
IMPORTÀNCIA DE LA BIOMASSA FORESTAL EN EL MERCAT DELS BIOCOMBUSTIBLES PER A USOS ENERGÈTICS¹

Pere Navarro, Adriano Raddi i Mireia Codina

Àrea d'Aprofitaments Fusters i Biomassa -
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)

Rebut: 1 de juny de 2017 - Acceptat: 30 de juny de 2017

RESUM

La bioenergia és energia produïda a partir de fonts biològiques renovables com la biomassa. La biomassa és un material d'origen biològic que es pot convertir en combustible (biocombustible) per a subministrar calor i electricitat. La bioenergia es pot obtenir de moltes formes de biocombustibles. Aquests inclouen els biocombustibles sòlids forestals, com són l'estella, el pèllet, la llenya i les briquetes. El mercat de la biomassa es va implementant a Catalunya, cada cop més. De fet, les tendències d'aprofitament i d'ús de la biomassa forestal s'incrementen a mesura que es desenvolupa.

PARAULES CLAU: bioenergia, biomassa forestal, mercat, biocombustibles sòlids, bioeconomia, estella, pèllets, llenya.

Correspondència: Pere Navarro. Àrea d'Aprofitaments Fusters i Biomassa, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Ctra. Vella de Sant Llorenç, km 2. 25280 Solsona (Lleida). Tel.: (+34) 973 48 17 52, ext. 301. A/e: pere.navarro@ctfc.cat.

1. Article elaborat en el marc del projecte SECURECHAIN. Projecte d'energia renovable finançat pel programa de la Unió Europea Horitzó 2020 per al període 01.04.2015 - 31.03.2018. L'objectiu principal és promoure les cadenes sostenibles de bioenergia a la zona rural, que compleixen normes mediambientals elevades i són econòmicament viables per a les petites i mitjanes empreses (pime).

IMPORTANCIA DE LA BIOMASA FORESTAL EN EL MERCADO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES PARA USOS ENERGÉTICOS

RESUMEN

La bioenergía es energía producida a partir de fuentes biológicas renovables como la biomasa. La biomasa es un material de origen biológico que se puede convertir en combustible (biocombustible) para suministrar calor y electricidad. La bioenergía se puede obtener de muchas formas de biocombustibles. Estos incluyen los biocombustibles sólidos forestales, como son la astilla, el pelet, la leña y las briquetas. El mercado de la biomasa se está implementando en Cataluña, cada vez más. De hecho, las tendencias de aprovechamiento y de uso de la biomasa forestal se incrementan a medida que se desarrolla.

PALABRAS CLAVE: bioenergía, biomasa forestal, mercado, biocombustibles sólidos, bioeconomía, astilla, pelets, leña.

IMPORTANCE OF FOREST BIOMASS IN THE ENERGY BIOFUELS MARKET

ABSTRACT

Bioenergy is energy produced from renewable biological sources such as biomass. For its part, biomass is a biological material that can be turned into fuel (biofuel) to supply heat and electricity.

Bioenergy can be obtained from many forms of biofuels. These include solid forest biofuels such as woodchips, pellets, firewood and briquettes. The biomass market is undergoing increasing implementation in Catalonia. In fact, the trends in the exploitation and use of forest biomass are rising in step with its development.

KEYWORDS: bioenergy, forest biomass, market, solid biofuels, bioeconomy, woodchips, pellets, firewood.

1. INTRODUCCIÓ

Durant els últims temps, el sector agrícola i forestal s'ha trobat al centre del debat a causa de dos conceptes clau que tenen molt èxit en termes de comunicació: la *bioeconomia* i l'*economia circular*, ambdós avalats per les polítiques de desenvolupament de la Unió Europea.

Els dos conceptes són diferents, tot i que sovint es confongui l'un amb l'altre. La *bioeconomia* o *economia verda* es fonamenta en la producció de biomassa i la seva transformació en productes de valor afegit (com ara aliments, bioenergia o altres bioproductes). A més, la bioeconomia afavoreix una integració horitzontal, en què el territori es gestiona activament de manera conjunta amb l'agricultura, els boscos, el turisme i l'oferta de serveis mediambientals. Aquest model requereix un ús intensiu del treball, la creació de formes d'integració entre operadors i la producció d'una oferta diversificada, però coherent, de productes relacionats amb el territori.

La *bioenergia* i la producció de biocombustibles són un component important de la bioeconomia, atès que afavoreixen la transició cap a una economia baixa en carboni —una economia amb baixos nivells d'emissions de diòxid de carboni (CO₂)—, ja que contribueix a reduir la dependència en els combustibles fòssils. A més, l'aprofitament de la biomassa agrícolaforestal evita la pèrdua de biodiversitat, promou el creixement econòmic i la creació de llocs de treball en línia amb el principi del desenvolupament sostenible.

La *biomassa* per a la producció d'energia tèrmica, o per a la cogeneració en plantes d'àmbit local, hi té un paper important, atesa la seva transversalitat, que li permet situar-se en el centre de diversos processos de presa de decisions: des de la política energètica fins a la gestió del territori, des del sector primari fins a la prevenció d'incendis forestals, des de la millora de la qualitat de l'aire fins a la creació d'ocupació en àrees rurals.

La bioeconomia —com l'economia fòssil— pot ser lineal o circular. L'*economia circular* es basa en l'aprofitament, reutilització i reciclatge repetits de les matèries primeres un cop explotades, per tal de «tancar el cercle» i reduir així la producció de residus.

D'una banda, la bioeconomia afavoreix una integració horitzontal, en què el territori es gestiona activament de manera conjunta amb l'agricultura, els boscos, el turisme i l'oferta de serveis mediambientals. Aquest model requereix un ús intensiu del treball, la creació de formes d'integració entre operadors i la producció d'una oferta diversificada, però coherent, de productes relacionats amb el territori.

D'una altra banda, d'acord amb el principi d'*ús de recursos en cascada*,² la biomassa per a ús energètic deriva de la reutilització de productes a final de cicle i dels residus de producció, és a dir, de material que ja no pot ser aprofitat ulteriorment. D'aquesta manera, la biomassa entra de ple dins la lògica de l'economia circular.

2. Extreure valor addicional dels materials i productes a través d'aplicacions successives, conversions i usos posteriors, incloent-hi l'aprofitament energètic dels recursos que no es poden reutilitzar. És una manera intel·ligent d'utilitzar un recurs natural, i cremar-lo al final per obtenir energia (Dammer *et al.*, 2016).

2. LA BIOMASSA

La biomassa forestal com a recurs energètic sempre ha estat en la nostra societat: qui no ha sentit parlar del carboneig o d'anar a fer llenya? Al llarg de la història, des del neolític fins ben entrat el segle xx, s'han emprat els dendrocombustibles (combustibles procedents dels boscos). El carbó i la llenya han estat els combustibles per excel·lència en les llars catalanes, per a cuinar i per a escalfar els habitatges, així com per a fer anar els forns de pa, de calç, de pega i de vidre (Boada, 2003). No va ser fins a l'aparició del combustible fòssil i d'altres fonts energètiques que va minvar l'ús d'aquests combustibles tradicionals. Des de llavors, l'ús de la fusta com a combustible s'ha reduït i queda per a casos particulars i excepcionals. Per tant, quan parlem de biomassa no cal pensar en un nou mercat, sinó més aviat en un resorgiment del mercat amb noves formes de comercialització i noves tecnologies que optimitzen i milloren els processos de generació d'energia, principalment tèrmica. El mercat de la bioenergia, amb l'ús de biomassa, és un mercat que comença a implementar-se en el sector primari, domèstic, industrial, de serveis i administracions, i cada cop més s'instal·len sistemes de calefacció moderna amb biomassa.

L'Especificació tècnica europea CEN/TS 14588 defineix *biomassa* com «tot material d'origen biològic excloent-ne aquells que han estat englobats en formacions geològiques i han sofert un procés de mineralització». Es pot dir que, en el context energètic, la biomassa pot considerar-se la matèria orgànica originada en un procés biològic, espontani o provocat, utilitzable com a font d'energia.

Els recursos biomàssics poden agrupar-se de manera general en agrícoles i forestals. També es considera biomassa la matèria orgànica de les aigües residuals i els fangs de depuradora, així com la fracció orgànica dels residus sòlids urbans, i altres residus derivats de les indústries. Mitjançant cinc processos bàsics: combustió, digestió anaeròbia, fermentació alcohòlica, gasificació i piròlisi, la biomassa pot transformar-se en calor i electricitat.

Els *biocombustibles sòlids* són aquells productes derivats de la biomassa sòlida susceptibles de ser utilitzats directament en els processos de conversió energètica, s'obtenen a partir de transformacions, generalment de naturalesa física, com ara l'estellament, la molta i l'assecat. Els biocombustibles sòlids més importants són els constituïts per matèries llenyoses procedents del sector agrícola o forestal i de les indústries de transformació; es poden distingir en (Codina *et al.*, 2013):

- *Residus agrícoles*: restes de conreus llenyosos o herbacis, com ara palla, tiges de gira-sol o canyes de blat de moro (figura 1) i residus generats a la indústria agrícola i agroalimentària; en la fabricació d'oli d'oliva, l'elaboració de fruits secs, l'activitat vinícola, etc.

Importància de la biomassa forestal

- *Restes forestals o biomassa forestal primària*: procedents de treballs silvícoles de millora, desbrossament de matoll, obertura de franques tallafoc, perímetres de protecció prioritària, aprofitaments comercials i bosc menut o de rebrot (figura 2).
- *Subproductes derivats d'indústries de la fusta*: d'indústries primàries (processen directament l'arbre o el tronc) o secundàries; en aquest cas, el subproducte pot contenir coles o altres additius.
- *Residus de fusta recuperada*: originats en qualsevol activitat econòmica o social, com ara residus de la construcció, de la demolició d'edificis, de palets, etc.
- *Cultius energètics*: conreus de creixement ràpid (herbacs o llenyosos) cultivats expressament per a ser transformats en energia (per exemple, el pollancre, la paulònia i el card).
- *Residus urbans*: deixalles orgàniques.

En l'àmbit energètic i ambiental, la combustió d'aquestes biomasses és molt diferent i heterogènia. Per a poder aclarir-ne les qualitats hi ha normes internacionals que ajuden a determinar-ne la qualitat i les especificacions tècniques; la norma principal és la norma ISO 17225.

FIGURA 1. *Restes de l'aprofitament del panís*



FONT: Judit Rodríguez.

FIGURA 2. Biomassa forestal primària



FONT: Ignacio López.

Per a valorar el potencial català de recurs biomàssic es presenta una taula resum de les existències segons diferents fonts bibliogràfiques (taula 1). Cal precisar que, en el cas de productes forestals (pèllets, llenya i estella), les quantitats són de producte acabat i no d'existències a bosc ni dels subproductes derivats de la primera transformació.

En el marc del projecte PROFORBIOMED,³ l'Àrea d'Aprofitaments Fusters i Biomassa del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC) va posar a punt una metodologia per al càlcul de la *biomassa tècnicament viable*. Aplicant aquesta metodologia podem calcular el producte fuster tècnicament aprofitable a Catalunya, tant per a usos energètics com per a la indústria de primera transformació (taula 11). Amb tot, aquesta dada no és el valor final, ja que caldria afegir-hi les restes provinents de la indústria de primera transformació.

3. PROFORBIOMED (Promoció de la biomassa forestal a l'àrea mediterrània) és un programa estratègic emmarcat en el Programa MED 2007-2013 que compleix l'objectiu 2.2: «Promoure les energies renovables i millorar l'eficiència energètica». En concret, la modelització es va dur a terme en l'acció pilot 1.2: Development of a Geo-Information System for the Potential Forestry Biomass Management. Per a més informació: <http://proforbiomed.eu/sites/default/files/1.2%20-%20Biomass%20potentials.pdf>

Importància de la biomassa forestal

TAULA I. *Quantitats dels diferents productes biomàssics generats a Catalunya potencialment utilitzables com a biocombustibles*

Tipus de biomassa	t/any	Humitat	Any de referència	Font
Llenya	232.400	Fresca	2016	ICAEN (2017a)
Estella (per a energia tèrmica i elèctrica, inclosa exportació)	247.000	Fresca	2015	Famadas (2016)
Pèl·lets de fusta	41.700	10 %	2016	ICAEN (2017a)
Residus de conreus herbacis	1.127.460	Frescos	2005	Martínez-Lozano (2009)
Restes/residus de conreus llenyosos	549.470	Frescos	2005	Martínez-Lozano (2009)
Residus industrials declarats, grup 02 (no perillosos)*	759.403	Sense especificar	2015	ARC (2016a)
Conreus energètics	No hi ha dades			
Altres potencials:				
— Recollida selectiva bruta de poda	100.723	Sense especificar	2015	ARC (2016b)
— Residus industrials declarats, grup 03 (no perillosos)**	119.821		2015	ARC (2016a)

*Residus de l'agricultura, horticultura, aqüicultura, silvicultura, caça i pesca; residus de la preparació i elaboració d'aliments.

**Residus de la transformació de la fusta i de la producció de taulers i mobles, pasta de paper, paper i cartró.

Font: Elaboració pròpia a partir de les referències indicades.

TAULA II. *Producció estimada de biomassa tècnicament viable a Catalunya**

Superfície**	858.955,36 ha
Biomassa forestal per a usos energètics	512.830,93 t/any
Biomassa forestal per a usos industrials	828.301,86 t/any
Total	1.341.139,86 t/any

*Dades obtingudes en el marc del projecte PROFORBIOMED els anys 2013 i 2014.

**Superfície forestal arbrada tècnicament viable.

Font: López *et al.* (2014).

3. BENEFICIS DE LA BIOMASSA FORESTAL PRIMÀRIA

L'ús i l'aprofitament de la biomassa forestal, la qual pressuposa una gestió sostenible del medi i del territori, incideixen positivament a tres nivells. Per un costat, ajuden al desenvolupament rural, fixen població al territori i revaloren productes agroforestals. Per l'altre, ajuden a la prevenció d'incendis i posen en valor els treballs fets als boscos. Finalment, contribueixen a desenvolupar un model energètic d'acord amb les perspectives internacionals, incrementen la participació de les energies renovables i potencien una energia més propera al consumidor. En concret, se'n poden enumerar els beneficis potencials següents (Codina *et al.*, 2013):

a) *Beneficis ambientals*

- Es tracta d'una energia renovable si prové d'una gestió forestal sostenible.⁴
- El balanç d'emissions de CO₂ (element que causa l'efecte d'hivernacle) és neutre.
- El contingut en sofre (que causa la pluja àcida) és baix.
- El balanç energètic és positiu.
- Prevé els incendis forestals.
- Les cendres resultants de la combustió es reutilitzen com a adob.

b) *Beneficis econòmics*

- El balanç econòmic és positiu (el preu del kWh és inferior al dels combustibles fòssils) (figura 3).
- Estabilitat en els preus.
- Es redueix la dependència energètica externa.
- Es genera valor afegit local.
- S'aprofita un producte poc valorat, que complementa els aprofitaments de la fusta actuals.

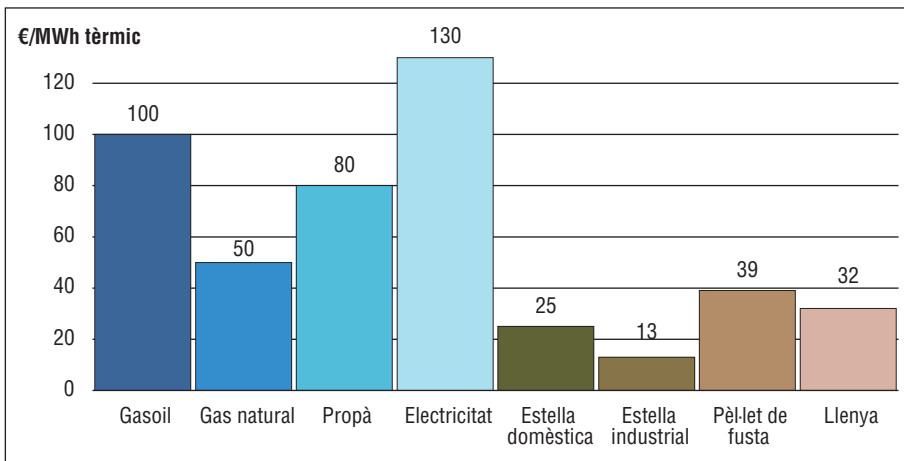
c) *Beneficis socials*

- Promou la gestió forestal sostenible, que millora l'estat de les masses forestals. La conseqüència directa és que disminueix el risc d'incendi a causa de l'extracció de combustible. A més, ajuda a percebre el bosc com una font de treball i de riquesa.
- Es creen nous llocs de treball en el medi rural i es fixa la població. Incloem la llista de llocs de treball potencials que es generen a partir de l'ús de la biomassa com a combustible, elaborada en el marc del projecte InnoBiomassa:⁵

4. D'aquesta manera se n'assegura la disponibilitat sense posar en perill els recursos existents.

5. El projecte InnoBiomassa, subvencionat pel Servei d'Ocupació de Catalunya i el Fons Social Europeu, és una estratègia integrada per a la consolidació del sector emergent de la biomassa

FIGURA 3. Preus mitjans de venda del megawatt hora de diferents fonts d'energia per a ús tèrmic a Catalunya. Any 2017



NOTA: Preus amb IVA inclòs. El preu mitjà de la llenya i l'estella es calcula a partir del preu de diferents tipus de producte amb diferent humitat.

FONT: Elaboració pròpia a partir dels preus de combustibles de Comissió Europea (2017), EUROSTAT (2017), ICAEN (2017c) i DIBA (2017).

- *Llocs de treball directes.* De gestió forestal, com la planificació i l'inventari de les masses forestals, l'organització i el calendari dels treballs posteriors; en l'aprofitament forestal, com el tallament, el desembosc, l'acumulació de fusta, el desbrancat i l'aplegada; en el transport de la fusta en rotlle al centre de logística; en l'organització i gestió del centre de logística; en la transformació: estellament, assecat, emmagatzematge i control de la qualitat; en el transport i subministrament als centres de consum i usuaris.
- *Llocs de treball indirectes.* Per al manteniment i reparació de maquinària forestal i de transport; les enginyeries i consultories per a l'estudi de la viabilitat de projectes; per a la fabricació, la distribució i el manteniment de calderes de biomassa forestal; per a la construcció o instal·lació d'elements relacionats: sitges, sots, edificis, etc.; en els projectes d'R+D.
- *Noves oportunitats laborals.* S'identifiquen tres camps nous que generen oportunitats per a l'emprenedoria: les empreses de serveis energètics, que poden donar serveis integrals, tipus rènting; les empreses industrials i de serveis, com els fabricants de calde-

tèrmica com a font d'ocupació. L'integren l'Associació Catalana de Municipis, el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, el Consorci Forestal de Catalunya, la Federació d'Empresaris Instal·ladors de Catalunya i Qnorm, empresa especialitzada en bioenergies.

res i de components, els instal·ladors especialitzats o les enginyeries i consultories de fora del sector; les empreses derivades/acceleradores (*spin-off/start-ups*), dedicades, per exemple, a dissenys de protocols de transformació de la biomassa en energia, al disseny d'enginyeria de cogeneració, al suport a la gestió/explotació energètica o al programari de subministrament i operacions.

4. PRODUCTES COMERCIALS OBTINGUTS DE LA BIOMASSA

L'ús de la biomassa forestal primària amb objectiu energètic requereix una transformació prèvia per tal d'aconseguir els productes més adequats per al seu ús com a combustible. A Catalunya, hi ha una gran varietat de combustibles biomàssics, i el seu ús varia d'una zona a una altra en funció de la disponibilitat i el clima, els més estesos són: la llenya, les estelles, els pèllets i, en menys mesura, les briquetes.

a) Llenya

La llenya constitueix el combustible més tradicional i es pot obtenir a partir de qualsevol espècie llenyosa, tot i que normalment es fa servir alzina, roure i alguna altra frondosa. De forma cilíndrica o cònica, és molt heterogè-

FIGURA 4. *Llenya apilada al bosc*



FONT: Fons documental del grup de treball d'Aprofitaments Fusters i Biomassa del CTFC (AFIB-CTFC).

Importància de la biomassa forestal

nia quant a mides i depèn molt de l'espècie de la qual es treu i de la part que es talla (figura 4).

Acabada de tallar, la humitat de la llenya pot assolir valors del 40% en base humida (bh)⁶ (alzina o roure) o del 50% bh (pi). Després d'una temporada, la humitat se situa al voltant del 20% bh. Per cremar, idòniament la humitat ha de ser inferior al 15% bh. La llenya, amb un contingut d'humitat elevat, alenteix i dificulta la combustió, produeix condensació i quitrà en els conductes de fum i en redueix el poder calorífic.

El cost de producció és molt baix i potencia la gestió forestal sostenible.

b) Estelles

Les estelles són fragments de fusta de petita dimensió obtinguts per tall mecànic, que donen lloc a trossos petits de forma irregular que presenten un gruix del voltant de 2 cm i llargades variables que no acostumen a superar els 10 cm de longitud (figura 5). L'estella de fusta de bosc (o biomassa forestal primària) s'obté de la retirada del bosc de les restes dels aprofitaments forestals, del producte de tallades de millora, així com de restes i productes procedents de treballs de prevenció d'incendis. En canvi, l'estella

FIGURA 5. Estella forestal



FONT: Fons documental del grup de treball d'Aprofitaments Fusters i Biomassa del CTFC (AFIB-CTFC).

6. Humitat calculada sobre el pes total.

industrial és aquella que prové de subproductes derivats d'indústries primàries i secundàries de la fusta.

La humitat de l'estella varia entre el 20% i el 40% bh. Idealment, per a consum domèstic ha de ser inferior al 30% bh.

El cost de producció és inferior al dels pèllets, perquè té un procés d'elaboració més simple: amb una sola eina (estelladora) es pot obtenir el biocombustible. Potencia la gestió forestal sostenible, ja que permet valorar la fusta que actualment té una sortida limitada en el mercat. Per contra, es tracta d'un material heterogeni quant a humitat, densitat i granulometria, cosa que en dificulta la manipulació i el transport. Necessita un assecat abans de ser usat en les calderes domèstiques i un control de qualitat. Les estelles són menys denses que els pèllets, necessiten més espai d'emmagatzematge i, per tant, no és recomanable transportar-les a distàncies superiors a 50 km.

c) Pèllets

La pel·letització és un procés de compactació de material lignocel·lulòsic d'unes condicions determinades —granulometria petita i humitat < 12% bh— per a obtenir uns cilindres d'entre 6 i 30 mm de diàmetre i d'entre 10 i 70 mm de longitud (figura 6). La compactació en facilita la manipulació, en disminueix els costos de transport i n'augmenta el valor energètic per unitat de volum.

FIGURA 6. *Pèllets de fusta*



FONT: Fons documental del grup de treball d'Aprofitaments Fusters i Biomassa del CTFC (AFIB-CTFC).

Importància de la biomassa forestal

Per a la fabricació dels pèllets es requereix una matèria primera amb humitat molt reduïda i absència d'impureses. Així, si s'utilitzen restes forestals (les quals, acabades de tallar, tenen una humitat al voltant del 50% bh), es requereix un assecat forçat previ, la qual cosa encareix el producte. És per això que generalment s'utilitzen subproductes de la indústria de la fusta.

Els avantatges són l'elevat poder calorífic i unes característiques d'humitat, densitat i granulometria constants i homogènies, cosa que en facilita la manipulació i el transport. A més, gràcies a l'elevada densitat, aquest producte necessita menys espai d'emmagatzematge que l'estella. No obstant això, el procés de compactació encareix el preu respecte d'altres tipus de biomasses sòlides.

d) Briquetes

Les briquetes presenten una forma cilíndrica (figura 7) (de 5 cm a 13 cm de diàmetre i de 5 cm a 30 cm de longitud) o de maó, segons el procés de fabricació.

La matèria primera principal són estelles, serradures i encenalls, però sovint es fabriquen amb diversos materials compactats. Aquests inclouen material residual com fusta usada, closques d'arròs, canya de sucre, paper,

FIGURA 7. *Diferents varietats de briquetes de fusta*



FONT: Fons documental del grup de treball d'Aprofitaments Fusters i Biomassa del CTFC (AFIB-CTFC).

etc. La briqueta més utilitzada és la de serradures compactades, que no utilitzen cap tipus d'aglomerant, ja que la mateixa lignina, amb el contingut òptim d'humitat de la fusta, funciona de lligant natural.

Tot i que es comercialitzen calderes de briquetes amb subministrament automàtic, el seu ús no està gaire estès: generalment, les briquetes s'utilitzen en llars de foc de segones residències i en calderes de llenya, però aleshores l'alimentació de la caldera és manual.

La seva constitució compacta i uniforme suposa grans avantatges respecte a la llenya, com ara la facilitat d'emmagatzematge, de neteja, de transport i d'ús. Amb tot, té un preu superior a la llenya degut al procés de compactació.

5. LA BIOMASSA, UNA LÍNIA ESTRATÈGICA DEL GOVERN DE CATALUNYA

L'aprofitament energètic de la biomassa forestal de proximitat és una de les línies estratègiques prioritàries del Govern de la Generalitat de Catalunya pels importants beneficis ambientals, energètics i socioeconòmics que comporta. El 18 de febrer de 2014, el Govern va aprovar l'Estratègia per a promoure l'aprofitament energètic de la biomassa forestal i agrícola. L'objectiu és fomentar l'ús energètic de la biomassa a Catalunya a partir de la cooperació dels diferents departaments de la Generalitat i l'ordenació de les actuacions de l'entorn. Està coordinada pel Departament de la Presidència i hi participen quatre departaments: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural; Departament d'Empresa i Ocupació; Departament de Territori i Sostenibilitat; Departament d'Economia i Coneixement.

L'Estratègia ha de prioritzar adequadament els usos energètics de la biomassa forestal atenent criteris d'eficiència energètica, de seguretat energètica i diversificació energètica en sectors consumidors crítics en relació amb la seva dependència de les energies fòssils (com és el cas del sector del transport). Per al període 2014-2020, l'Estratègia pretén millorar l'estat dels boscos i la seva biodiversitat, reduir el risc d'incendis i els efectes del canvi climàtic, i contribuir a la recuperació econòmica a través de l'activació del sector forestal i la dinamització de les zones rurals. L'Estratègia permetrà aprofitar més de 600.000 tones/any de massa forestal dels més de 3 milions que s'acumulen cada any als boscos, i evitarà l'emissió de més de 270.000 tones de CO₂ a l'atmosfera l'any 2020. A la millora ambiental cal afegir-hi els efectes induïts (socials, econòmics i territorials) sobre l'activitat a les zones rurals que aportarà i que suposarà la creació de 1.900 llocs de treball directes i indirectes (Grup de Treball de Biomassa de la Generalitat de Catalunya, 2014).

6. EMPRESES DEL SECTOR PRODUCTIU DE BIOCOMBUSTIBLES SÒLIDS

Segons el registre de l'Observatori Forestal Català,⁷ a Catalunya, a final de 2016, hi havia 130 empreses productores de llenya, carbó vegetal i biomassa, de les quals, més de 20 en produeixen més d'un tipus, com ara, estella i llenya. Del total, 92 produeixen llenya; 52 produeixen estella, 3 de les quals amb la marca de qualitat DBOSQ;⁸ 5 produeixen pèl·lets, 3 de les quals amb certificat de qualitat EN Plus, 1 amb la marca de qualitat DIN Plus i 1 amb totes dues marques de qualitat;⁹ 2 empreses produeixen briquetes de fusta, i 1 empresa produeix carbó vegetal d'alzina, roure i pi.

Cal remarcar que hi pot haver més empreses del sector energètic de la biomassa operatives no comptabilitzades, enregistrades, a l'Observatori Forestal Català. Tanmateix, el nombre d'empreses registrades en aquest portal permet fer una bona estimació de l'evolució del sector.

El 30 d'octubre de 2015 va entrar en funcionament el Clúster de la Biomassa de Catalunya,¹⁰ associació empresarial que aglutina la major part d'empreses relacionades amb la biomassa. Inclou tots els sectors relacionats: l'agroforestal i ambiental, el del transport, l'energètic, el de fabricants d'equips tèrmics (estufes i calderes), el de consultories, etc. Gràcies al Clúster, el dinamisme del sector de la biomassa s'incrementa i es promouen més projectes en tots els àmbits: industrial, turístic, recerca i d'altres.

7. PRODUCCIÓ I CONSUM DE BIOCOMBUSTIBLES SÒLIDS A CATALUNYA

L'Estratègia per a promoure l'aprofitament energètic de la biomassa forestal i agrícola estima el mercat tèrmic a Catalunya d'acord amb: els aprofitaments forestals, el consum de biocombustibles sòlids (llenya, estella i pèl·let), les exportacions i importacions, i dades obtingudes d'altres variables.

La figura 8 mostra la tendència del comerç de biomassa (llenya, estella i pèl·lets de fusta) a Catalunya durant els últims deu anys (2007-2016). Fins al 2007 el biocombustible principal era la llenya i a partir d'aquest any s'incorpora l'estella per a usos tèrmics. Des de llavors, la producció d'estella

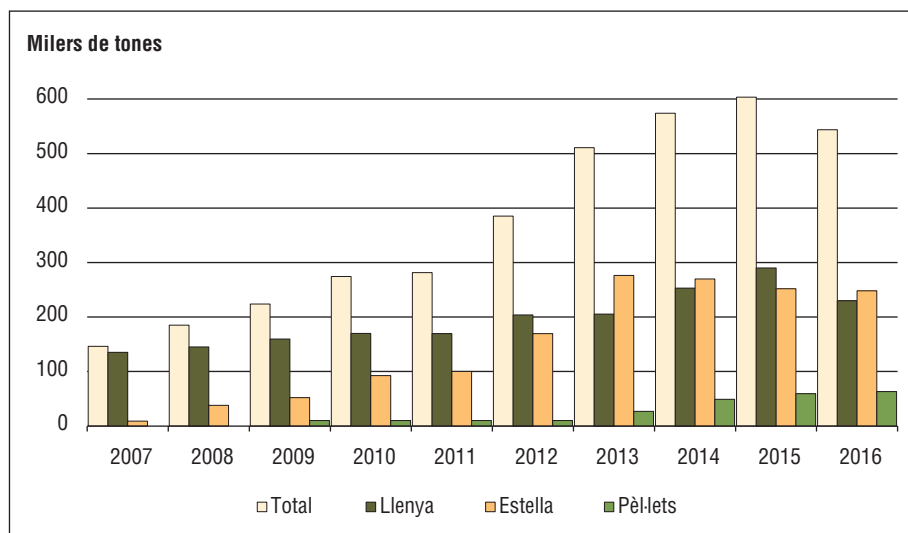
7. Per a més informació, <http://www.observatoriforestal.cat/empreses-2/>.

8. Marca de garantia per als biocombustibles forestals produïts a Catalunya i a la resta de l'Estat espanyol. Per a més informació, <http://afib.ctfc.cat/dbosq>.

9. Sistemes de certificació de la qualitat europeus basats en estàndards internacionals referits als pèl·lets de fusta. Per a més informació, <http://www.pelletenplus.es/> i <http://www.dincertco.de/en/dincertco/home.jsp>.

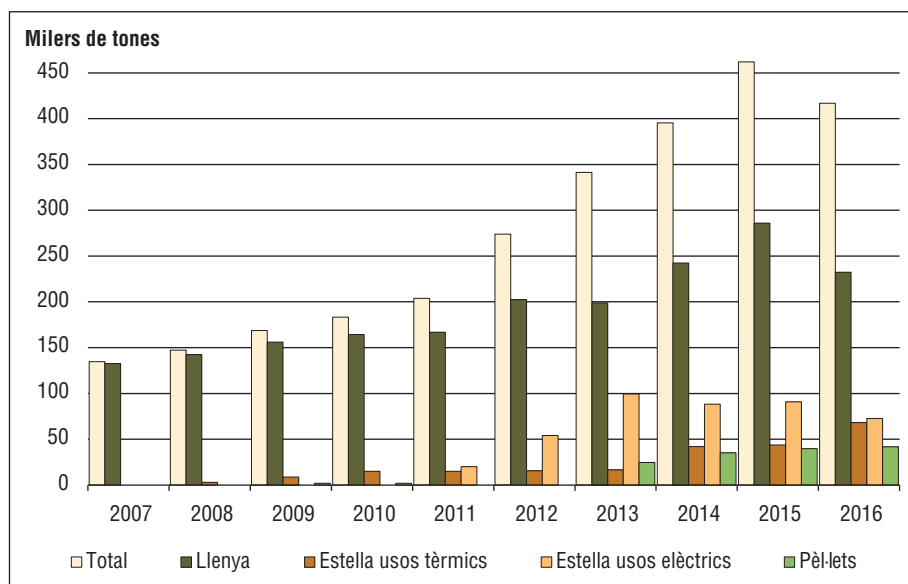
10. Per a més informació, <http://www.clusterbiomassa.cat/el-cluster/>.

FIGURA 8. *Evolució de la producció de biocombustibles sòlids a Catalunya*



FONT: ICAEN (2017b).

FIGURA 9. *Evolució del consum de biocombustibles sòlids a Catalunya*



FONT: ICAEN (2017b).

Importància de la biomassa forestal

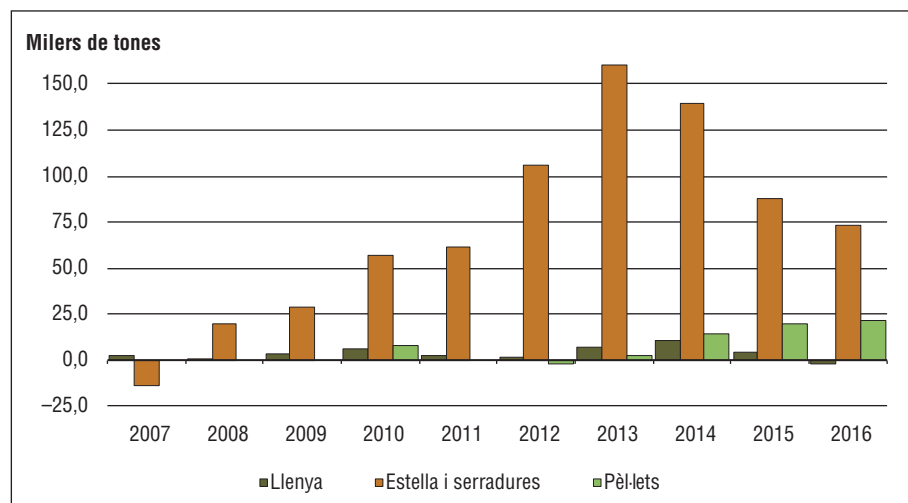
tèrmica no ha parat d'incrementar. A partir de 2011-2012, s'incorpora l'estella per a producció elèctrica. Aquest fet, més l'increment de les exportacions d'estella, fa augmentar considerablement la producció d'aquest biocombustible el 2013 i el 2014. Però, des d'ençà, s'ha mantingut estable, ja que el nombre de plantes de biomassa per a la producció d'energia elèctrica no ha augmentat, possiblement a causa del context legal poc favorable. A partir de 2012, la producció de pèllet comença a créixer, i és ara un dels biocombustibles que presenta més expectatives de creixement.

El 2016 la producció de biocombustibles sòlids ha estat de 541,7 milers de tones (46% estella forestal, 42% llenya i 12% pèllets).

El consum de biomassa a Catalunya (figura 9) ha mantingut un ritme creixent al llarg dels darrers anys. A partir de 2012 s'observa un increment important del consum d'estella per a usos elèctrics, que es consolida el 2013, gràcies a l'entrada en funcionament de la planta termosolar de les Borges Blanques. El 2014 destaca l'increment del consum d'estella per a usos tèrmics, any de llançament de l'Estratègia, degut a l'augment del nombre d'instal·lacions tèrmiques, tant domèstiques com industrials. Aquests increments del consum podrien ser conseqüència de la conjuntura de crisi econòmica dels darrers anys.

El 2016 el consum intern de biocombustibles sòlids a Catalunya ha estat de 414,9 milers de tones (56% llenya, 16% estella d'ús tèrmic, 18% estella d'ús elèctric i 10% pèllets).

FIGURA 10. *Balanç d'importacions-exportacions de biocombustibles sòlids a Catalunya*



FONT: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2017b), i Cambres de Comerç i Agència Tributària (2017).

Quant al balanç del mercat exterior (importacions i exportacions), Catalunya és un territori netament exportador d'energia en format de biomassa (figura 10), fet que xoca per l'alta dependència d'energia que té amb l'exterior. Del total d'energia primària consumida a Catalunya, el 23,37% correspon a producció pròpia i el 76,63% restant, al saldo positiu entre importacions i exportacions, cosa que converteix Catalunya en un país energèticament dependent (LAVOLA, 2009).

Els anys 2013 i 2014 l'exportació d'estelles a Itàlia va ser molt important, però a partir de 2014 sembla que es comença a revertir aquesta tendència.

El 2016 s'han importat 11,8 milers de tones de biocombustibles sòlids (43% llenya, 25% de pèllet i un 31% d'estelles i serradures), i se n'han exportat 104 milers de tones (3% llenya, 74% d'estelles i serradures i 24% pèllets).

8. PREUS DELS BIOCOMBUSTIBLES SÒLIDS

El seguiment i l'anàlisi regular dels preus del biocombustibles sòlids permeten assegurar la transparència del mercat. Els preus dels biocombustibles sòlids es monitoren al començament i final de cada temporada de calefacció (taula III). El Centre Tecnològic Forestal de Catalunya i la Subdirecció General de Boscos del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació obtenen aquestes dades mitjançant enquestes telefòniques a productors i fabricants amb servei de venda al consumidor final.

Lògicament, el preu dels biocombustibles sòlids depèn no només del tipus de biocombustible, també del format, la qualitat i la humitat, principalment. Així, els preus mitjans poden anar dels 78,65 €/t (IVA inclòs) de la fusta llarga d'alzina fins als 230,22 €/t (IVA inclòs) de briquetes en palet de 1.400 kg (figura 11).

Si comparem els preus de les biomasses catalanes amb els combustibles fòssils i altres fonts d'energia (figura 3), s'observa que els biocombustibles sòlids tenen un preu inferior (preus mitjans de les diferents tipologies i dels formats) que el gas natural domèstic i el gasoil per a la calefacció. Aquest punt fort de la biomassa com a recurs energètic és un dels factors que empreses, administracions i usuaris finals, en general, tenen en consideració per a invertir en tecnologies relacionades amb el sector de la biomassa.

Quant a la variabilitat del preu, el preu dels biocombustibles sòlids ha variat poc en els darrers cinc anys, entre l'1% i el 3% (Codina i Navarro, 2016; Biomass Trade Centre, 2014), i sembla que no pateix gaires fluctuacions durant la campanya 2016-2017. Per contra, els combustibles fòssils tenen variabilitats molt més pronunciades i marcades, ja que depenen de múltiples factors, la majoria exògens a la dinàmica territorial. Així, el barril de petroli entre 2016 i juliol de 2017 ha variat entre el 27% i el 60% (Datosmacro, 2017), variabilitat que fa fluctuar els preus dels combustibles fòssils.

Importància de la biomassa forestal

TAULA III. Preus dels biocombustibles sòlids a Catalunya. Any 2016

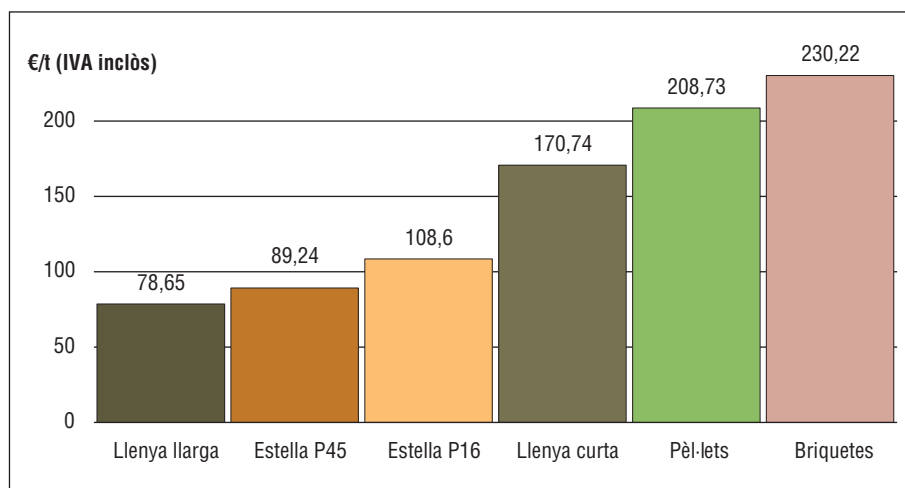
Tipus i format	Rang (€/t sense IVA)	Mitjana (€/t sense IVA)	Mitjana (€/t IVA inclòs)	PCI (MWh/t)	€/MWh (IVA inclòs)
Llenya curta					
Alzina	120-150	141,11	170,74	3,66	46,64
Barreja d'espècies	115-160	139,85	169,21	3,53	47,99
Pi	100-110	105,00	127,05	3,50	36,32
Roure	110-125	117,50	142,18	3,42	41,57
Alzina verda	90-130	110,00	133,10	2,91	45,69
Llenya llarga					
Alzina	65-65	65,00	78,65	3,66	21,48
Roure	45-45	45,00	54,45	3,42	15,92
Estella a granel					
P16/M25	80-100	89,75	108,60	3,79	28,69
P45/M35	70-80	73,75	89,24	3,19	27,97
P100/M40	40-65	52,50	63,53	2,89	21,97
Pèl·lets de fusta					
Sac 15 kg	2,63-3,72	—	3,18-4,5	—	—
Big-bag 1.000 kg	170-195	178,75	216,29	4,70	46,02
Granel	165-190	172,00	208,12	4,70	44,28
Briquetes de fusta					
Caixa 20 kg	4,00-14,13	—	4,84-17,10	—	—
Palet 1.000 kg	210,53-249,36	229,94	278,23	4,70	59,20
Palet 1.400 kg	170-210,53	190,26	230,22	4,70	48,98

NOTES:

1. Preus en planta o fàbrica, no inclou el transport a destí. L'IVA aplicat és del 21 %.
2. PCI: poder calorífic inferior, quantitat total de calor despresada en la combustió completa, sense tenir en compte la calor latent del vapor d'aigua de la combustió, ja que s'expulsa en forma de vapor.
3. Característiques i formats dels productes considerats: llenya curta: 30-50 cm de llarg, 5-15 cm de diàmetre, la llenya seca es considera que té un 27,5 % d'humitat i la verda, un 40 %; llenya llarga: 2-3 m de llarg aproximadament, 5-30 cm de diàmetre; estella a granel: P16, P45 i P100 indiquen la mida de la partícula; M25, M35 i M40 indiquen la humitat en base humida, per exemple, M35 indica un 35 % bh (norma ISO 17225); pèl·lets de fusta: qualitats ENPlus A1 i DIN Plus.

Font: Codina i Navarro (2016).

FIGURA 11. Comparació de preus de biocombustibles sòlids a Catalunya. Any 2016



NOTA: Llenya curta i llarga d'alzina, pèllets a granel i briquetes en palet de 1.400 kg.

FONT: Codina i Navarro (2016).

9. CONCLUSIONS

Per a garantir el subministrament de la biomassa com a font d'energia cal la implicació del sector primari —agrícola i forestal—, ja que, tot i que es pugui considerar un recurs renovable, la producció en depèn.

És important promoure la gestió forestal sostenible per a la producció sostenible dels productes forestals, ja que, si bé la biomassa per a usos energètics pot ser un complement a les energies renovables i contribuir positivament al model energètic català, els recursos estan limitats a les produccions i existències actuals.

Catalunya depèn fortament de l'energia exterior (importacions de combustibles fòssils), però, al mateix temps, és exportadora de biocombustibles forestals.

El sector de la biomassa és un àmbit d'ocupació molt interessant per a les àrees rurals de Catalunya. Es tracta d'un sector molt transversal, que aglutina àrees rurals, activitat agrícola, forestal, energètica, industrial i empreses de tota mena (tecnologies de la informació i la comunicació, consultories, assessories, etc.).

El mercat de biocombustibles forestals a Catalunya sembla que tendeix a l'alça, malgrat la reducció aparent de les exportacions. És possible que l'augment del preu de l'energia fòssil i la conjuntura de crisi econòmica generalit-

zada hagin contribuït a l'increment del consum de llenya i pèllets dels últims anys, així com en el del nombre d'instal·lacions d'estella forestal.

La llenya ha estat el biocombustible sòlid amb més producció i consum a Catalunya en els darrers anys. A partir de 2013, però, l'estella també té un paper molt important en el sector dels biocombustibles.

El preu dels biocombustibles sòlids presenta poca variabilitat, en contraposició al preu dels combustibles fòssils.

La biomassa és un recurs energètic de kilòmetre zero: aquesta és una de les seves forteses. És d'àmbit local i regional i els productors són propers; per tant, la cadena de valor és marcadament territorial i està molt lligada al paisatge agroforestal català.

BIBLIOGRAFIA

- AGÈNCIA DE RESIDUS DE CATALUNYA (ARC) (2016a). *Els residus generats per les indústries inscrites en el Registre de Productors de Residus de Catalunya. Dades 2015*. Dossier i informes d'estadístiques de residus industrials a Catalunya. Barcelona: Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya. També disponible en línia a: <http://estadistiques.arc.cat/ARC/estadistiques/LA%20GESTIO%20DELS%20RESIDUS%20DE%20LES%20INDUSTRIES%202015_nov.pdf> [Consulta: juny 2017].
- (2016b). *Balanç de les dades estadístiques de residus municipals de l'any 2015*. Recull de dossiers i informes d'estadístiques de residus municipals a Catalunya. Barcelona: Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya. També disponible en línia a: <http://estadistiques.arc.cat/ARC/estadistiques/dades_2015.pdf> [Consulta: juny 2017].
- BIOMASS TRADE CENTRE (2014). *Wood fuel prices - Report no. 6* [en línia]. <<http://www.biomasstradecentre2.eu/wood-fuel-prices/>> [Consulta: juny 2017].
- BOADA, M. (2003). *Bosc de Catalunya: història i actualitat del món forestal*. Figueres: Brau.
- CAMBRES DE COMERÇ; AGÈNCIA TRIBUTÀRIA (2017). *Base de datos de comercio exterior* [en línia]. <<http://aduanas.camaras.org/>> [Consulta: juny 2017].
- CODINA, M.; NAVARRO, P. (2016). «Estudi dels preus de biocombustibles sòlids forestals». Barcelona: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. [Treball no publicat]
- CODINA, M.; RODRÍGUEZ, J.; GASPÀ, I.; LÓPEZ, I.; NAVARRO, P. (2013). «La biomassa: aspectes generals». *Dossier Tècnic*, núm. 62: *Biomassa (I)*, p. 9-23. Barcelona: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. També disponible en línia a: <http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=3400b555-be2e-46ff-9e85-9de3f5a125d7&groupId=10136> [Consulta: juny 2017].

- COMISSIÓ EUROPEA (2017). *Weekly Oil Bulletin* [en línia]. <<https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/weekly-oil-bulletin>> [Consulta: juny 2017].
- DAMMER, L.; BOWYER, C.; BREITMAYER, E.; EDER, A.; NANNI, S.; ALLEN, B.; CARUS, M.; ESSEL, R. (2016). *Mapping study on cascading use of wood products*. Gland, Suïssa: World Wide Fund For Nature. També disponible en línia a: <<https://ieep.eu/publications/mapping-study-on-the-cascading-use-of-wood-products>> [Consulta: juny 2017].
- DATOSMACRO (2017). «Precio del petróleo OPEP por barril. 2017» [en línia]. *Expansión/Datosmacro.com*. <<https://www.datosmacro.com/materias-primas/opec>> [Consulta: juny 2017].
- DIPUTACIÓ DE BARCELONA (DIBA) (2017). *Preus dels productes forestals a Catalunya* [en línia]. <<http://www.diba.cat/web/incendis/publicacions/preus-productes-forestals>> [Consulta: juny 2017].
- EUROSTAT (2017). *Energy price statistics* [en línia]. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_price_statistics> [Consulta: juny 2017].
- FAMADAS, F. (2016). «El mercat de la biomassa i la fusta de trituració a Catalunya». A: *Taula de debat: Mercat de la fusta de trituració, situació actual i perspectives*, organitzada per Cooperativa de Serveis Forestals (Santa Coloma de Farners, 21 maig 2016). També disponible en línia a: <http://www.forestal.cat/bdds/imatges_db/noticies/document_1/72426000_TMP.pdf> [Consulta: juny 2017].
- GRUP DE TREBALL DE BIOMASSA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA (2014). *Estratègia per a promoure l'aprofitament energètic de la biomassa forestal i agrícola*. Barcelona: Departament de la Presidència, Departament d'Economia i Coneixement, Departament de Territori i Sostenibilitat, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Departament d'Empresa i Ocupació. També disponible en línia a: <http://agricultura.gencat.cat/web/.content/mn_medi_natural/mn08_gestio_forestal/documents/general/fitxers_estatics/estrategia_promoure_aprofitament_energetic_biomassa_forestal_agricola.pdf> [Consulta: juny 2017].
- INNOBIOMASSA (2011). *Identificació de nínxols de treball i perfils professionals per sectors vinculats a la biomassa en el territori català* [en línia]. <http://www.forestal.cat/bdds/imatges_db/biblioteca/BIBLIOTECA_DOCUMENT1_6922800013274197.pdf> [Consulta: juny 2017].
- INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA (ICAEN) (2017a). *Balanç 2016 de l'Estratègia per promoure l'aprofitament energètic de la biomassa forestal i agrícola*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. També disponible en línia a: <http://icaen.gencat.cat/web/ca/energia/renovables/biomassa/BiomassaCAT/.content/03_informacio/01_evolutio_mercat/20170731_Balanc2016_Estrategiabiomassa.pdf> [Consulta: juny 2017].
- (2017b). *Evolució del mercat. Balanç 2016*. També disponible en línia a:

- <<http://icaen.gencat.cat/ca/energia/renovables/biomassa/BiomassaCAT/informacio/mercat/>> [Consulta: juny 2017].
- INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA (ICAEN) (2017c). *Preus de l'energia: Històric dels fulls de preus*. També disponible en línia a: <<http://icaen.gencat.cat/ca/energia/preus/>> [Consulta: juny 2017].
- LAVOLA (2009). *Informe del sector de l'energia (document de treball). 2026. CAT: Estratègia per al desenvolupament sostenible de Catalunya*. Barcelona: Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya. També disponible en línia a: <http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/Estudis/EDIS_sector_energetic.pdf> [Consulta: juny 2017].
- LÓPEZ, I.; CODINA, M.; FALLAS, Y.; PATIAS, P.; JOLY, N.; DUHEN, L-M.; CICCARESE, L.; PIZZUTO, M., LA MELA VECA, D. S.; RUBINO, C.; NUNES, M.; OLIVEIRA, S.; MARTINS, J.; PÉREZ, R.; DURANTE, P.; SANCHO, D. (2014). *Development of a geo-information system for potential forestry biomass management*. Work Package 4: Setting-up of integrated strategies for the development of renewable energies. Final reports of Pilot Action 1.2. PROFORBIOMED project. També disponible en línia a: <<http://proforbiomed.eu/publications/project-deliverables/workpackage-4/pilot-action-12>> [Consulta: juny 2017].
- MARTÍNEZ-LOZANO, S. (2009). *Evaluación de la biomasa como recurso energético renovable en Cataluña*. Tesi doctoral. Girona: Universitat de Girona. Institut de Medi Ambient. També disponible en línia a: <<http://www.tdx.cat/handle/10803/7920>> [Consulta: juny 2017].