductiva.

Hemos decidido aplicar hasta 1960 el dato de superficie improductiva el dato de 1960 por ser el más próximo a los años anteriores. Es posible que la superficie no productiva fuese incluso menor hasta tal fecha, debido al posterior proceso urbanizador. En cualquier caso, solo queríamos tomar un dato contrastable a nivel provincial. Con él, para cada provincia, sabiendo su superficie cultivada así como su superficie geográfica total, inferimos la superficie forestal.

En el cuadro 9 mostramos la tipología de usos del suelo seguida en este trabajo. No concuerda con la estadística agraria actual pero lo cierto que esta última tampoco lo hace con sus antecesoras. De hecho, la estadística se ha caracterizado por importantes cambios de criterio. Así, nuestra propuesta intenta, con la información existente, ofrecer una serie coherente para todo el siglo XX.

Como se apuntó en el texto, entendemos por superficie forestal la superficie agraria no labrada, que incluye la arbolada y las zonas de matorral y pasto. La fuente, para todo el siglo, ofrece datos relativamente fiables de la arbolada y de cultivada. Así, cuando la superficie forestal no equivalía con la diferencia entre la geográfica y la cultivada más la arbolada, la diferencia se añadía a la de matorral y pastos. En ella, por tanto, se integran desde praderas naturales hasta eriales poco productivos.

El criterio para incorporar tales zonas no ha estado claro en la estadística. A principios de siglo hemos comprobado cómo se dejaba fuera de la misma. A partir de los años 60 tendió a incorporarse en la categoría forestal. En las últimas décadas se habla de forestal solo para la arbolada y luego distingue entre prados y pastos por un sitio y, por otro, erial a pastos y

[20] En la página web www.historiambiental.org estará disponible la serie a nivel provincial donde se pueden corroborar estos puntos así como la serie en cada provincia de los diferentes usos del suelo.

espartizal. Estos dos últimos aprovechamientos se integran en una categoría llamada de "otros usos" y se coloca junto a las superficies improductivas o las urbanas. Poco esclarecedor.

Siguiendo la pista a estas partidas es posible por tanto, trazar la serie con las categorías marcadas en la tabla 9.

Resta otra cuestión que merece la pena ser señalada. A principios de siglo, en muchas ocasiones el dato que aportaba la estadística de superficie total cultivada no se correspondía con la suma de los cultivos. Una razón es que la misma superficie puede albergar diferentes tipos de cultivo. Principalmente en las rotaciones herbáceas. Tanto de cereal y leguminosas como las de hortaliza. El problema de las hortalizas siguió hasta bien entrado el XX.

Sin embargo, la razón es algo más compleja. Si analizamos el dato provincial por cada cultivo por un lado y el provincial cultivado total por otro, vemos que hay diferencias plausibles en el Avance de 1922. Sin embargo, en algunas es muy marcada, en otras muy pequeña y en otras no existe. Y no parece que tenga que ver con el tipo de rotaciones que existían en cada comunidad sino que se debe al criterio de los ingenieros de cada provincia. ¿Cómo hemos operado? Para 1900 hemos tomado los avances de cada cultivo en fechas próximas. Para los que no hay datos se ha tomado la superficie de 1912. Para esos dos años el dato de barbecho se ha tomado del Avance que ofrece las medias de los productos y superficie agrarias para el período de 1903-12 (JCA,). En 1922 hemos tomado el dato total cultivado por provincia y el dato provincial de cada cultivo. Vemos que hay diferencias en la sumatoria total. Comparadas a nivel provincial vemos que no son homogéneas sino que hay algunas con una gran divergencia y otras con un resultado análogo. Provincias como Pontevedra u Orense muestran variaciones muy notables. En estos casos se ha cogido el dato que tuviese más coherencia con los datos ofrecidos por Avances precedentes y el anuario de estadística de 1930.

Tabla 9. Categorías de uso del suelo utilizadas en este trabajo.

Tipo de uso del suelo	Descriptor
Cultivada	Ocupada por cultivos, es la superficie labrada
Forestal	Superficie agraria no labrada
Forestal - Arbolada	Zonas no cultivadas con árboles. Incluye monte alto-maderable, el monte bajo-leñoso y el monte abierto-adeheasdo
Monte Alto-Maderable	Zonas de alta densidad de arbolado, con método de beneficio de monte alto, donde prevalecen coníferas. Generalmente excluye el pasto
Monte Bajo-Leñoso	Principalmente compuesto por quercíneas con un aprovechamiento de monte bajo, esto es, corta de resalvos. Presenta un morfología dispar según la zona donde se desarrolla, desde un matorral arbolado poco productivo hasta zonas densamente pobladas con altas producciones
Monte Abierto-Adehesado	Principalmente protagonizado por la dehesa aunque también compuesto por otros aprovechamientos arbóreos dispersos que pueden conjugarse con zonas de pasto o cultivo. Destacan las quercíneas
Matorral y Pasto	Integra la superficie agraria no labrada ni arbolada. Comprende zonas de erial a pastos, pastos, praderas no cultivadas, espartizal…

Superficie Agraria Útil	Suma de la superficie forestal y la cultivada
Superficie Improductiva	Zonas no agrarias. Comprende zonas no productivas, ríos, lagos, zonas de urbanizadas, etc.
Superficie Total	Es la superficie geográfica. Representa la suma de la improductiva y la superficie agraria útil

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Superficie forestal recogida en los *Anuarios* entre 1929 y 1935

Fuente: ver texto.

Esta corrección individualizada traza una serie más coherente a nivel provincial pero que diferirá sensiblemente de los cálculos hechos por otros autores. Por cierto, en el año de 1930 hemos tomado el de 1931, como ya hicieran otros autores (v.gr. GEHR, 1983) ¿Por qué? La superficie forestal del anuario en 1929 y 1930 está claramente infravalorada (ver figura 30). Apenas alcanza las 19,8 Mha mientras que desde 1931 se estabiliza en algo más de 23 Mha.

Otra muestra adicional de que para la primera mitad del XX nos moveremos con un nivel de incertidumbre difícilmente salvable.

A.1.2.Producción de madera y leña

Con diferente grado de precisión, es posible reconstruir los usos del suelo forestales para casi todo el siglo XX. No ocurre lo mismo con la producción de madera y leña, al menos no contamos con fuentes directas. Ya hemos apuntado arriba dos ideas clave sobre las que volveremos más abajo. 1. Hasta 1946 solo contamos con datos de producción de los montes públicos y 2. Desde 1946 contamos con la producción total pero los datos tienen importantes problemas de fiabilidad.

Nuestra propuesta, como avanzábamos más arriba, pasa por aprovechar el detallado –que no preciso- listado de usos del suelo forestales generado entre 1900 y 1950. Creemos que

haciendo una agrupación que se ajuste a diferentes modelos productivos puede ser de utilidad si somos capaces de averiguar producciones medias para cada una de ellas aunque, como es obvio, hay que ajustarlas provincialmente, dando cuenta de la prolija realidad agroclimática española. Ordenar las masas por especies no tiene mucho sentido: hay pinares muy intensivos y dehesas de pinar con vocación pastoral. Hay encinas en monte alto y encinas en dehesas con apenas una decena de pies. El método de beneficio es algo más útil. Hemos decidido agrupar la superficie forestal española para el período de 1900 - 1950 en: monte alto, generalmente caracterizado por el manejo arriba descrito y superficies de pinar aunque también hemos incluido aquí las alamedas; monte bajo, con vocación leñosa y protagonizado por arbolado del género *Quercus*; y dehesas, entendiendo pos las mismas las zonas que combinan usos agrosilvopastorales, con presencia habitual de *Quercus*.

Con los datos presentados en el apartado anterior creemos estar en condiciones de aportar una serie razonable de usos del suelo para cada período. El reto pasa por encontrar factores de producción fiables para aplicarlos a tales superficies.

A.1.2.1. El monte bajo

Con carácter general por monte bajo aludimos al aprovechamiento forestal caracterizado por una cobertura vegetal o arbustiva que se reproduce mediante los brotes de cepa o de raíz de ciertas especies arbóreas (en España principalmente *Querqus*). Textos de época aluden de forma análoga a tal aprovechamiento: un terreno de monte cuyo objeto principal es la provisión de leña y/o pasto, con un manejo consistente en dejar crecer matas de las cepas o raíces de ciertos arbustos para cortarlas cuando adquirían cierta dimensión. Se apunta que el monte, en este caso, se repoblaba de manera natural, sin siembras o plantaciones, solo mediante los citados brotes de cepa y raíz (v.g. Jordana, 1872:513; Martín Bolaños, 1943; Ximénez de Embún, 1942:4).

En cualquier período de estudio se subraya que el principal aprovechamiento del monte bajo era y es, en esencia, la producción de leña y carbón. Solo en casos muy puntuales, si se dejaba al árbol crecer lo suficiente, era posible utilizar los productos para otros usos –por ejemplo, hacer herramientas (Ximénez de Embún, 1942:10)-. Bien es cierto que las fuentes que hemos trabajado asocian monte bajo con pasto, lo cual no es óbice para combinar ambos usos: el de la producción de leña y el de la alimentación animal. La silvicultura actual, así como las fuentes de época, subrayan que los procedimientos de corta del monte bajo deben evitar la entrada del ganado, principalmente cuando los brotes están creciendo, no después. Aunque había diferentes formas de explotar el monte bajo, el procedimiento de corta más habitual era, según fuentes de época, el de: "dividir el monte en tantas partes iguales como años ha de tener el turno, cortando a mata rasa cada año una de estas partes del monte, llamadas trazones" (Ximénez de Embún, 1942:8).

Este sistema tuvo gran predicamento en la historia reciente de España. Aunque hoy en día el monte leñoso alcanza sus valores más bajos de todo el siglo XX, lo cierto es que sigue ocupando 5,1 Mha. Durante la primera mitad del siglo XX fue el manejo forestal más

extendido llegando a ocupar en su año de mayor expansión casi 7,1 Mha. Determinar su producción y naturaleza es de gran relevancia toda vez que ello determinará el valor final de nuestra serie.

Los manejos generales descritos para una superficie de monte bajo parecen no haber cambiado sustancialmente a lo largo de la historia reciente. Más allá del manejo tipo, arriba descrito, encontramos descripciones de los turnos y las cortas relativamente estables en el tiempo. Pardo y Gil (2005) en un trabajo sobre la sierra de Madrid han documentado, para el siglo XVIII, turnos en rebollos y quejigos bastante similares a los actuales. Los mismos resultados se derivan del trabajo de Manuel Valdés (1996) y del grupo de Historia de la Energía de Madrid (ver: Nieto-Sánchez, 2010; Bernados et al., 2011; Hernando et al., 2011). A saber: un monte bajo con rotaciones de entre 15 y 30 años, en el que prevalecen especies del género *Quercus* y cuyo manejo estaba orientado a la producción de leña y el aprovechamiento de pastos. Fue, evidencian, capital para el suministro de combustible a la ciudad de Madrid y su entorno a lo largo de los siglos XVIII y XIX. Hasta el punto de que los territorios que suministraban a la capital llegaron a extenderse hasta un radio de 200 km (Bernardos et al., 2011). O lo que es lo mismo: la intensidad estaría mediada por la presión de la ciudad de Madrid, cierto, pero no solo afectó a un pequeño entorno sino a varias provincias del centro del país.

¿Cuánto producía un aprovechamiento forestal de este tipo? ¿Se ha mantenido estable en el tiempo la producción? Es difícil de saber. En el número 99/100 de la revista *Vegetatio* se compila un buen número de trabajos que dan algún dato sobre la producción del monte bajo. Podemos encontrar valores de hasta 6000 kg/ha/año (Lledó et al., 1992). Un valor excesivo para su aplicación en perspectiva histórica[21]. Otra opción sería tomar la producción de leña para la segunda mitad del siglo XX, de la que sí tenemos resultados, y aplicar la productividad a las superficies de la primera mitad del siglo XX, esto es, a 1900-1950. En nuestra opinión, no sería un ejercicio muy recomendable por dos motivos: 1. Los valores son bajos por la propia ocultación de los productores particulares (Zapata, 2001) que, por cierto, en el caso del monte bajo copaban la mayor parte de la producción y 2. Precisamente desde los años 50 se generalizó en el España el uso de combustibles inorgánicos que como veremos más abajo derivó en un abandono de este tipo de manejos cuya función primaria era el suministro de combustible.

Así pues, ¿podemos saber con fuentes de la época la producción del monte bajo? Lo cierto es que hay bastantes referencias al respecto que nos pueden ayudar.

Con carácter general, para manejos de este tipo, la bibliografía suele apuntar producciones de leña cercanas a los 2000 kg/ha/año (v.gr. Bernados et al., 2011; González de la Peña, 1873:83-84; Monzón, 1951:257-258). Es un valor también muy repetido en fuentes fiscales y catastrales a nivel local.

[21] Insistimos en lo que se apuntó al principio del texto, estamos hablando de producción en perspectiva económica, esto es, de la apropiación. La producción de biomasa del monte, obviamente, no ha debido cambiar tanto como lo ha hecho la apropiación.

Sin embargo, extrapolar la misma producción de monte bajo en España al conjunto del país es un atrevimiento que socavaría la fiabilidad de cualquier estimación. El monte bajo tuvo un gran desarrollo en zonas húmedas de España, especialmente en aquellas próximas a grandes urbes con altas necesidades de combustible, como es el caso de Madrid (Nieto-Sánchez, 2010; Berardos et al., 2010; Hernando et al., 2011; González de la Peña, 1873; Madariaga, 1917; Rodríguez, 1805; Manuel Valdés, 1996). En ellas es reconocible un manejo típico y relativamente intensivo. Sin embargo, la categoría de monte bajo no siempre esconde un manejo tan modélico y esos niveles productivos. En muchas zonas del país, lo cierto es que el monte bajo se termina por confundir con superficies arbustivas y de matorral que desarrollan valores mucho menores de producción de leña. Un hecho ya subrayado por Manuel Valdés (1996:170) incluso para el caso de Madrid, donde la idea de monte bajo albergaba conceptos tan dispares como aprovechamientos leñosos intensivos hasta matorrales o maquis casi improductivos. Presuponer una producción de 2 t/ha/año con carácter general es un exceso.

Esta confusión sobre la naturaleza del monte bajo puede evidenciarse a escala local con algún ejemplo ilustrativo. Revisando las Cartillas Evaluatorias de Baena (municipio en la campiña de Córdoba de gran dimensión, alrededor de 35000 ha), observamos que entre 1850 y 1898 las fuentes hablan de ciertas superficies de monte bajo (alrededor de un 8% de la SAU) a las que solo dan valor por pastos y no por leña. Sin embargo, en 1898, en el proceso de redacción de los Trabajos Agronómicos Catastrales, la "Comisión Central de Evaluación y Catastro", propuso una cartilla para el monte bajo en el que se apuntaba que en Baena la producción era de 2000 kg/ha/año en primera calidad, 1500 kg/ha/año en segunda y, finalmente, 1000 kg/ha/año en tercera. ¿Cómo es posible que habitualmente nunca se diera producción de leña al monte bajo y en 1898 se hablase de una media de 1500 kg? Desde el pueblo se respondió a la comisión diciendo que esa estimación era muy alta –recordemos que se hacía con objetivos de recaudación fiscal- apuntando que:

> *"Si el monte produce alguna leña, el propietario la cede por el aclareo y no rige nada puesto que de aprovecharla le importaría un gasto que no remuneraría el valor como combustible y los que utilizan esta clase de leña son hombres leñadores anejos a hornos de pan cocer que venden sus cargas".*

Lo que podemos extraer de esta información es que en muchos lugares se rehusó incluir la producción del monte bajo por su escaso valor económico pero realmente sí existía una producción, aunque tal vez no tan determinante como en los casos antes citados.

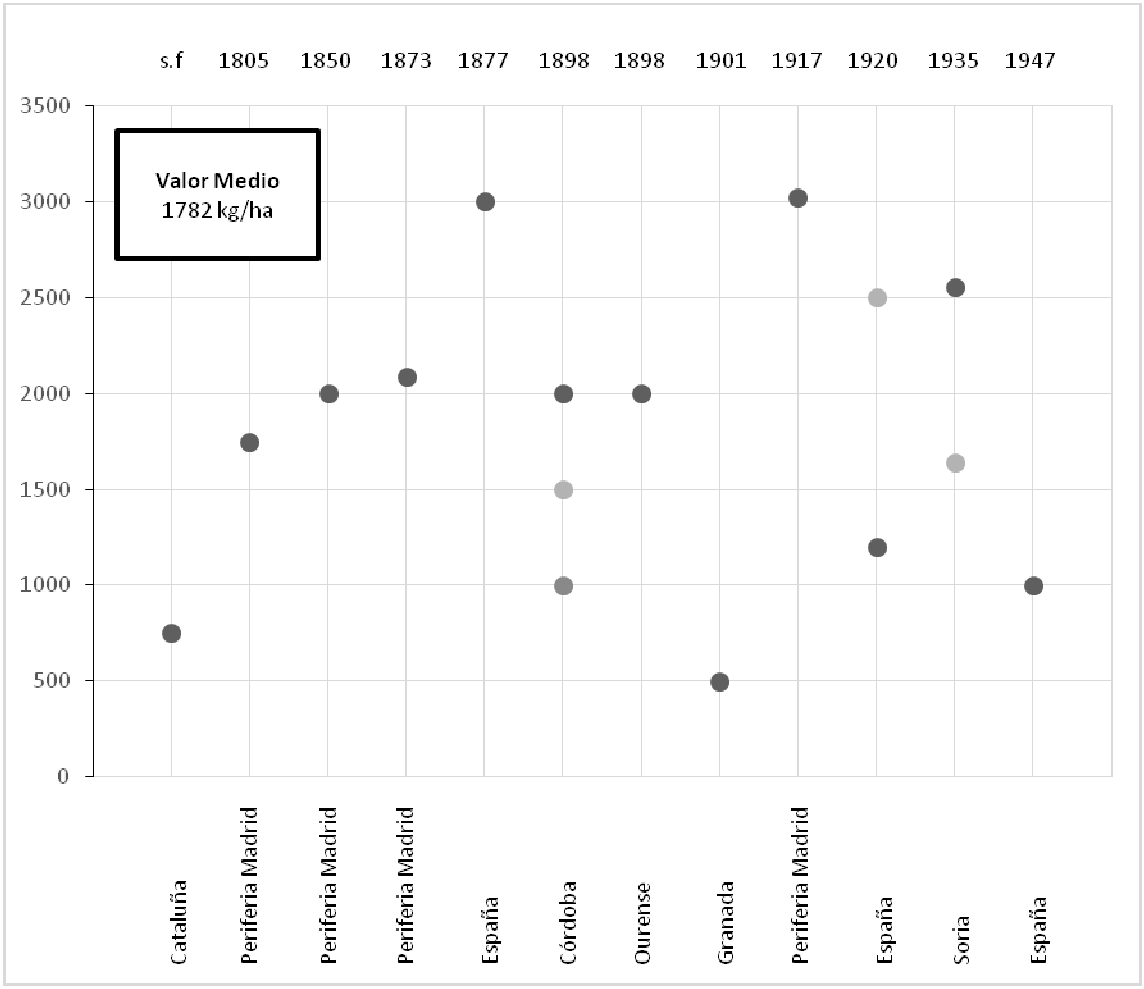
El reto pasa, primero, por dar con valores históricos de producción adecuados, y segundo, regionalizarlos atendiendo al potencial productivo de cada zona del país. Para el período comprendido entre mediados del XIX y mediados del XX, en el que el país tenía aún una evidente dependencia del consumo de combustibles leñosos, hemos encontrado 17 resultados diferentes sobre producción de monte bajo en muy diferentes contextos: desde medias nacionales, a datos para Galicia, Cataluña, Andalucía y, sobre todo, para las provincias del centro de España. En la figura 31 compilamos los mismos. El resultado medio es de 1782 kg/ha/año con valores que se mueven entre 500 y 3000 kg/ha/año. El valor más repetido es 2000 kg/ha/año, sobre él encontramos 4 casos con producciones mayores y 7 con

producciones menores, donde destacan valores entre 1000 y 1500 kg/ha/año. No hay un patrón histórico, esto es, la variable temporal no es explicativa. Sí lo es, aparentemente, la geográfica, las zonas meridionales y mediterráneas producen menos.

Los datos provienen de diferentes fuentes y de autores diversa naturaleza. Encontrar estimaciones suficientes para dar con un patrón productivo ha requerido vaciar fuentes heterogéneas.

Juan Ángel de Madariaga, en un artículo titulado la "Producción de un monte bajo de rebollo", narra una experiencia que trata de presentar como modélica, en la que por la ampliación del turno que se venía practicando en la zona de estudio se llegaron a producir algo más de 3 t/ha/año (Madariaga, 1917:278-79). Trataba de postular un manejo que él defendía. Varias décadas antes la *Revista de Montes* recogía un ensayo que apuntaba una producción similar siguiendo un método bastante extendido por la población (Mira, 1877:435). Son los valores más altos encontrados en perspectiva histórica.

Figura 31. Referencias de producción de monte bajo.



Fuente: ver texto.

El resto de evidencias ofrecen datos más moderados: a finales del XIX se apuntaba una producción en las provincias de Guadalajara, Segovia, Ávila y Toledo de unas 545@ de carbón/ha en un turno de 15 años, lo que supone aproximadamente las 2 t/ha/año tan recurrentes en la literatura (González de la Peña, 1873:83-84). Un dato, un período y una zona similar, a la expuesta por Bernados et al. (2011). Ximénez de Embún también habla de 2 t/ha/año (1942). A principios del siglo XX se sigue hablando de valores que se mueven entre 1200 y 2500 kg/ha/año como rango productivo en España, según un valor general publicado en la *Revista de Montes* en un análisis sobre los combustibles vegetales en España (Cosculluela, 1920:225). Similar a los resultados que se presentan en un estudio realizado en Soria en 1935, con valores entre 1640 y 2557 kg/ha/año (Monzón, 1951:257-258). Datos encontrados en fuentes fiscales y catastrales para 1898, aproximadamente, en municipios de Córdoba y Ourense, ofrecen producciones de 1750 kg/ha/año y 2000 kg/ha/año respectivamente.

En 1805 aparecía un artículo en el "Semanario de Agricultura y Artes" en el cual, su autor, Julián Rodríguez (1805), proponía un método para economizar el uso del carbón y leña en las cocinas. El texto terminaba con una estimación del ahorro total del consumo de leña por la aplicación de su método en la ciudad de Madrid, no sin antes aportar algunos datos de interés. El autor subrayaba la importancia del monte bajo en el suministro de combustible a Madrid en 1805. También aportaba algunos datos como el consumo de leña por familia para la cocina, que él fijaba en 150@, lo que supone unos 1800 kg/familia/año. En lo sucesivo señalaba que cada legua cuadrada de monte bajo producía entre 450 mil y 500 mil arrobas de leña. Según estos cálculos la producción ascendería a unos 1750 kg/ha/año.

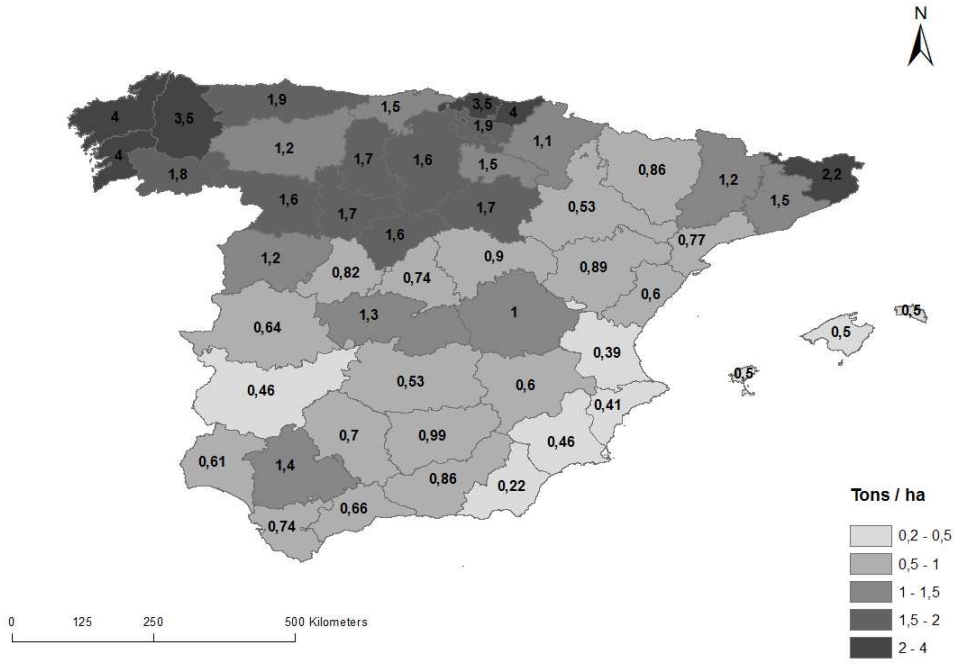
La literatura ofrece para diferentes períodos datos de producción más bajos. Desde los 500 kg/ha/año en los Trabajos Agronómicos de algunos pueblos del sur de España, hasta 750 kg/ha/año en la actualidad, en montes mediterráneos de Cataluña donde los autores aseguran describir un manejo tradicional con apenas 1100 pies/ha (González e Ibarz, 1998). Martín Bolaños (1947:16) asegura que cualquier forma de monte bajo, incluso aquella ordenada en forma de matorrales poco productivos, puede llegar a producir hasta 1000 kg/ha/año.

Recapitulando: tal baile de cifras solo quiere hacer notar los rangos medios en los que se movían las producciones de monte bajo en España y la vía de obtener los valores de productividad, atendiendo a sus diferencias regionales y temporales. Lo que aprendemos, en nuestra opinión, es que tal manejo fue muy importante en muchas zonas de España, principalmente en un período en el que los combustibles vegetales eran de gran importancia. También aprendemos que más allá de la variable temporal, es la variable geográfica la que va a determinar la productividad. Insistimos, las zonas meridionales y mediterráneas parecen arrojar valores más bajos. Finalmente, todo parece indicar que bajo el mismo concepto de monte bajo, se encontraban manejos bien diferentes: desde masas intensivas muy productivas a matorrales con bajo arbolado.

¿Cómo dar cuenta de tal disparidad? ¿Hay forma de discriminar la producción entre regiones? Más abajo detallamos cómo hemos realizado el cálculo de la Productividad Primaria Neta de la leña en las provincias españolas. Esto es, la fitomasa producida en promedio en los montes

de cada provincia española. De esta forma podemos saber cuáles tenían unos montes más productivos. Los detalles del cálculo y los principales resultados se pueden ver más abajo. Por otro lado sabemos, a través de la revisión de literatura, el rango productivo del monte bajo en diferentes zonas de España. Atendiendo a este, hemos ponderado la productividad provincial según la productividad primaria de sus montes. Esto es, damos los valores de productividad más altos a aquellas provincias cuyos montes crecen de forma natural más. Como veremos, los datos de Productividad Primaria revelan algo previsible: las zonas atlánticas cuentan con altas productividades, de hasta 8 t/ha mientras que el suroeste más árido revela la más bajas (Almería con apenas 220 kg/ha). Los valores productivos asignados al monte bajo se mueven entre 220-4000 kg/ha/año. En la figura 32 se detallan para cada provincia. Obviamente es posible que podamos encontrar problemas en esta propuesta, así que hemos decidido validarla por otra vía. A saber: una vez hecha esta estimación para el período 1900 a 1950, podemos comprobar la fiabilidad de nuestros resultados al ver si la producción de leña (tras añadir la de dehesas) conecta debidamente con los datos de 1960 a nivel provincial, esto es, cuando tenemos la primera estimación fiable en nuestro trabajo. En este, caso, no como ocurría con los usos del suelo, lo cierto es que el resultado es bastante razonable y la serie de cada provincia tiene una continuidad razonable con la de 1960.

Figura 32. Productividad estimada del monte bajo a nivel provincial. Toneladas/ha.



Fuente: ver texto.

A.1.2.2. La dehesa

La dehesa era el segundo aprovechamiento forestal más importante en términos de superficie en la España preindustrial. (En las tres primeras décadas del siglo XX su extensión alcanzó unas 2,8 Mha en términos medios). Aunque, en rigor, no estamos hablando de un

aprovechamiento exclusivamente forestal. Uno de los informes más documentados sobre la dehesa en España, publicado por el MAPA en 2008, apuntaba la siguiente definición:

> "Sistema antrópico de uso y gestión de la tierra basado principalmente en la explotación ganadera extensiva de una superficie de pastizal y arbolado mediterráneo, en la que más del 20% está ocupada por especies frondosas con una fracción de cabida cubierta arbolada comprendida entre el 5 y el 60%, que da lugar a un ecosistema en el que la conjunción del manejo agrosilvopastoral propicia importantes valores ambientales, el uso sostenible del territorio, un paisaje equilibrado y una adecuada diversidad a distintos niveles de integración" (MAPA, 2008:27).

En la mayoría de definiciones de dehesa aluden a la conjugación de usos silvícolas, pastorales y agrícolas. Sin pretender hacer una historia detallada de los orígenes y desarrollo de las dehesas españolas –hay magníficas síntesis al respecto: Campos (1984), Olea et al., (2005), San Miguel (1994)-, podemos apuntar que tal aprovechamiento, muy característico del suroeste peninsular por sus condicionantes agroclimáticos –suelos pobres, veranos secos e inviernos fríos-, se erigió secularmente como una clara antropización del monte mediterráneo de tales zonas, caracterizadas, principalmente, por masas de *Quercus* de diversas especies. El resultado fue un aprovechamiento en el que se practicaba la ganadería extensiva, en ocasiones con zonas de cultivo herbáceo y, tal y como apunta la definición antes citada, cubierta por una arboleda dispersa de especies frondosas en la que destaca la encina y el alcornoque.

Aunque aparentemente tal categoría productiva parece bien definida conceptualmente, lo cierto es que la estadística histórica, también aquí, presenta algunos problemas a la hora de aportar una categoría precisa. Principalmente debido a dos cuestiones:

Primero, no toda la superficie catalogada en la estadística como dehesa responde al aprovechamiento descrito como dehesa más arriba. Este hecho se debe, en esencia, a la adición de una categoría denominada "dehesa a pasto y labor" (o similares) que parece aludir a un aprovechamiento exclusivamente pastoral, sin arbolado. En 1922 la fuente revela si cada uso del suelo producía pasto, madera, leña u otros frutos. Se decía que tales "dehesas a pasto y labor" en casi ninguna provincia tenían producción de madera o leña. Es más, aquellas provincias que tenían tal tipo de dehesa, luego solían tener otra categoría de dehesa, a secas, que sí ofrecía valores productivos de leña. Por ello, han quedado fuera de la agregación de usos del suelo que hemos propuesto. Como se ha explicado, ya para mediados del siglo XVIII, este tipo de dehesas (a labor o pasto) se caracterizaban por la pérdida total de su funcionalidad silvícola habiendo quedado reducidas únicamente a pastizales o superficies agrícolas antes arboladas (Manuel Valdés, 1996:112).

La segunda cuestión que complejiza la estadística es que no toda la dehesa se cataloga como tal. Esto es, buena parte de lo que entendemos como dehesa la estadística la denomina de otra forma. Básicamente hablamos de superficies de encinares, robledales, alcornocales, etc. a pastos. Sería aventurado suponer que todas ellas se aprovechaban como dehesas y no, por ejemplo, como monte bajo. Sin embargo, una breve revisión comparativa nos hace sostener que, en efecto, todas estas partidas se referían a la dehesa tradicional. Entre 1912 y 1922 la

dehesa cayó, según la fuente original, en 2 Mha, a la vez que el encinar y alcornocal con pastos creció unos 2 Mha. Entendemos, obviamente, que se refiere a la misma tipología. Parece evidente que la fuente las denominó de manera diferente pues casi ninguna suele tener, paralelamente, la categoría de "encinar y pastos" con la de "dehesa de encinas".

Una vez avisado esto, podemos agregar las superficies de dehesa en España y, como en el caso del monte bajo, tratar de buscar un factor productivo homogéneo. La apropiación de madera y leña en el monte bajo se derivaba de la corta del plantío para su regeneración. En el monte alto, como veremos, mediante su plantación *ad hoc* para el aprovechamiento maderero posterior. En el caso de la dehesa, nos encontramos con un manejo más complejo debido a la acusada multifuncionalidad de su aprovechamiento: apropiación de leñas, madera, frutos, pastos, cultivos, etc. En cualquier caso, y en lo que a nosotros respecta, la madera obtenida se extrae, por lo general, mediante las podas regulares que se le aplican al árbol. Aunque también debió tener importancia el arranque de los árboles tanto para su regeneración como para su destino a otros aprovechamientos.

Empecemos por la poda. Uno de los primeros trabajos aparecidos en una revista española sobre dehesas de encina decía: "Si son escasas las noticias que existen sobre los métodos de beneficio y tratamiento aplicables a la encina, casi nulas son las que se refieren a su productividad" (Jordana, 1872:548). Como en otros muchos casos, la dificultad de obtener un dato general sobre producción de leña en un contexto histórico es importante. Añadamos el amplio abanico que la literatura ofrece sobre productividades de leña en la dehesa: en concreto hemos encontrado guarismos que se mueven entre los 50 kg/ha/año y los 1200 kg/ha/año. La densidad de plantación, la edad del árbol, la calidad del suelo, el nivel de precipitación o el tipo de manejo aplicado, inciden directamente en la capacidad productiva. Sin embargo, el caso de la dehesa muestra una relativa homogeneidad productiva en el sentido de que su expansión se ciñe, como veremos, a unas regiones con un marco agroclimáticos similar. Es cierto que el número de pies por hectárea puede variar, según la literatura, entre apenas una decena de árboles hasta superar el centenar (Fernández y Porras, 1998; Hernández, 1995, MAPA, 2008:193, Ximénez de Embún, 1962:19). Igualmente, los tipos de poda varían la producción. Es difícil, en este sentido, establecer una discriminación regional tal y como hicimos con el monte bajo. En cualquier caso, insistimos, la mayoría de estudios están realizados en las zonas de mayor expansión. Un puñado de provincias copan la gran mayoría de dehesas en España. Contamos con una literatura significativa sobre la producción de leña y, en general, en la mayoría de los casos se ofrecen valores medios similares. San Miguel (1994) apuntó un término medio de unos 600 kg/ha/año ampliamente repetido por la literatura. Cañellas et al. (1991) hablan de una producción de las ramas podadas de entre 300 kg y 500 kg/ha, en materia seca, esto es, entre 420 a 700 kg/ha/año en materia fresca. Un trabajo más reciente de Olea y San Miguel (2006:6) fija la producción, con podas de entre 10 y 15 años, en 800-5000 kg/ha, lo que equivale a unos 50-500 kg/ha en materia seca, esto es, entre 75 y 700 kg/ha/año en materia fresca. Hernández (2000:34) cita una producción de 5000 kg/ha con podas de seis a doce años. O sea, una media de 555 kg/ha.

Otros trabajos ofrecen datos de producción por árbol. Así, Pulido y Picardo (2010:36) apuntan entre 150 y 450 kg/árbol/año en peso fresco, sin especificar, eso sí, el turno de poda (podemos

estar hablando de entre 10 y 50 kg/árbol/año). Alejano et al. (2008:209) sostienen que, con manejos tradicionales, según el tipo de poda aplicada, el resultado se puede mover entre 11 y 168 kg/pie/año, siendo los valores medios de 65 kg/pie en un turno de poda de 7 años. O sea, 9,3 kg/pie/año.

Contamos con alguna referencia histórica al respecto. Pablo Campos (1984:138-140), tomando un dato estadístico de 1976 subraya una producción de 1200 kg/ha sin especificar el turno de poda[22]. J.M. Soroa (1953:402), en su mítico *Prontuario…*, publicado originalmente en los años cuarenta, apunta una producción de 3 arrobas de carbón cada diez años por pie, lo que supone unos 17 kg/árbol/año.

Recapitulemos: la producción por árbol, según la literatura actual y algunas referencias tradicionales se movería entre 10 y 50 kg/árbol, siendo sus valores más plausibles de 10 a 15 kg. Sin embargo, la gran incertidumbre se deriva de asumir un dato genérico de densidad de plantación en un sistema que, como hemos visto, anuncia variaciones en los pies/ha que se pueden mover entre un decena y, en ocasiones, casi dos centenares.

Habida cuenta que aquellos trabajos que ofrecen resultados por hectárea arrojan saldos análogos, entre 400 y 700 kg/ha/año, entendemos que tomar un valor de este tipo puede ser menos arriesgado. Vaya por delante que la importancia del carbón ha decrecido y, muy posiblemente, el número de pies por hectárea también (Plieninger y Shaar, 2008). Dicho de otra forma: entendemos que en contextos preindustriales la producción pudo ser incluso mayor. De tal manera que tomar el dato de San Miguel (1994) de 600 kg/ha/año, nos parece una decisión prudente.

Decíamos antes que otra parte importante de la apropiación de leña en las dehesas debió provenir de los arranques: bien por la renovación, bien por el destino a otros usos. Según Almoguera (2007:90) la biomasa de un encinar podría estar en torno a las 35 t/ha. Si suponemos una vida media de 200 años[23] obtenemos una producción de leña anual de 175 kg/ha adicionales en el caso de los arranques de renovación. Esto es, aplicaremos una producción de leña para las dehesas de 175 kg/ha.

El segundo caso de arranques proviene del cambio de uso del suelo. Con nuestros datos podemos saber la superficie perdida de dehesa en cada provincia y en cada decenio. Estimamos que cada hectárea arrancada contaba igualmente 35 t.

A.1.2.3. El monte alto

Bajo tal denominación se han catalogado en la España del siglo XX aquellas masas forestales españolas a lo largo del siglo XX por formar masas con una alta densidad de árboles, reproducidas por semillas, con alta presencia de pinos y también de ciertas frondosas, como el

[22] Él aplica este dato a su estudio de caso en el que la poda se realizaba cada 6 años. En consecuencia, el dato es de 200 kg/ha/año.

[23] La literatura, tanto actual como de época habla de una vida media que está entre los 140 y 300 años (algunos ejemplos en: Jordana, 1872:499; Olea y San Miguel, 2006:6; Ruiz-Pérez, 1986; Ximénez de Embún, 1962:7).

roble, cuyo principal objetivo era la producción maderera. Así lo describía Ximénez de Embún en 1942:

> "El propósito de aprovechar y criar árboles para obtener maderas de construcción. La sustitución de los árboles que aprovechamos por otros, o sea la repoblación, esperamos obtenerla por medio de la semilla que producen los árboles en pie y que ellos *diseminan* sobre el suelo, una intervención nuestra con labores importantes, y nos encontramos entonces en el caso que la Silvicultura llama método de beneficio de monte alto" (Ximénez de Embún, 1942:4).

Una definición bastante análoga a la de monte alto de la *Estadística Forestal* de mediados del siglo XX y a la de monte maderable de los *Anuarios* de estadística agraria desde 1973. De hecho, tal vez por esta clara categorización, es por lo que su extensión superficial ha tenido más homogeneidad en las estadísticas que otro tipo de superficies.

Aunque esté claro a lo que nos referimos y aunque la estadística arroje sobre este punto menos dudas que sobre otros aprovechamientos forestales más complejos en su catalogación (monte bajo, matorral, dehesa…), ello no significa que la posibilidad de analizar sus volúmenes productivos sea más fácil que en otras masas. El ensayo de Martín Bolaños (1947) sobre las producciones y el desarrollo del monte alto es un canto a esta heterogénea realidad, describiendo superficies de pinares que pueden mover su producción entre apenas media tonelada hasta más de cinco toneladas por hectárea y año, con amplias variaciones regionales. Igual ocurre si acudimos a fuentes fiscales y catastrales.

En el monte bajo, hay una franja de productividad más estable señalada por la literatura. En la dehesa, aunque hay divergencias, la mayor parte de la superficie se concentra en unas pocas provincias donde, por cierto, se han realizado la mayoría de estudios y de las que provienen los principales resultados de investigación. Con ello, solo queremos evidenciar que en este caso, y al contrario de lo que ocurre con otros aprovechamientos, es difícil y arriesgado proponer datos de productividad para aplicarlos a una superficie heterogénea y de la que desconocemos su grado de aprovechamiento.

Afortunadamente en el caso de la madera contamos con buenas estimaciones de la producción y el consumo a nivel nacional que parece razonable aprovechar en este trabajo. Santiago Zapata (2001) para tres años de la primera mitad del siglo XX y, más tarde, Iñaki Iriarte e Isabel Ayuda (2006) entre 1860 y 1935 estimaron el consumo de madera en España. Ambos trabajos estimaron la demanda interna de madera por diferentes sectores económico. Así, arrojaron un dato de consumo general. Habida cuenta que contaban con los datos de comercio exterior de madera, estimaron la producción total para tal período. Recientemente Iñaki Iriarte-Goñi (2013) ha estimado los datos de producción, consumo y comercio exterior de madera hasta la actualidad. Sus resultados se resumen en la tabla 5 y son los que hemos utilizado en este trabajo hasta 1950. A partir de ese año hemos tomado los valores de la fuente que, aunque ofrecen alguna diferencia mínima con los datos de Iriarte-Goñi (2013), nos aportan valores a nivel provincial que nos permiten continuar nuestra serie a tal escala.

Tabla 10. Consumo, importaciones netas y producción de madera como materia prima en España.

	Producción	Importaciones Netas	Consumo
1900	1.576	384	1.192
1910	2.084	358	1.725
1920	2.153	64	2.088
1930	2.697	892	1.805
1946	2.284	221	2.063
1950	2.132	229	2.361

Fuente: Iriarte-Goñi (2013). Los datos de cada año son la media trienal salvo en 1946.

Una vez hemos obtenido la cantidad total de producción de madera entre 1900 y 1950, hemos tratado de distribuirla provincialmente para así cerrar nuestra serie a tal escala. Para ello hemos repartido la producción total atendiendo a la superficie de monte maderable de cada provincia y, por otro lado, hemos ponderado tal superficie según la producción primaria neta del monte. Dicho de otra forma: la distribución de la producción entre provincias se realiza según la superficie de monte alto pero también según la productividad del mismo.

A.1.2.4. La producción de madera y leña entre 1960 y la actualidad

A partir de 1946 contamos con la producción de madera y leña, a nivel provincial. Primero en la *Estadística Forestal*, más tarde en los *Anuarios de estadística agraria*. En todos estos años, es posible discriminar entre producción de leña y madera para toda la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, la fuente presenta algunos problemas, hasta el corte de 1970, que merecen ser resueltos. Zapata (2001:305) ha explicado cómo la fuente, al menos en sus primeros años, estuvo claramente infravalorada. Recoge cómo una publicación restringida del Instituto de Cultura Hispánica, estimó los niveles de consumo en España, concluyendo que la estadística de producción podría estar infravalorada en al menos un 30% de la producción real. Pone de manifiesto, como luego lo haría el GEHR (2003:354) que tal vez esta sea una de las razonas por las cuales la estadística forestal empezó a incluir a partir de 1961 y hasta finales de los 70, según el producto, una partida de producción "no incluida". Esto es, se atribuía una producción provincial, se hacía el sumatorio estatal y, a continuación, a este último, se añadía una cantidad para corregir la serie. Tomamos los datos del GEHR (2003) para corregir nuestra serie hasta 1970[24]. Recordemos que para 1940 y 1950 habíamos realizado nuestra propia estimación. Para abordar el problema de cómo distribuir tal cantidad "no incluida" entre las provincias, tomamos la misma decisión que el GEHR (2003:354). A saber: habida cuenta que la mayor parte de la ocultación procedía de los montes propiedad privada, se distribuye la producción "no incluida" proporcionalmente en cada provincia según el volumen de producción de madera o leña de propiedad privada.

[24] Estos datos son análogo a los también publicados por Iñaki-Iriarte (2013).

Como tal cantidad "no incluida" empezó a aparecer en la estadística el año de 1961, hemos decidido tomar esa variación y aplicarla a nuestro año de estudio, 1960, en el que aún no se aplicaba. Hecha tal corrección, es posible obtener la serie de producción de leña y madera, según titularidad y especie, para la segunda mitad del siglo XX.

Buena parte de los datos derivados de la fuente aparecen en metros cúbicos en el caso de la madera y en estéreos en el caso de la leña. Para convertirlos en toneladas hemos utilizado los factores de conversión de Soroa (1953) y Jordana (1872). Hemos tratado de hacer una proporción del tipo de madera y leña producido cada año para ajustar tal conversor. Con carácter general la madera se ha convertido en 635 kg/m^3, un valor análogo al empleado por Zapata (2011). En el caso de la leña hemos considerado 485 kg/estéreo como promedio de varios tipos de encina y roble recogidos por Jordana (1873). Este valor puede condicionar ampliamente la serie pero contamos con un par de evidencias que nos hacen pensar que es el más aproximado a la realidad. En primer lugar, el INE, en su Contabilidad del Flujo de Materiales, ofrece una categoría de leña con valores análogos a los nuestros. En segundo lugar, el MAGRAMA, a partir de 2006, empezó a ofrecer datos de producción de leña en toneladas. Ofreció una reconstrucción de la leña producida en toneladas entre 1990 y 2007. Los valores ofrecidos también son análogos a los nuestros. La conversión de estéreos a toneladas hace que nuestros datos difieran de los de Carpintero (2005) que arroja una producción de hasta 17 Mt en 1960 frente a las 12 Mt nuestras. Así, en el año 2000, él propone una producción de 2,3 Mt y nosotros de 1,6 Mt. Nuestro valor es análogo al del INE y el de MAGRAMA y, por tanto, decidimos operar en toda la serie con el conversor citado.

A.1.2.5. La validación del modelo. Productividad Primaria Neta del monte español

La principal aportación del trabajo supone la estimación de la producción de leña entre 1900 y 1950. Aunque como venimos sosteniendo la serie nos parecía razonable habida cuenta que en todas las provincias tenía clara continuidad con los valores oficiales de 1960, decidimos practicar otro tipo de validación: estimar la Productividad Primaria Neta (PPN) de la madera y leña del monte en las distintas provincias españolas. Dicho de otra forma, el crecimiento anual natural la fitomasa leñosa del monte. Este ejercicio nos ha permitido ponderar las productividades de monte bajo así como distribuir la producción de madera provincialmente entre 1900 y 1950. También, y más importante, nos ha ofrecido un dato aproximado de producción natural del monte, lo que nos indica el rango en el cual se debió mover la extracción históricamente dados los usos del suelo. Una extracción inferior indicaría que la biomasa forestal crecería cada año como consecuencia de una infraexplotación. Una extracción superior nos indicaría sobreexplotación y, en consecuencia, degradación. De obtener niveles muy superiores de sobreexplotación, también sabríamos que la estimación sugerida no sería factible habida cuenta de que altos niveles de sobreexplotación serían insostenibles en el medio plazo.

Para calcular la PPN leñosa del monte hemos seguido la siguiente ecuación:

PPN = Crecimiento Observado + Extracciones + Pérdidas por incendios

El crecimiento observado es el aumento de la biomasa leñosa en los montes de cada provincia. Para estimarla hemos utilizado el Inventario Forestal Nacional. Habida cuenta que se realiza en muy diversos años en cada provincia, nos hemos centrado en los datos cercanos a 1990 y 2000. Hemos estimado la biomasa leñosa en el último y el primer año y así hemos obtenido el crecimiento de la leña anualmente.

Sin embargo, este dato no revela la PPN pues en los montes estudiados se han realizado extracciones de madera y leña que se han incluido según las estimaciones de este trabajo.

Otra parte de la biomasa que se produce pero no que no queda incluida en el crecimiento observado es la relativa a los incendios. Hemos tomado los datos de la superficie forestal arbolada incendiada entre 1991 y 2000. Con ella hemos estimado la biomasa total perdida en cada provincia con los datos de extracciones y crecimiento observado. La biomasa total perdida se ha dividido por la superficie forestal arbolada en cada lugar. Así, obtenemos las toneladas de biomasa por hectárea que se pierden anualmente debido a incendios.

El resultado obtenido muestra valores entre 0,5 t/ha/año y casi 8 t/ha/año. Estos datos no nos informan de la PPN de los montes intensivos en el país, los cuales deberían ofrecer resultados mucho más altos. Nos informan de la PPN de todas las superficies arboladas, como promedio de aquellas más intensivas y también de superficies de matorrales con presencia de árboles. Por decirlo de alguna forma, es la producción promedio del *mix* de usos del suelo forestales en el país.

Hemos multiplicado los datos de PPN por los de superficie forestal arbolada en cada provincia y cada año estudiado y así hemos obtenido la PPN total para el conjunto del país. Obviamente estos resultados se refieren al crecimiento del monte español con su morfología y especies actuales. Resulta imposible hacer esta estimación para períodos en los que no contamos con información tan detallada de incendios, extracción o crecimiento de la biomasa.

A.2. LA PRODUCCIÓN DE MADERA Y LEÑA DE LOS CULTIVOS

A.2.1. Los troncos retorcidos: la leña del olivar.

La leña del olivo es dura, similar a las de los géneros *Quercus*, con alto valor calorífico y, por tanto, muy apta para su uso como combustible. No ha dejado de utilizarse a lo largo de la historia y, más aún, en períodos de escasez, cuando aún no se había completado la transición energética en España (hasta bien entrado el siglo XX). Sin embargo, el lector querrá alguna evidencia adicional sobre su uso en la historia.

En el caso del olivar y para el período de tiempos que nos ocupa, hay numerosas fuentes que dan cuenta de ello. Citando solo algunas de las más relevantes, que dan información sistemática para toda España y a escala regional o provincial, pueden verse: El monográfico

"El aceite de oliva" de la Junta Consultiva Agronómica (1923), que da cuenta del masivo uso en toda España de la leña, evidenciando su uso en las almazaras. También, las actas del "VII Congreso Internacional e Oleicultura" (VVAA, 1924), celebrado en diciembre de 1924 en Sevilla, donde se recuerda que "al acebuche, no hay madera que le luche", un viejo refrán que subraya la calidad de la madera del olivar (VVAA, 1924:640), amén de varias referencias del uso de la leña. Tal vez la fuente más elocuente sea una memoria de la Junta Consultiva Agronómica de 1915: "Avance estadístico de la riqueza que en España representa la producción media anual en el decenio de 1903 a 1912. Cereales y leguminosas. Vid y olivo. Aprovechamientos diversos derivados de estos cultivos" (JCA, 1915). En ella se da cuenta de la producción de la trilogía y, también, se informa de los usos de sus productos derivados. De las 34 provincias productoras de aceituna, en más de una docena se informa sobre el destino de la leña del olivo: en todas ellas se apunta a su uso como combustible[25]. Igualmente en la mayoría de las que aportan datos sobre usos de "ramoneo", esto es, las hojas del olivo podadas que contienen ramas más finas, también se reitera su uso como combustible. Solo en dos provincias: Zamora y Ávila, se subraya un uso menor dada la escasa superficie de olivar y la mayor importancia relativa de ciertas superficies forestales que hacen que su uso fuese menos atractivo.

Otras muchas obras de agrónomos como Esponera (1851) o Serra (1878) han referenciado los usos de la leña de olivar, así como lo hacen informaciones catastrales a nivel local. Varios trabajos en este sentido han documentado el importante papel de la leña del olivar (v.gr. Infante, 2012a, Tello et al., 2008). Dicho de otra forma, aunque parte de la leña del olivar se haya podido perder, destruir o quemar en finca, lo cierto que la mayor parte de sus producciones eran utilizadas y valoradas en las zonas olivareras. Incluso hoy en día, en plena era de los combustibles inorgánicos, siguen jugando un papel relevante (Infante-Amate, 2011).

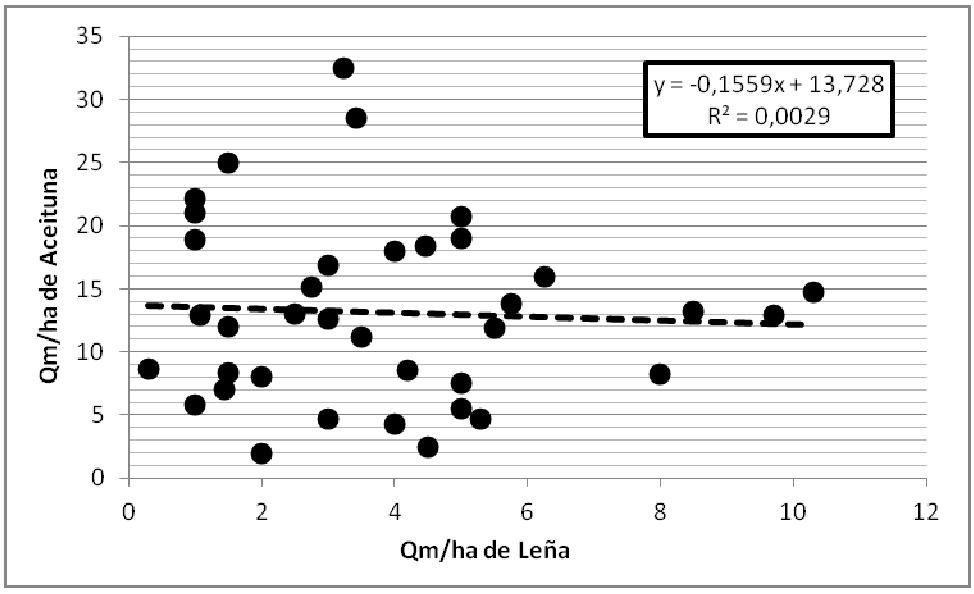
El problema aparece a la hora de estimar su producción. Obviamente no contamos con datos agregados de producción de leña de olivo hasta bien entrado el siglo XX. El citado informe de la Junta Consultiva Agronómica (JCA, 1915) es el primero que ofrece datos de la producción del olivar tanto de ramón como de leña a para el período comprendido entre 1903-12. El problema es que lo hace con valores económicos, lo que imposibilita hacer una aproximación a su producción en términos físicos. El *Avance de la producción agrícola*, con datos del año 1922, de la Junta Consultiva Agronómica (1923), ofrece datos, por primera vez, de producción en términos físicos de la leña y ramoneo en el olivar. Sin embargo, esta fuente, a escala provincial, solo aporta para algunas provincias el dato en términos físicos, mientras que en otras lo hace en términos monetarios. De las 36 provincias productoras de aceituna, se ofrecen datos de producción de leña en términos físicos para 25. Es a partir de 1929 cuando, por primera vez, se ofrecen series provinciales de la producción de leña del olivar para toda España en los Anuarios de Agricultura. Esta serie se continúa hasta 1963. Dicho de otra forma: sería posible obtener datos de producción de leña de olivar para 1922 y entre 1929 y 1963, tomados de estadísticas oficiales.

[25] El resto de provincias no niegan su uso, simplemente no informan del mismo. Cada informe provincial es diferente del resto y cada agrónomo dedicaba las páginas a explicaciones diversas. Algunos profundizaban en el uso de los subproductos y otros no.

Sin embargo, estos datos no son fiables y, en consecuencia, no serán utilizados en este trabajo. La media de producción de leña para todo el país entre 1929 y 1963 está en apenas 360 kg/ha/año, una cifra muy por debajo de la media ofrecida por cualquier estudio actual o histórico. Una revisión de una decena de trabajos actuales apunta una media de 1796 kg/ha/año. Cinco veces superior a la ofrecida en las fuentes. Los datos obtenidos de estudios históricos, en varias localidades andaluzas, apuntan una producción de leña que rara vez baja de los 500 o 600 kg/ha/año sin contar la producción de ramón y leña menuda, o siempre superan los 1000 kg/ha/año contando esta última (ver Infante-Amate, 2011).

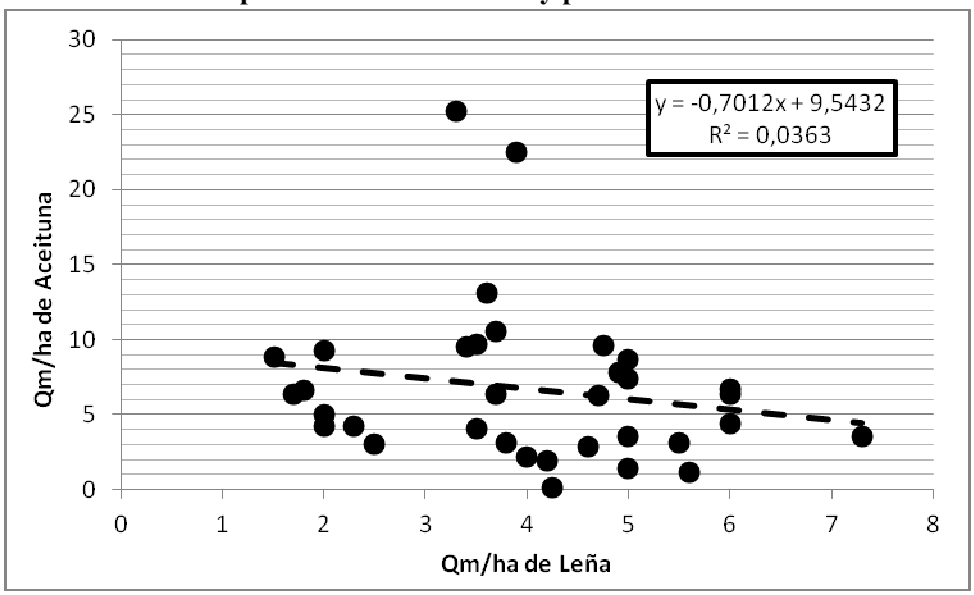
La producción de leña y la de olivar debe tener cierta correlación (v.gr. Velázquez-Martí et al., 2011a). En las siguientes figuras hemos correlacionado la producción de leña y aceituna para todas las provincias españolas en el primer y el último año que los que la fuente ofrece datos: 1929 y 1963. El resultado es una ausencia total de correlación (R^2 de 0,0029 y 0,0363 respectivamente). Esto es, los resultados ofrecidos por cada provincia eran totalmente arbitrarios, lo cual se subraya en la formidable dispersión de los datos de cada año (ver tabla 11). La producción de leña se mueve entre 0,45 y 10,2 t/ha/año.

Figura 33. Correlación producción de aceituna y producción de leña en el olivar. 1929.



Fuente: Anuario de Estadística Agraria.

Figura 34. Correlación producción de aceituna y producción de leña en el olivar. 1963.



Fuente: Anuario de Estadística Agraria.

Aunque se presuponga que tal variabilidad pueda ser debido a las discrepancias regionales de manejo o condiciones agroclimáticas, la evidencia final de la poca fiabilidad de la fuente es que ni siquiera mantiene una estabilidad en los datos de producción en cada provincia a lo largo del tiempo. A saber: si analizamos para cada una su producción de leña en 1929 y en 1963, podemos observar cómo solo 11 provincias tienen una cierta estabilidad productiva, entendiendo estabilidad como no haber variado su producción de leña un 20% entre ambos períodos. La mayoría presenta oscilaciones incomprensibles, moviéndose desde provincias que pierden más dos tercios de su productividad a otras que lo multiplican por cuatro.

En suma: hay que poner en cuarentena los datos de producción de leña derivados de los anuarios del Ministerio. La causa, veremos más abajo, se repite en otros cultivos como el cereal o la viña: a la hora de cuantificar los residuos de cosechas, los ingenieros, a veces, daban valores de todo lo producido en términos físicos pero, otras muchas veces, solo daban el valor de su producción física que era comercializada, esto es, con valor de mercado. Esto ocurre también en el caso de la viña donde, por cierto, los propios ingenieros así lo hacían notar (ver más abajo) y con el cereal, al que la estadística, durante muchos años daba índices de cosecha tan altos que haría imposible el desarrollo morfológico de la planta[26].

[26] En muchos años los anuarios de estadísticas apuntan una relación grano – paja de 1:0,3. Sería inviable una producción de grano tan alta con tan bajo nivel de paja.

Tabla 11. Datos mínimos y máximos de producción de leña por hectárea en el olivar según los Anuarios.

	Mínimo	Máximos
1930	0,45	10,2
1940	1,2	8
1950	1,2	9
1960	1,65	7,5

Fuente: Anuario de Estadística Agraria.

Existen diversos modelos para estimar la producción de leña de olivar en base a otros parámetros. El más reciente es el de Velázquez-Martí et al. (2011). En él se estudiaron 238 parcelas de olivar en toda España y se analizaron 11 variables (edad del olivo, marco de plantación, producción de aceituna, variedad, altura, etc.). El estudio resultó en varias ecuaciones predictivas de la producción de leña distinguiendo si la poda era anual o bianual. En contextos históricos, e incluso hoy en día, las podas bianuales han sido más frecuentes. Para podas bianuales proponen dos modelos: uno lineal y más sencillo y otro cuadrático y más complejo. En este, solo se trabajan con las cuatro variables más representativas. La ecuación es esta:

Producción de leña (kg/árbol) = -0,033+0,109*m-0,065*m*e+1,477*r*h+0,089*e*h

Donde:

h = altura del árbol en metros
m = área ocupada por cada árbol en la parcela en m2
e = edad del árbol en años
r = si es irrigado el valor es 1, si es en secano es 0

Los resultados obtenidos son bastante razonables pues ofrecen valores similares a la literatura general sobre el asunto. En la tabla 12 podemos ver los resultados obtenido de producción por árbol (cada dos años) y por hectárea/año bajo diferentes supuestos que hemos utilizado en este trabajo. Los resultados están entre 540,6 y 1400,88 kg/ha/año. Valores, insistimos, más razonables que los ofrecidos por la fuente o los derivados de otros modelos.

Tabla 12. Producción de leña del olivar bajo los diferentes supuestos utilizados en este trabajo.

Densidad de plantación (árbol/ha)	Irrigación	Edad	Altura (m)	kg/árbol/bienal	kg/ha/año
100	No	5	1	10,81	540,60
100	No	35	2,5	29,77	1357,73
105	No	35	2,5	28,68	1372,11
110	No	35	2,5	27,69	1386,50
115	No	35	2,5	26,78	1400,88

Fuente: en base a Velázquez-Martí et al. (2011a).

En la ecuación aplicada, las variables más determinantes son la densidad de plantación, la irrigación, la edad del árbol y su altura. Por partes:

La densidad de plantación. Obviamente esta ha tendido a aumentar históricamente. Sin embargo, hacia finales del siglo XIX ya se había producido un proceso importante de domesticación del olivar, pasando de ser el árbol disperso ya descrito en la literatura (Infante-Amate, 2011) a ser una variedad crecientemente antropizada. Esta morfología paisajística se mantuvo hasta bien entrado el siglo XX. De hecho, la Junta Consultiva Agronómica, en su monográfico sobre el olivar de 1888 (ver JCA, 1891), apunta una densidad media de plantación en España de 99 árboles/ha. Los anuarios de agricultura publicados por el ministerio apenas han aportado datos de densidad de plantación. Es posible encontrar datos provinciales para 1970. En esta fecha la densidad de plantación se situaba en 100,5 árboles/ha. Esto es, hasta finales del siglo XX apenas varió. Hemos decidido tomar el valor medio de 100 árboles/ha entre 1860 y 1970. A partir de esta fecha sabemos que tendió a aumentar la densidad: la incorporación de fertilizantes de síntesis permitió que cada hectárea sostuviera cada vez más árboles (Infante-Amate, 2011, Naredo, 1983). De hecho, es habitual ver fincas con árboles antiguos a los que se les han intercalado nuevas plantaciones. Sin embargo, no tenemos estadísticas precisas a nivel provincial. La Junta de Andalucía (2002) realizó un amplio estudio sobre el estado del olivar en la región. Una parte (ver su página 29) se centraba en los marcos de plantación. Se puede observar cómo, hoy en día, es posible encontrar fincas con más de 400 árboles/ha, algo inédito pocos años atrás. Pero también se puede ver cómo se mantienen importantes superficies con bajas densidades. El valor promedio se situaba en torno a 110-115 árboles/ha en el año 2000. Para dar cuenta de este leve proceso de intensificación hemos decidido dar un valor de 105 árboles/ha en 1980, 110 árboles/ha en 1990 y 115 árboles/ha en 2000.

La irrigación. La estadística aporta datos de superficies irrigadas de olivar desde 1940. Sabemos que antes la superficie era prácticamente inexistente. Una de las virtudes del olivar ha sido la de crecer en zonas de extremo déficit hídrico. No ha requerido, pues, irrigación. Sin embargo, en lo últimos años ha crecido relativamente. Aun así, en el año 2000, apenas representaba el 13% de total. Se toma en consideración.

La edad del árbol. Es muy difícil establecer la edad media de los árboles en cada provincia y en cada momento histórico. Sin embargo, es posible hacer un acercamiento razonable. Habida cuenta que la historia del olivar es una historia de crecimiento, hemos supuesto que los árboles de nueva plantación, entre cada década estudiada, tenían 5 años y el resto 35 años. El valor de 5 años es el promedio de nuestro ámbito temporal de análisis: recordemos que estudiamos cortes decenales. El de 35 años es criterio de experto. Sabemos que muchos olivos, hoy en día, son centenarios y probablemente la media sea superior pero también es cierto que muchos de los plantados hace varias décadas han sido arrancados y sustituidos por otros nuevos. Un valor promedio de 35 años, tomando en cuenta que hemos contabilizado por otro lado los plantados en cada década anterior nos parece una cifra prudente.

La altura del árbol. Igualmente no contamos con datos tan precisos en perspectiva histórica. Tomamos un valor promedio de 1 metro de altura para los de nueva plantación (5 años) y de 2,5 metros para los árboles adultos (35 años).

Con estas decisiones, los resultados obtenidos, mostrados en la tabla anterior, revelan valores medios de 540 kg/ha/año para los de nueva plantación y de en torno a 1300-1400 kg/ha/año para los adultos, siendo la cifra algo superior en los años 1980-2000 con mayores densidad de plantación. Entendemos estos datos acordes con lo apuntado por la mayoría de la literatura y, también, muy por encima de lo sostenido en las estadísticas agrarias del ministerio por los motivos antes aducidos.

Además de la poda, hay otro aspecto de gran relevancia en la apropiación leñosa del olivar: los arranques. Estos se producen por dos vías:

En primer lugar, y mejor identificables, los arranques por sustitución. Estos se producen cuando el olivar se arranca para poner otro cultivo. Como tenemos datos de la superficie de olivar en cada provincia podemos ver la evolución de los arranques. En segundo lugar, se producen arranques por renovación del árbol. Estos son más difícil de estimar. Sabemos que ha habido procesos de renovación de los plantíos pero también es cierto que muchos árboles centenarios siguen en pie en toda Andalucía. En Infante-Amate (2011) se documentó un fuerte proceso de renovación de árboles en la zona del Aljarafe de Sevilla en los años de 1980 pero también sabemos que en muchos lugares de Andalucía olivares que estaban presentes en 1750, según el catastro de Ensenada, siguen hoy en pie (Infante-Amate et al., 2013). Dicho de otra forma, es difícil saber la cantidad renovada de olivares.

Para su estimación debemos calcular la cantidad de biomasa leñosa en un olivar. Existen pocos datos en la literatura sobre el peso de la leña de un olivar. Hemos seguido una fuente alternativa, la revisión de los datos que ofrecen los anuncios de venta de plantas ornamentales que en muchas ocasiones proporcionan datos del peso del olivo. Los rangos son amplios. Encontramos olivos de 20 años con apenas 150 kg, otros de 80 años con 400 kg y finalmente, y más numerosos, olivos centenarios con un peso de entre 1 y 3 toneladas.

Tomamos una densidad de plantación prudente, de 80-100 árboles/ha.Según los datos de peso antes citados, estimamos un peso medio de la leña de cada olivo en 400-500 kgs. Así, la biomasa leñosa de cada hectárea de olivar, en términos medios, se calcula en 40 toneladas. Este dato se aplica a la poda por sustitución. Como decíamos este punto no resulta problemático pues la estadística nos indica que efectivamente se produjo un arranque. El problema está con los arranques de renovación. Hemos supuesto que cada olivar se renueva cada 300 años o dicho de otro modo, que cada año, el 0,3% de la superficie de olivar se renueva. El volumen de arranque por renovación en este caso será muy pequeño. Además, hemos corregido una posible doble contabilidad. Hay provincias en las que durante unas décadas se produjeron notables arranques por sustitución de olivares. Obviamente esos olivos arrancados no se pueden volver a arrancar para su sustitución. En los años en los que esto ocurre solo tomamos en cuenta el arranque por sustitución.

A.2.2. Los sarmientos. La leña de la viña

El caso de la leña derivada de la viña es bastante similar al del olivar. A saber: 1. Las fuentes evidencian un uso continuado de los sarmientos, principalmente, como combustible. 2. Las primeras estadísticas provinciales de producción de leña aparecen en 1922, solo aportando datos monetarios. Entre 1929 y 1963 los anuarios de agricultura proporcionan datos seriados a nivel provincial. 3. Tales datos están claramente infravalorados por el mismo motivo: solo suelen dan cuenta de la producción comercializada, no toda la producida o usada. Lo vemos en detalle.

La memoria de la Junta Consultiva Agronómica sobre los usos de los productos de la trilogía (JCA, 1915) apunta reiteradamente el uso de los sarmientos como combustible. Un total de 22 provincias hacen referencia explícita al uso de sarmientos y, con mayor o menor evidencia, subrayan que este era utilizado como "combustible", "para quemar", "para arder", etc.

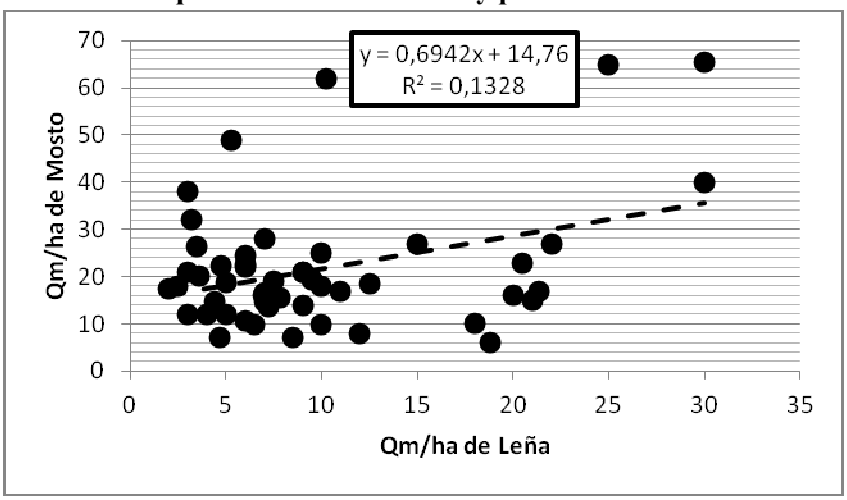
Igualmente, no es hasta principios del siglo XX cuando aparecen las primeras estadísticas agregadas sobre producción de leña de la viña. La memoria sobre usos de los productos derivados de la trilogía entre 1903 y 1912, publicado por la Junta Consultiva Agronómica (JCA, 1915) solo ofrece datos monetarios. No es posible, por tanto, inferir la cantidad de leña producida. Entre 1929 y 1963, los anuarios de agricultura sí dan este valor pero, al igual que ocurría en el caso del olivar, están claramente infravalorados. En la tabla siguiente podemos ver cómo los valores de producción medios en España se movían entre 557 kg/ha/año y 649 kg/ha/año. Una cifra muy por debajo de lo ofrecido la literatura actual o la histórica. Un barrido general sobre los niveles de producción de sarmientos por hectárea, hoy en día, ofrece cifras muy superiores, como mínimo, de 3000 kg/ha/año. Una cifra cinco veces mayor que la publicada por el ministerio.

Tabla 13. Valores máximos, mínimos y medios de producción de leña de viña recogidos en los anuarios de estadística agraria

	Mínimo	Máximos	Medio
1930	2	30	6,72
1940	2,1	25	5,57
1950	1,8	25	5,93
1960	1,2	22	6,49

Fuente: Anuario de Estadística Agraria.

Figura 35. Correlación producción de aceituna y producción de leña en el olivar. 1929.



Fuente: Anuario de Estadística Agraria.

Las referencias históricas que hemos podido localizar apuntan en la misma dirección. Un muestreo realizado en base a diferentes fuentes sobre datos de finales del XIX y principios del XX a escala municipal ofrece valores para diferentes zonas de España que se mueve entre los 1250 kg/ha/año y los 5000 kg/ha/año. Esto es, muy superior a las cifras del ministerio y en consonancia con valores actuales.

Igualmente, en el caso de la viña, debería haber cierta correlación entre producción de fruto y de sarmiento (Velázquez-Martí et al, 2011b), aunque solo fuera porque aquellas parcelas con más pies y más fertilización deberían, obviamente, generar más fruto y, en consecuencia, más leña. Esto es, deberían multiplicar su producción de biomasa. Un rápido análisis de tal correlación en base las estadísticas oficiales nos muestra, al igual que en el caso del olivar, cómo apenas hay correlación entre ambas variables (ver figura 35).

La poca fiabilidad de la fuente también se evidencia por la gran dispersión de los datos provinciales. Entre 1930 y 1960 la fuente aporta datos de producción que oscilan entre 120 kg/ha/año y 3000 ha/ha/año (ver tabla anterior).

Los motivos de tales divergencias se explican, también aquí, por el hecho de que la estadística únicamente daba cuenta de la producción comercializada. En el caso de la viña este hecho lo explicitan los mismos agrónomos que realizaron el *Avance* estadístico de 1922 (JCA, 1923). En él se reitera para diferentes subproductos de la viña que estos no se incluyen en la estadística por no ser comercializados o que solo se incluyen por el valor o por la producción física de la parte comercializada. Así, por ejemplo, en Ávila, se apunta que las heces no se incluyen en las estadísticas no por no producirse sino por no aprovecharse económicamente (p. 338). Igual ocurre en Soria, Santander, Coruña, Vizcaya y una decena más de provincias. En el caso de los sarmientos, el agrónomo encargado de la estadística de Tarragona apunta que pueden tener diferentes usos pero que solo se tomará en cuenta aquella parte que se vende (p. 392). Más explícito es el de Valencia, quien apunta, literalmente, bajo el cuadro de

resultados de producción que "la superficie aprovechada se refiere solo a la que corresponde a los sarmientos que alcanzan precio en el mercado" (p. 402).

En suma: hay que buscar otra vía alternativa para calcular la producción de sarmientos. Al igual que en el caso del olivar contamos con modelos que predicen la cantidad producida atendiendo a muy diversas variables (ver Velázquez-Martí, 2011b). El problema en este caso es que las variables explicativas son mayores que en el caso del olivar y, muchas de ellas, resulta imposible reconstruirlas históricamente a escala provincial. Dicho de otra forma: utilizar tal modelo supondría inferir tanta información que el resultado obtenido sería poco fiable.

La revisión de la literatura en la actualidad aporta valores de 3836 kg/ha/año de media. ¿Deberían ser menores en perspectiva histórica? Es cierto que han cambiado las variedades, la forma de realizar las podas, los marcos de plantación y la fertilización. Factores, todo ellos, que afectan decisivamente en la producción de leña. Un rápido vistazo a la memoria de la Junta Consultiva Agronómica sobre el cultivo de la vid a finales del siglo XIX (JCA, 1891) nos informa de que su manejo, ya entonces, era bastante intensivo. En ella se aportan datos de cepas por hectárea así como las pautas de abonado y, al contrario que en el caso del olivar, ésta ya tenía altas densidades de plantación y una evidente intensidad en manejos. Tan es así que el marco de plantación era mayor en 1889 (3739 cepas/ha) que en 1970 (2364 cepas/ha), uno de los primeros años en los que la estadística agraria aporta datos de densidad de plantación en la viña para el siglo XX. Es poco creíble una caída tan grande, sin embargo, los datos nos informan que la densidad, cuando menos, no creció sustancialmente desde finales del XIX hasta finales del XX.

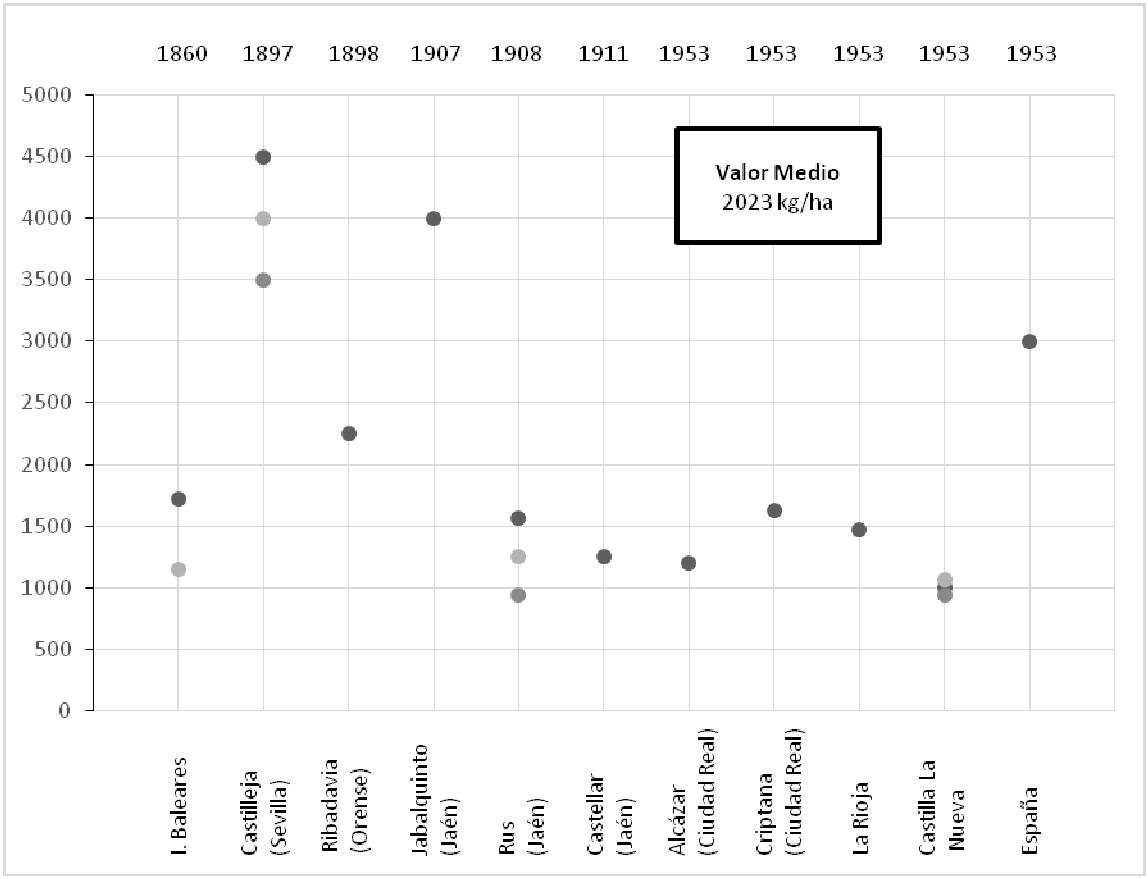
Aun así, partimos del supuesto de que, en cualquier caso, pudo haber un cierto incremento en la productividad de la leña a lo largo del siglo XX: a fin de cuentas la intensificación en los manejos se generalizó y el consumo de fertilizantes aumentó ostensiblemente, aunque ya fuese importante a principios del siglo XX en el caso de la viña. Además, parece que el desarrollo de cepas en espaldera frente al sistema tradicional evidencia una mayor productividad de biomasa (Velázquez-Martí et al., 2011b). Como entendemos que, en término medio, habría un número significativo de viñas con manejos poco intensivos y bajas densidades de plantación en contextos históricos, hemos querido corregir esta cifra. Nuestra propuesta es la siguiente:

En perspectiva histórica, decíamos, no contamos con datos fiables agregados de producción de sarmientos. Como tampoco podemos utilizar un modelo fiable para su estimación, hemos optado, como en el caso de los aprovechamientos forestales, de tomar un número significativo de valores locales. Para el período comprendido entre finales del XIX y principios del XX hemos encontrado un total de 18 datos de producción de sarmientos por hectárea que están comprendidos entre 936 kg/ha y 4500 kg/ha. Generalmente provienen de estudios de caso de un amplio abanico de realidades geográficas españolas (Islas Baleares, Jaén, Sevilla, Orense, Ciudad Real, Castilla la Mancha, La Rioja y algún dato agregado para todo el país). Los resultados se muestran en el siguiente gráfico. El valor medio obtenido es de 2023 kg/ha. Podemos entender como *outliers*, aquellos valores más altos de 4000 kg/ha/año, habida cuenta

que quedan muy por encima del resto de valores. Eliminándolos, la media es de 1595 kg/ha/año. La mediana es de 1473,12 kg/ha/año, un valor similar.

Habida cuenta que tal valor comprende resultados para, principalmente, la primera mitad del siglo XX, aplicaremos este resultado para los cortes comprendidos entre 1900 y 1950. Para la actualidad resulta más fácil encontrar evidencia de estudios de caso relativos a la producción de sarmientos. El trabajo de Velázquez-Martí et al. (2011b:3455) es paradigmático y nos ayuda en este sentido. En su estudio analizan casi dos mil muestras de 144 parcelas diferentes de viñedos españoles, tomando una amplia gama de manejos, variedades, etc. Ofrecen un total de 22 resultados que arrojan productividades de entre 1577 kg/ha hasta 8352 kg/ha, siendo el valor medio de 3589 kg/ha. En esta serie sobresalen 4 valores por encima de las 5 t/ha/año. Si los eliminamos, el promedio se queda en 2983 kg/ha/año. La mediana, está en 3115,7 kg/ha, una cifra muy similar.

Figura 36. Producción en kilogramos de sarmientos por hectárea en diferentes regiones en contextos preindustriales.



Fuente: ver texto.

En suma: tenemos un dato medio para la primera mitad del siglo XX y otro para la actualidad. Ambos basados en un importante número de estudios de caso. Nuestra propuesta es la de aplicar para el período comprendido entre 1900 y 1950 la productividad de 1595 kg/ha/año obtenido de las evidencias locales. Lamentablemente no estamos en condiciones de

discriminar los valores provincialmente, así que tales resultados serán de aplicación para todas las provincias españolas. Entendemos que los manejos y el tipo de cepa, variables determinantes en la producción de sarmientos no cambiaron significativamente hasta finales del XX. Para el año 2000 aplicaremos el valor de Velázquez-Martí et al. (2011b) de 2983 kg/ha. En los períodos intermedios aplicaremos una inferencia lineal, de manera que en 1960 la productividad de sarmientos por hectárea será de 1898 kg, en 1970 de 2169 kg, en 1980 de 2440 kg y en 1990 de 2771 kg.

A.2.1.3. La leña de los frutales

El problema de disponibilidad de fuentes y datos en este aprovechamiento es mucho mayor. Hay motivos evidentes. El gran número de especies de árboles frutales que crecen es España hace que las estadísticas relativas a sus productos sean mucho menos detalladas que en el caso del olivar o la viña. Durante el siglo XX la estadística agraria ofrece información anual de casi una treintena de frutales diferentes. Es muy difícil proporcionar datos ricos y precisos que den cuenta de la producción de subproductos o de sus usos. Por otro lado, hay que recordar que su superficie relativa es mucho menor que al resto de cultivos, principalmente al cereal y el olivar, productos estrella en las estadísticas agrícolas. Es por ello que no contamos, para los frutales, con avances o monográficos desde la Junta Consultiva Agronómica hasta la segunda década del siglo XX. De los cultivos de la trilogía se publicaron completos *Avances* desde la década de los 80 del siglo XIX.

Obviamente, un frutal leñoso produce leña pero, ¿qué importancia tuvo en perspectiva histórica? El primer *Avance* sobre frutales publicado por la Junta Consultiva Agronómica (JCA, 1913), con datos para 1910, da algunas pistas al respecto. Una decena de provincias hablan tangencialmente del uso de subproductos de los frutales. La más explícita es Madrid en la que se apuntan usos para diferentes árboles como el cerezo, el guindo, el peral, el manzano y el nogal. El resto no suele apuntar muchos datos aunque aquellas que refieren alguna línea generalmente lo hacen para destacar la leña del nogal y el castaño (ver tabla 14). No deja de aparecer alguna referencia que apunta que, de todos los frutales, con diversas calidades y resultados, se aprovecha el combustible. Es de suponer que la mayoría de podas realizadas a los mismos se utilizarían como combustibles. Algunos comentarios orales nos lo corroboran, así como otras fuentes a lo largo del siglo XX.

La *Estadística Industrial* de 1970 (INE, 1973) seguían hablando de consumo de madera de frutales por parte de industrias de aserrado mecánico de la madera que alcanzaba los 7532 m3. Ese mismo año, la industria de "segunda transformación de la madera" consumió, en 1970, 16450 m3 de nogal y 74920 m3 de castaño. Otras muchas partidas aparecen como consumo general de madera u otras maderas en las que presumiblemente pudiera estar incluida alguna cantidad de madera de frutales. Tal estadística dejó de dar datos físicos de input en los años siguientes así que no podemos dar el dato preciso. Por otro lado, cuando se habla de consumo de leña por parte de las industrias, lamentablemente, no se discrimina el origen, luego es imposible documentar si procedían de frutales. En cualquier caso, es posible seguir la pista a tales aprovechamientos en la actualidad. Varios informes sobre aprovechamiento energético

de la biomasa no solo dan cuenta de su potencial uso como combustible sino que documentan su uso efectivo. IDAE (2007) subraya la importancia de los residuos de frutales y da cuenta de empresas con un consumo que alcanza las 100 mil toneladas en zonas citrícolas como Valencia. También lo hacen otros informes (v.gr. IDAE, 2011b; EVE, 2001; JA, 2011).

Parece difícil discriminar fielmente qué parte de estos productos se aprovechó efectivamente, cuál tuvo un destino a leña y cuál a madera. En cualquier caso parece plausible apuntar que árboles como el nogal o el castaño tuvieron y tienen un clara vocación maderera en tanto que el resto la tienen leñosa, como combustible, aunque, bien es cierto, alguna parte se ha destinado a usos industriales.

En lo que respecta a la estimación de la producción de los residuos de poda de los frutales, nos encontramos, decíamos, con mayor precariedad que en el caso de la viña y el olivar. Más allá de las pobres referencias sobre su uso histórico y actual, no contamos con ninguna serie de producción en todo el siglo. Existen algunos trabajos que, tratando de estimar el potencial energética de la biomasa en España, han hecho algún acercamiento para períodos actuales de la producción leñosa de los frutales (EVE, 2001; Hernández y Fuertes, 2011; JA, 2011). Para ello utilizan coeficientes de producción actuales, a veces muy elevados, aplicados a la superficie actual de frutales.

Tabla 14. Usos de la madera de los árboles frutales documentados en JCA (1913).

Árbol	Usos documentados	Provincia que lo referencia
Cerezo y Guindo	Madera para muebles, pipas y otros utensilios	Madrid
Peral	Leña gruesa para muebles y la pequeña para combustible	Madrid
Manzano	Madera	Madrid
Nogal	Madera para muebles	Madrid, Zaragoza, Teruel, Logroño, Santander
Castaño	Madera y tallos jóvenes para construcción, ebanistería, aros para toneles y aros para pipas	Coruña, Pontevedra, Barcelona
Frutales en general	Combustible	Burgos

Fuente: JCA (1913).

En primer lugar, es preciso recopilar la superficie total de aquellos frutales con producción leñosa. El *Avance de frutales* publicado por la Junta Consultiva Agronómica (JCA, 1913) permite estimar el número de árboles, ordenados y diseminados para todas las provincias, así como la expansión superficial para algunas de ellas. El *Avance de la producción agrícola* de 1922 permite hacer lo propio para ese año y, desde la década de 1930, los anuarios de agricultura recogen una información completa a nivel provincial. Sin embargo, hay un par de problemas: Primero. No siempre aparecen los mismos frutales aunque siempre los más importantes. Así pues, hemos tomado en consideración 19 de ellos que, en cualquier caso, representan más del 99% de la superficie (ver tabla 15). Segundo. En los años citados, la fuente no siempre ofrece la misma unidad de medida. Hay años que dan el número de árboles

y otros que dan las hectáreas sin marco de plantación. La resolución de este problema nos permite, de paso, aportar un método razonable para estimar la producción de leña. A saber: hasta 1970 es posible obtener el número total de árboles: ordenados y dispersos. Desde entonces la fuente aporta datos de hectáreas para los cultivos ordenados (sin dar marco de plantación, luego es imposible saber el número de árboles) y, por otro lado, el número de árboles diseminados. 1970 es el único año en el que el anuario da el marco de plantación para cada frutal. Aplicando este dato a los años de 1980, 1990 y 2000, podemos, ahora sí, saber para todos los años el número de árboles totales.

Como en el caso de los frutales resulta imposible de todo modo encontrar datos de producción de poda en perspectiva histórica para casi una veintena de árboles diferentes y, además, que nos permita discriminarla en diferentes contextos históricos, hemos decidido aplicar los mismos valores de producción a toda la serie pero, teniendo en cuenta que el valor de producción utilizado, que será actual, se mide en producción por hectárea. Habida cuenta que hemos reconstruido el número de árboles totales en cada momento y no las hectáreas, si le aplicamos el marco de plantación actual a los momentos históricos, no el que realmente tenían, lo que haremos será ajustar la producción a su contexto histórico eliminando el factor de los diferentes marcos de plantación entre períodos. Dicho de otro modo, hemos calculado el número total de árboles y el dato de producción que aplicaremos será el de producción por árbol y no por hectárea. Así, en aquellos períodos en los que el marco de plantación era menor, la producción será menor pero, por otro lado, se incluirá la producción de leña de los árboles dispersos que, en muchas ocasiones, eran tanto o más relevantes que los de las explotaciones con árboles ordenados.

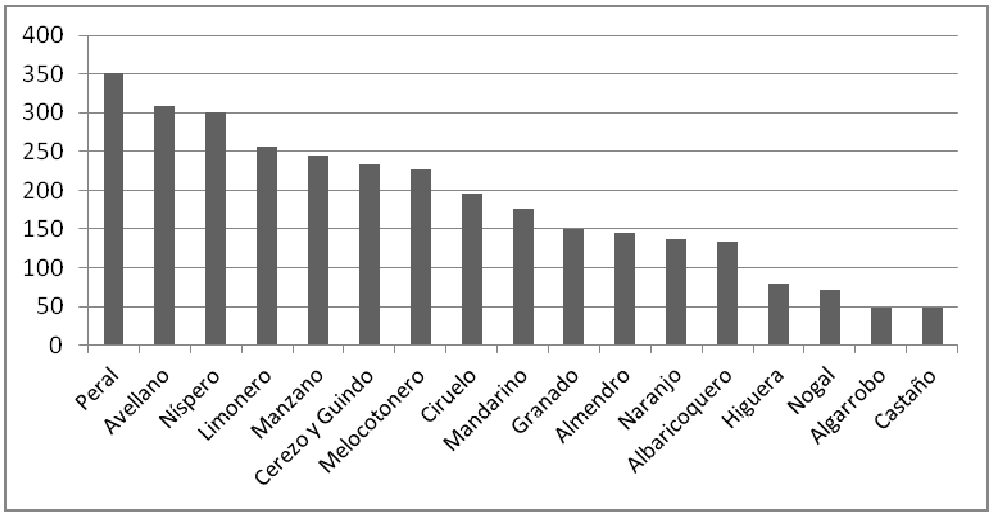
¿Qué productividad hemos aplicado? No solo es difícil encontrar datos de producción de leña para frutales en perspectiva histórica, sino que también es difícil encontrarlos para la actualidad. En la tabla X aportamos datos de productividad para varios frutales o grupos de frutales tomados en consideración en este trabajo. Para algunos ha sido posible encontrar un número significativo de valores, para otros, apenas un par de ellos. Aunque el factor de la densidad de plantación ha sido corregido por los motivos antes aducidos, no podemos corregir históricamente el plausible aumento de la productividad derivado por manejos más intensivos como la mayor irrigación o mayor fertilización. Por ello, sobre los datos recogidos, hemos decidido tomar una media a la baja de los mismos. La propuesta es la siguiente: tomamos el valor medio de producción para cada frutal y el valor más bajo. Obtenemos la media de ambos y ese el valor aplicado. Para aquellos casos en los que solo tengamos dos referencias hemos tomado el valor más bajo.

Tabla 15. Frutales productores de leña y madera tomados en consideración en nuestro estudio.

Cítricos	Fruto Fresco	Fruto Seco
Limonero	Albaricoquero	Almendro
Mandarino	Algarrobo	Avellano
Naranjo	Cerezo	Castaño
	Guindo	Nogal
	Chirimoyo	
	Ciruelo	
	Granado	
	Higuera	
	Manzano	
	Melocotonero	
	Níspero	
	Peral	

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Densidad de plantación de los frutales según el anuario de estadística agraria de 1970 y utilizado para otros años para estimar el número total de árboles



Fuente: Anuario de Estadística Agraria.

Tabla 38. Producción de leña por hectárea según referencias bibliográficas actuales.

	Valor más bajo (kg/ha)	Valor Medio (kg/ha)	Valor Utilizado (kg/ha)	Nº referencias
Albaricoquero	2323	3822	3072	4
Almendro	398	2355	1377	6
Avellano	2562	2642	2602	4
Cerezo	3002	3974	3488	3
Guindo y Ciruelo	2974	2987	2974	2
Higuera	1798	1798	1798	1
Limonero	5620	6034	5620	2
Manzano	642	6215	3428	7
Melocotonero	2098	3548	2823	5
Naranjo	2285	4788	3536	4
Nogal	291	1585	938	9
Peral	2152	8497	2152	2

Fuente: ver texto.

Aun así, existen algunos casos para los que no hemos encontrado datos en la literatura. Para el granado y el níspero utilizaremos el valor del peral, de 2152 kg/ha/año, por ser de porte similar y tener este último un valor de producción más bajo que otros árboles similares. Con el mismo criterio, adjudicamos al algarrobo el valor de producción del almendro, de 1377 kg/ha/año.

Un problema algo más complejo aparece con el caso del castaño. Tal árbol, sabemos, combina manejos que pueden orientarse bien a la producción del fruto o bien la producción de leña. Así, su morfología queda, según su vocación, entre la de un aprovechamiento frutal o la de un aprovechamiento forestal. Tal vez por ello, la estadística española dejó de dar cuenta de su superficie en el apartado de frutales en los años 80 para pasarlo a la superficie forestal. ¿Qué valor de producción de madera debemos dar a tal árbol? Las referencias hablan de una franja comprendida entre apenas 600 kg/ha/año llegando a superar las 8 t/ha/año (Berrocal et al., 1997). La decisión que vamos a tomar es la de darle, para toda la serie el valor medio de producción de madera en la actualidad, partido por la superficie total, sea o no con vocación forestal. El dato está en torno a 800 kg/ha/año. Obviamente, el castañar con vocación forestal producirá mucho más pero, de esta forma, estamos dando cuenta de que su manejo no siempre fue este.

Uno de los indicadores que construiremos será el de producción de madera. Como hemos apuntado más arriba, cierta parte de la producción de la superficie cultivada era utilizada como madera y no como leña. Es muy difícil establecer porcentajes para cada tipo de cultivo. Para ello, tomamos como referencia los datos publicados por la Junta Consultiva Agronómica (1915) en su *Avance* sobre frutales. De él deriva que la mayor parte de la producción de castaño y nogal se utilizaba como materia prima. Así, consideraremos como madera la producción de ambos árboles. También se señala, en el caso de ramas gruesas, usos madereros en el cerezo, el guindo, el peral y el manzano. Tomamos para ellos un 30% de la producción destinada a madera.

A.3. NOTAS SOBRE LA ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE MADERA Y LEÑA

Entre la cantidad producida y la cantidad consumida hay diferencias importantes determinadas por varios factores que a continuación exponemos. Somos conscientes de que una estimación precisa del consumo de madera y leña es una tarea mucho más complicada y que sigue añadiendo distorsión a la serie final, habida cuenta que hemos de añadir estimaciones adicionales. Por otro lado, no es posible establecer un cálculo regional toda vez que no contamos con datos precisos de comercio interprovincial. Aun así, no queremos renunciar, una vez que hemos realizado la estimación de la producción de leña y madera, a hacer una aproximación general sobre el consumo de tales productos en el período de estudio así como una tentativa de lo ocurrido desde mediados del siglo XX.

En lo que sigue, detallamos algunas decisiones adoptadas para estimar las series de consumo que se ofrecen el apartado 4.

1. El factor del comercio exterior. El consumo aparente se ha estimado detrayendo de la producción las exportaciones y añadiendo las importaciones. La *Estadística de Comercio Exterior* ofrece datos en este sentido desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad. Trabajar con las series de comercio exterior obliga a afrontar dos retos: Primero, en muchas ocasiones las cantidades no vienen en peso sino en unidades difícilmente cuantificables (por ejemplo, vigas). Segundo, hay muchos productos que contienen madera parcialmente o que provienen de esta. Dicho de otra forma, la serie de comercio exterior siempre será tentativa aunque, en el largo plazo, orientará bien sobre lo ocurrido. Hemos tomado los datos directamente de Iriarte-Goñi (2013) que hizo el esfuerzo de compilar la serie y trasladarla a metros cúbicos.

2. En el análisis de los resultados de consumo cobra especial interés alargar la serie hasta 1860 para hacer notar algunos cambios interesantes que estaban ocurriendo en otros países. Obviamente no contamos con datos fiables para este año, tal y como hemos apuntado. Sin embargo, sabemos algo de la tendencia que debieron seguir estas magnitudes. Desde finales del XIX y principios del XX el monte alto-maderable estaba creciendo. En este caso, la cantidad tomada para 1860 será una estimación lineal que reducirá la producción para ese año hasta 700 mt. La leña debió ser mayor. Aunque la superficie arbolada mantuvo cierta estabilidad, entendemos que fue mayor que en 1900. A fin de cuentas la superficie cultivada creció de manera notable en el período (Gallego, 1986). Hemos supuesto un incremento productivo, basado en una estimación lineal de lo ocurrido en las tres primeras décadas del XX, que hace que la producción total sea un 13% mayor de la de 1900. Para el caso de la superficie cultivada contamos con datos de superficie (Gallego, 1986) para 1858. Son los que utilizamos con los mismos supuestos de producción tomados para principios del siglo XX.

Con ello, podemos tener un dato general de producción que, detrayendo el comercio exterior, nos informa de la cantidad consumida.

3. ¿Qué es leña, qué es madera? De los frutales entenderemos como madera las del castaño y el nogal así como un porcentaje de algunos otros árboles (ver apartado de frutales). Se supone que se destina a leña el resto así como la producción íntegra del monte leñoso (bajo y abierto). Aunque alguna parte se podría destinar a madera entendemos que no debería ser muy significativa. Además, aquellos montes de encinas o robles con producción maderera los hemos integrado, generalmente, en monte alto. Luego lo que estamos haciendo es asumir que las podas de las dehesas y las cortas del monte bajo, iban para leña. Desde 1960, la fuente lo entiende también así.

Hay otro aspecto a tener en cuenta: el monte maderable no solo producía madera sino que también producía leña. De hecho, en los apartados de producción, estamos hablando de producción con corteza. Sabemos que buena parte de las cortezas así como residuos de la madera en su proceso de transformación industrial, se utilizaban finalmente como combustible. ¿Es posible identificar tales cantidades? El Plan de Energías Renovables de 2011-20 (IDEA, 2011), apunta que en España se consumieron 1,7 Mt de cortezas como combustible. Si el consumo de madera bruto en España, según nuestros datos, fue en el año 2000 de 11,76 Mt, suponemos que, en el 2000, aproximadamente un 20% de la producción

maderera terminaba destinándose como combustible. Entendemos que por desperdicios, cortezas, etc. tal porcentaje podría ser utilizado para otros años. De hecho, antes de los 80 la producción de madera no era muy significativa en España, así que no introducirá graves errores.

4. ¿Se consumía todo lo que se extraía? De entrada no tenemos motivos para pensar que no fuese así de forma general sobre todo en momentos más remotos. Sin embargo, obviamente, hay evidencias de que en muchas ocasiones, en los últimos años, la extracción de leña de las superficies cultivadas se ha estado destruyendo. ¿Podemos deducir estas cantidades?

En 2011, el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE, 2011a) publicó un interesante trabajo sobre el consumo de energía en los hogares españoles. La particularidad de esta investigación es que seguía una metodología *bottom-up*, esto es, realizó sus cálculos en base a encuestas en los domicilios. Gracias a la misma podemos saber las toneladas de leña que consumen los hogares en España y sus diferentes usos. En total, ascendía a 8,2 Mt. Por otro lado, el Plan de Energías Renovables para 2011-2020, ofrece datos del consumo de leña total en España en 2006, aunque no discrimina el consumidor final. El resultado es de 9,6 Mt. Por cierto, con este dato es posible deducir para el año 2000 el consumo de las industrias. Sería de 1,4 Mt. En cualquier caso, dos fuentes diferentes, con dos métodos distintos, ofrecen un dato análogo.

Nuestro dato de producción de leña, sumando todas las partidas disponibles, estaría en torno a 14,35 Mt. Esto es, sabiendo el dato de consumo, la cantidad no usada estaría en torno a 4,73 Mt, un 33% del total de la leña producida. Entendemos que la mayoría de la leña desperdicia viene de los cultivos, pues hay evidencias de que la que en la actualidad una parte indeterminada se está quemando o destruyendo directamente en finca. Nuestra estimación de producción de leña de cultivos asciende a 11,2 Mt. De esta forma, sabemos que de la producción de leña de los cultivos se quema actualmente un 53% mientras.

Supondremos que la cantidad desperdiciada tendió a ser menor hasta principios del siglo XX donde fijamos un 5% de la producción de leña como no consumida por dar cuenta de un valor testimonial de pérdidas de diverso tipo.

5. Usos finales. En Iriarte y Ayuda (2006) se ofrecen resultados de los usos de la madera con destino industrial. Los autores estimaron el consumo de las principales actividades económicas demandantes de tal producto. Por tanto, no vamos a repetir aquí su cálculo. ¿Sabemos algo de los usos finales de la leña? Principalmente se pueden identificar dos grandes grupos: el consumo industrial y el consumo doméstico. En el párrafo anterior hemos descrito cómo es posible estimar la producción industrial en la actualidad que, por cierto, está en torno a 1,4 Mt. ¿Y para períodos anteriores? La Estadística Industrial de España (INE, 1962, 1973), para 1960 y 1970, ofrece datos de los insumos de las industrias españolas en términos físicos. Entre ellos, destaca el consumo de leña. Se mueve entre 1,76 Mt y 1,9 Mt en ambos años, lo cual es coherente en comparación con el dato de la actualidad. Antes de 1960 es muy difícil estimar con precisión el consumo de la industria. Por un lado debió ser mayor habida cuenta de que aún no se habían expandido los combustibles fósiles. Por otro lado el nivel industrial era mucho menor. Si en 1960 el porcentaje del consumo de leña por parte de

la industria era de un 13% hemos decidido dar un valor de un 20% para 1900 infiriendo linealmente el resto. Es un valor que deberá ser mejorado y corregido en otros trabajo y que por tanto no utilizaremos en este trabajo.

Bibliografía

Agnoletti M. et al. (2008): "The introduction of historical cultural values in the sustainable management of European forests", *Global Environment*, 2, pp. 172-199.

Alejano, R., Tapias, R., Fernández, M. Torres, E. Alaejos, J. y Domingo, J. (2008): "Influence of pruning and the climatic conditions on acorn production in holm oak (Quercus ilex L.) dehesas in SW Spain", *Annals of Forest Science,* 65, pp. 1-9.

Allen, R.C. (2006): "Was there a timber crisis in early modern Europe?", en Cavaciocchi, S. (ed.), *Economia e energia secc. XIII–XVIII*, Firenze, Istituto Internazionale di Storia Economica 'F. Datini', pp. 469-482.

Almoguera, J. (2007): *Modelo dehesa. Sobre las realizaciones pastizal-encinar-ganado, Universidad Politécnica de Madrid*, Trabajo fin de carrera.

Anónimo (1799): "Extracto de algunos experimentos sobre el consumo de leña en los hornos de las fábricas", *Seminario de Agricultura y Artes*, 145, pp. 234-237

Banesto (1965): Anuario del mercado español, 1969. Banesto, Madrid.

Banesto (1972): Anuario del mercado español, 1972. Banesto, Madrid.

Barciela, C., Giráldez, J., GEHR y López, I. (2005): "Sector agrario y pesca", en Carreras, A. y Tafunell, X. (eds), *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX y XX, 2 ed*., Madrid, Fundación BBVA, pp. 245-356.

Bernados, J., Hernando, J., Madrazo, G. y Nieto, J. (2011): "Energy consumption in Madrid, 1561 to c. 1860", en Massard-Guilbaud, G. y Mosley, S. (eds.), *Commonground. Integrating the social and environmental in history*, Cambridge, Cambridge Scholars Publishing, pp 316–339

Berrocal Del Brio M., Gallardo Lancho J.F. y Cardeñoso Herrero J.M. (1997): *El castaño*, Madrid, Mundiprensa.

Blondel, J. y Aronson, J. (1999): *Biology and wildlife of the Mediterranean region*, Oxford, Oxford University Press.

Boserup, E. (1965): *The Conditions of Agricultural Growth. The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*, New York, Aldine Publishing Company.

Boserup, E. (1981): *Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends*, Chicago, The University of Chicago Press.

Braudel, F. (1984): *Civilización material, economía y capitalismo, siglos XV-XVIII*, Madrid, Alianza.

Bringezu, S., H. Schütz, y Moll, S. (2003): "Rationale for and interpretation of economy-wide materials flow analysis and derived indicators", *Journal of Industrial Ecology*, 7, 2, pp. 43–64.

Campos, P. (1984): *Economía y energía de la dehesa extremeña*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Cañellas, I., del Río, V. y San Miguel, A. (1991): "Evaluación de la producción silvopastoral de una dehesa extremeña: pasto, bellota y biomasa de ramas podadas", en Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (Ed.) *Actas XXXI Reunión Científica de la SEEP*, Murcia, pp: 234-240.

Carpintero, Ó. (2005): *El metabolismo de la economía española: Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*, Lanzarote, Fundación César Manrique.

Carreras, A. y Tafunell, X. (eds) (2005): *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX y XX, 2 ed*., Madrid, Fundación BBVA.
Coll, S. y Sudría, C. (1987): *El carbón en España, 1770-1961. Una historia económica*, Madrid, Turner.
Cosculella, P. (1920): "Combustibles vegetales", *Revista de Montes*, 1037, pp. 222-228.
Daniels, P. L. y Moore, S. (2002a): "Approaches for quantifying the metabolism of physical economies: Part i: Methodological overview", *Journal of Industrial Ecology*, 5, 4, pp. 69-93.
Daniels, P. L. y Moore, S. (2002b): "Approaches for quantifying the metabolism of physical economies: A comparative survey: Part II: Review of individual approaches", *Journal of Industrial Ecology*, 6, 1, pp. 65-88.
Esponera, P. (1851): *Del olivo y su cultivo. Memoria presentada a la Junta de Agricultura de la Provincia de Jaén*, Madrid.
EVE (2011): *Valorización de la biomasa en el País Vasco*, Bilbao, Ente Vasco de la Energía.
Fischer-Kowalski, M. y Haberl, H. (2007): *Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use*, Cheltenham, UK, Edward Elgar.
Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. y Krausmann, F. (2007): "Conclusions: likely and unlikely pasts, possible and impossible futures", en Fischer-Kowalski, M. y Haberl, H. (eds), *Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use*, Cheltenham, UK, Edward Elgar, pp. 223-255.
Fischer□Kowalski, M., Krausmann, F., Giljum, S., Lutter, S., Mayer, A., Bringezu, S., Moriguchi, Y., Schütz, H., Schandl, H. y Weisz, H. (2011): "Methodology and Indicators of Economy□wide Material Flow Accounting. State of the Art and Reliability Across Sources", *Journal of Industrial Ecology*, 15, 6, pp. 855-876.
Gales, B., Kander, A., Malanima, P., y Rubio, M. (2007): "North versus South: Energy transition and energy intensity in Europe over 200 years", *European Review of Economic History*, 11(2), pp. 219-253.
Gallego, D. (1986*): La producción agraria de Álava, Navarra y La Rioja desde mediados del siglo XIX a 1935*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid.
GEHR (1983): "Notas sobre la producción agraria española, 1891-1931", *Revista de Historia Económica*, 1(2), pp. 185-252.
GEHR (1991): *Estadísticas históricas de la producción agraria española*, 1859-1935, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
GEHR (2002): "Política forestal y producción de los montes públicos españoles, 1859-1935", *Revista de Historia Económica*, XX, 3, pp. 509-541.
GEHR (2003): "Bosques y crisis de la agricultura tradicional. Producción y gestión de los montes españoles durante el franquismo (1946-1979)", en Sebastián Amarilla, J.A. y Uriarte Ayo, R. (eds*.), Historia y economía del bosque en la Europa del sur (siglos XVIII-XX)*, Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza, pp. 283-372.
GEHR (2006): *Bibliografía económica del subsector forestal español, ss. XIX-XX*, Madrid, Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. (CD-ROM).
Gierlinger, S. y Krausmann, F. (2012): "The Physical Economy of the United States of America", *Journal of Industrial Ecology*, 16(3), pp. 365-377.
González de la Peña, P. (1873): "Consumo de combustible vegetal y madera en Madrid", *Revista de Montes*, Año 1873, pp. 79-86.
González de Molina, M. (2010a): *A guideline to studyingthe socio-ecological transition in european agriculture, Sociedad Española de Historia Agraria*, Documentos de Trabajo, DT-SEHA, N. 10-06.

González de Molina, M. (2010b): "Crecimiento agrario y sostenibilidad de la agricultura española de los siglos XVIII y XIX", en Robledo, R. (ed.), *Sombras del progreso. Las huellas de la historia agraria*, Barcelona, Crítica, pp. 321-352.
González de Molina, M. y Toledo, V. (2014): *The Social Metabolism. A Socio-Ecological Theory of Historical Change*, New York, Springer.
González, J.M. e Ibarz, P. (1998): "Monte bajo irregular de encina: Caracterización selvícola", *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, Vol. 7 (1 y 2), pp. 95-108.
Grove, A.T. y Rackham, O. (2001): *The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History*, New Haven, Yale University Press.
Hatcher, J. (2003): "The emergence of Mineral-Based Energy Economy in England, c. 1550-1850", en Cavaciocchi (ed.), *Economia e energia Secc. XIII-XVIII*, Firence: Le Monnier, pp. 483-504.
Hernández Díaz-Ambrona, C.G. (1995): "La dehesa extremeña", *Revista Agricultura*, 750, pp. 37-41.
Hernández, C. (2000): "El carbón de encina", *Revista agropecuaria*, 811, pp. 34-37.
Hernando, J., Madrazo, S. y Madrazo, G. (2011): *Energy production, ecological footprint and socio-economic transformation of the territory in an organic economy. The case study of Early Modern Madrid*, Working Paper Series, Universidad Autónoma de Madrid, 03/2011.
IDAE (2007): *Biomasa. Cultivos energéticos*, Madrid, Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
IDAE (2011a): *Análisis del consumo energético del sector residencial en España*, Madrid, Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
IDAE (2011b): *Plan de Energías Renovables. 2011-20*, Madrid, Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
IDAE (2014): *Balance del consumo de energía final. Serie histórica: 1990-2012.* http://www.idae.es/index.php/idpag.802/relcategoria.1368/relmenu.363/mod.pags/mem.detalle Consultado el 6 de junio de 2014.
INE (1962): *Estadística industrial de España. 1960*, Madrid, Instituto Nacional de Estadística.
INE (1973): *Estadística industrial de España. 1970*, Madrid, Instituto Nacional de Estadística.
Infante-Amate, J. (2011*): Ecología e historia del olivar andaluz. Un estudio socioambiental de la especialización olivarera en el sur de España (1750-2000)*, Tesis Doctoral. Unviersidad Pablo de Olavide. Sevilla.
Infante-Amate, J. (2012a): "Cuantos siglos de aceituna. El carácter de la expansión olivarera en el sur de España (1750-1900)", *Historia Agraria*, 58, pp. 39-72.
Infante-Amate, J. (2012b): "The Ecology and History of the Mediterranean Olive Grove: The Spanish Great Expansion, 1750-2000", *Rural History*, 23(02), pp. 161-184.
Infante-Amate, J. y González de Molina, M. (2013): "The Socio-Ecological Transition on a Crop Scale: The Case of Olive Orchards in Southern Spain (1750–2000)", *Human Ecology*, 41(6), pp. 961-969.
Infante-Amate, J., González de Molina, M., Vanwalleghem, T., Soto, D., y Gómez, J. A. (2013): "Erosion in the Mediterranean: The Case of Olive Groves in the South of Spain (1752–2000)", *Environmental History*, 18(2), pp. 360-382.
Infante-Amate, J., Soto, D., Aguilera, E., García-Ruiz, R., Guzmán, G., Cid, A. y González de Molina, M. (2014): "The Spanish Transition to Industrial Metabolism. Long-Term Material Flow Analysis (1860-2010)", *Journal of Industrial Ecology*, en prensa.

Infante-Amate, J. y Williamson, T. (en preparación): Nuevas perspectivas para el estudio de la transición energética. Los casos de Inglaterra y España en perspectiva comparada

Iriarte-Goñi, I., y Ayuda, M. I. (2006): *Una estimación del consumo de madera en España entre 1860 y 1935, Documentos de Trabajo*, Documentos de Trabajo de la Asociación Española de Historia Económica. (No. 0603).

Iriarte-Goñi, I., y Ayuda, M. I. (2008): "Wood and industrialization: Evidence and hypothesesfromthe case of Spain, 1860–1935", *Ecological Economics*, 65, pp. 177-186.

Iriarte-Goñi, I. (2013): "Forests, Fuelwood, Pulpwood, and Lumber in Spain, 1860–2000: A Non-Declensionist Story", *Environmental History*, 18, 2, pp. 333-359

JA (2002): *El olivar andaluz*, Sevilla, Junta de Andalucía.

JA (2011a): *La Biomasa en Andalucía*, Sevilla, Agencia Andaluza de la Energía, Junta de Andalucía.

JCA (1891): *Avance estadístico sobre el cultivo y producción del olivo*, Junta Consultiva Agronómica, Madrid, Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio.

JCA (1905): *Pastos y prados*, Madrid, Junta Consultiva Agronómica, Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas.

JCA (1913): *Avance estadístico de árboles y arbustos frutales. Tubérculos, raíces y bulbos,* Madrid, Dirección General de Agricultura, Minas y Montes, Junta Consultiva Agronómica.

JCA (1914*): Avance estadístico que en España representa la producción media anual de pastos, prados y algunos aprovechamientos y pequeñas industrias zoógenas anexas*, Madrid, Junta Consultiva Agronómica, Ministerio de Fomento.

JCA (1915): *Avance estadístico de la riqueza que en España representa la producción media anual en el decenio de 1903 a 1912. Cereales y leguminosas. Vid y olivo. Aprovechamientos diversos derivados de estos cultivos*, Madrid, Junta Consultiva Agronómica, Dirección General de Agricultura y Montes.

JCA (1921): *El aceite de oliva*, Madrid, Junta Consultiva Agronómica, Dirección General de Agricultura y Montes.

JCA (1923): *Avance estadístico de la producción de agrícola en España*, Madrid, Junta Consultiva Agronómica, Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas.

Jiménez Blanco, J. I. (2002): "El monte: una atalaya de la historia", *Historia agraria*, 26, pp. 141-190.

Jiménez Blanco, J.I. (1991): "Los montes de propiedad pública (1833-1936)", en Comín, F. y Martín Aceña, P. (eds.), *Historia del a empresa pública en España*, Madrid, Espasa-Calpe, pp. 241-284.

Jordana, R. (1872): "Arboricultura. La encina", *Revista de Montes*, año 1872, pp. 497-465.

Kander, A. (2002): *Economic Growth, Energy Consumption and CO2 Emissions in Sweden: 1800-2000*, Lund, Almqvist & Wiksell International.

Kander, A., Malanima, P. y Warde, P. (2013): *Power to the People: Energy in Europe over the Last Five Centuries*, Princeton, Princeton University Press.

Kaplan, J. O., Krumhardt, K. M. y Zimmermann, N. (2009): "The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe", *Quaternary Science Reviews*, 28(27), pp. 3016-3034.

Krausmann, F., Gingrich, S. y Nourbakhch□Sabet, R. (2011): "The Metabolic Transition in Japan. A Material Flow Account for the period from 1878 to 2005", *Journal of Industrial Ecology*, 15(6), pp. 877-892.

Krausmann, F., Schandl, H., y Sieferle, R.P. (2008): "Socio-ecological regime transitions in Austria and the United Kingdom", *Ecological Economics* 65, 1, pp. 187–201.

Kuskova, P., Gingrich, S y Krausmann, F. (2008): "Long term changes in social metabolism and land use in Czechoslovakia, 1830–2000: an energy transition under changing political regimes", *Ecological Economics,* 68, 1, pp. 394-407.
Lledó, J. R. Sánchez, J. Bellot, J. Boronat, J. J. Ibañez and A. Escarré (1992): Structure, Biomass and Production of a Resprouted Holm-Oak (Quercus ilex L.), *Vegetatio*, 99-100, pp. 51-59.
López Estudillo, A. (1992): "Los montes públicos y las diversas vías de su privatización en el siglo XIX", *Agricultura y Sociedad*, 1992, 65, p. 65-99.
Madariaga, J.A. (1917): "Producción de un monte bajo de rebollo", *Revista de Montes*, 966, pp. 276-279.
Madueira, N.L. (2012): "The iron industry energy transition", *Energy Policy*, 50, pp. 24-34.
Malanima, P. (1996): *Energia e crescita nell'Europa preindustriale*, Roma, La Nuova Italia Scientifica.
Malanima, P. (2006): "Energy crisis and growth 1650-1850: the European deviation in a comparative perspective", *Journal of Global History*, 1, pp. 101-121.
Manuel Valdés, C. (1996): *Tierras y montes públicos en la Sierra de Madrid (sectores central y meridional)*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
MAPA (2008): *Diagnóstico de las dehesas ibéricas mediterráneas*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Martín Bolaños, M. (1943): *Consideraciones sobre los encinares de España*, Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias.
Martín Bolaños, M. (1947): *Ensayo de investigación indirecta sobre el origen, desarrollo y producciones del monte alto*, Madrid, Ministerio de Agricultura.
Martinez-Alier, J. (2007): "Marxism, Social Metabolism, and International Trade", en Hornborg, A., Martínez-Alier, J.M. y McNeill, J.M. (eds.) *Rethinking environmental history: world-system history and global environmental change*, Plymouth, Altamira Press, pp. 221-238.
McNeill, J. (1992): *The Mountains of the Mediterranean world. An Environmental History,* Cambridge, Cambridge University Press.
McNeill, J. R. (2001): *Algo nuevo bajo el sol: Historia ambiental del mundo en el siglo XX*, Madrid, Alianza Editorial.
MI (1961): *La emergía en España. Evolución y perspectivas*, 1947-1975. Madrid: Ministerio de Industria.
Monzón, C. (1951): "Monte bajo", *Revista de Montes*, pp. 39, 157-64.
Moya, E. (2004): *Los montes públicos en el sur de la provincial de Jaén*, Jaén, Universidad de Jaén.
Naredo, J.M. (1983): "La crisis del olivar como cultivo biológico tradicional", *Agricultura y Sociedad*, 26, pp. 167-277.
Nieto-Sánchez, J.A. (2010): "Los "fabriqueros": una pieza clave en la organización madrileña del carbón en la primera mitad del siglo XVIII", *Revista de Historia Industrial*, 44, 17-38.
Olea, L. y San Miguel, A. (2006): "The Spanish dehesa. A traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation", *Proceedings of 21st General Meeting of the European Grassland Federation*, Badajoz (Spain), pp. 1-15.
Olea, L., López-Bellido, R.J. y Poblaciones, M.J. (2005): "Europe types of silvopastoral systems in the Mediterranean area: dehesa", en Mosquera, M.R., Rigueiro, A. y McAdam, J. (eds): *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*, CABI Publishing.
Pardo, F. y Gil, L. (2005): "The impact of traditional land use on woodlands: a case study in the Spanish Central System", *Journal of Historical Geography*, 31, pp. 390-408.

Parrotta, J.A. y Trosper, R.L. (2012): *Traditional Forest-Related Knowledge: Sustaining Communities, Ecosystems and Biocultural Diversity*, New York, Springer

Plieninger, T., y Schaar, M. (2008): "Modification of land cover in a traditional agroforestry system in Spain: processes of tree expansion and regression", *Ecology and Society*, 13(2), 25.

Pulido, F. y Picardo, Á. (2010): *Libro verde de la dehesa. Documento para el debate hacia una estrategia ibérica de gestión* http://www.eweb.unex.es/eweb/accionporladehesa/documentos/libro_verde_dehesa.pdf Última consulta el 6 de junio de 2014.

Quézel, P. (1978): "Analysis of the flora of the Mediterranean and Saharan Africa", *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 65, pp. 479–534.

Radkau, J. (2008): *Nature and power: a global history of the environment*, Cambridge, Cambridge University Press.

Radkau, J. (2011): *Wood: a history*, Cambridge, Polity Press.

Rodríguez, J. (1805): "Método de economizar el carbón y leña en las cocinas", *Semanario de Agricultura y Artes*, 431, pp. 216-224.

Rubio, M. (2005): "Energía, economía y CO2: España 1850–2000", *Cuadernos Económicos de ICE*, 70, pp. 52-75.

Ruiz-Pérez, M. (1986): *Sustainable food and energy production in the Spanish "dehesa", UN Food and Energy Nexus Programme*, Madrid, Department of Ecology, Universidad Autónoma de Madrid.

San Miguel, A. (1994): La *Dehesa Española. Origen, tipología, características y gestión*, Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.

Sanz Fernández, J. (1985): "La historia contemporánea de los montes públicos españoles, 1812-1930. Notas y reflexiones (I)", en Garrabou, R. y Sanz, J. (eds.), *Historia agraria de la España contemporánea, 2. Expansión y crisis (1850-1900*), Barcelona, Crítica.

Sanz Fernández, J. (1986): "La historia contemporánea de los montes públicos españoles, 1812-1930. Notas y Reflexiones (II)", en Garrabou, R. y Sanz, J. (eds.), *Historia agraria de la España contemporánea, 3. El fin de la agricultura tradicional (1900-1960)*, Barcelona, Crítica.

Scarascia-Mugnozza, G., Oswald, H., Piussi, P., y Radoglou, K. (2000): "Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs", *Forest Ecology and Management*, 132:97-109.

Schandl, H. y Schulz, N. (2002): "Changes in the United Kingdom's natural relations in terms of society's metabolism and land-use from 1850 to the present day", *Ecological Economics*, 41, 2, pp. 203-221.

Serra, M. (1878): *Elementos de agricultura*, Jaén.

Sieferle, R. P. (2001): *The subterranean forest. Energy Systems and the Industrial Revolution*, Cambridge, The White Horse Press.

Smil, V. (2001): *Energías: una guía ilustrada de la biosfera y la civilización*, Barcelona, Crítica.

Soroa, J.M. de (1953): *Prontuario del agricultor y del ganadero*, 8ª ed., Madrid, Editorial Dossat.

Tello, E., Garrabou, R., Cussó, X., y Olarieta, J. R. (2008): "Una interpretación de los cambios de uso del suelo desde el punto de vista del metabolismo social agrario. La comarca catalana del Vallès, 1853-2004", *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7, pp. 97-115.

Velázquez-Martí, B., Fernández-González, E., López-Cortes, I., & Salazar-Hernández, D. M. (2011): Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean olive groves, *Biomass and Bioenergy*, 35(7), pp. 3208-3217.

Velázquez-Martí, B., Fernández-González, E., López-Cortes, I., & Salazar-Hernández, D. M. (2011): Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area, *Biomass and Bioenergy*, 35(8), pp. 3453-3464.

VVAA (1924): *VII Congreso Internacional e Oleicultura*, Sevilla, 5-9 diciembre, 1924, Madrid, Edición de Sucesores de Rivadeneyra.

Warde, P. (2006): "Fear of wood shortage and the reality of the woodland in Europe, c. 1450–1850", *History Workshop Journal*, 62, 1, pp. 28-57.

Warde, P. (2007): *Energy Consumption in England & Wales, 1560-2000*, Consiglio nazionale delle ricerche, Istituto di studi sulle società del Mediterraneo.

Warde, P. (2011): *Wood and wood products in the English economy, c.1550-1750,* Documento inédito.

Williams, M. (2003): *Deforesting the earth: from prehistory to global crisis*, Chicago, University of Chicago Press.

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

Ximénez de Embún, J. (1933): "La repoblación forestal en sus relaciones con el régimen de los ríos", en *Plan nacional de obras hidráulicas. Estudios agronómico y forestal*, Madrid, Ministerio de Agricultura, pp. 371-460.

Ximénez de Embún, J. (1942): "Selvicultura elementalísima", *Hojas Divulgadoras*, 18, pp. 1-20.

Ximénez de Embún, J. (1962): "Selvicultura del alcornocal", *Hojas Divulgadoras*, 21-62, pp. 1-20.

Zapata, S. (2001): "La madera en España (c. 1850- c.1950). Un primer esbozo", *Revista de Historia Económica*, 2, pp. 287-343.