

BIOMASA Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN GALICIA

Enrique Jiménez Carmona

Centro de Investigación Forestal Lourizán (Pontevedra)



2º CONGRESO TERRITORIAL DEL NOROESTE IBÉRICO
Ponferrada, del 2 al 6 de noviembre de 2015

BIOMASA Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN GALICIA

Enrique Jiménez Carmona. Centro de Investigación Forestal – Lourizán. Xunta de Galicia

INTRODUCCIÓN

La biomasa es una fuente de energía renovable clave para el cumplimiento de los objetivos energéticos planteados en España y Europa de diversificación energética, disminución de la dependencia de importaciones energéticas y reducción de los gases causantes del efecto invernadero. Los objetivos específicos del uso de la biomasa como fuente energética son:

- Favorecer el mantenimiento y desarrollo de los sectores agrícolas, forestal e industrial, contribuyendo a la generación de empleo y fijación de población en el ámbito rural.
- Generar beneficios añadidos en el caso de valoración de residuos, tales como la reducción del riesgo de incendios y mantenimiento del estado sanitario de masas forestales (residuos forestales), y minimización de vertidos (residuos agroindustriales).
- Creación de una alternativa al uso de combustibles fósiles en el sector del transporte mediante el empleo de biocarburantes.

La biomasa abarca un amplio conjunto de materias orgánicas heterogéneas, tanto por su origen como por su naturaleza. Desde el contexto energético puede definirse como la materia orgánica originada en un proceso biológico, ya sea espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. De forma general pueden clasificarse en agrícolas y forestales, aunque también se incluye la materia orgánica de aguas residuales y los lodos de depuradora, así como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, y otros derivados de las industrias (Figura 1). El uso como fuente energética de la biomasa forestal, que es en la que se centra este trabajo, se centra fundamentalmente en la obtención de calor y electricidad mediante combustión directa, aunque puede tener otros usos.

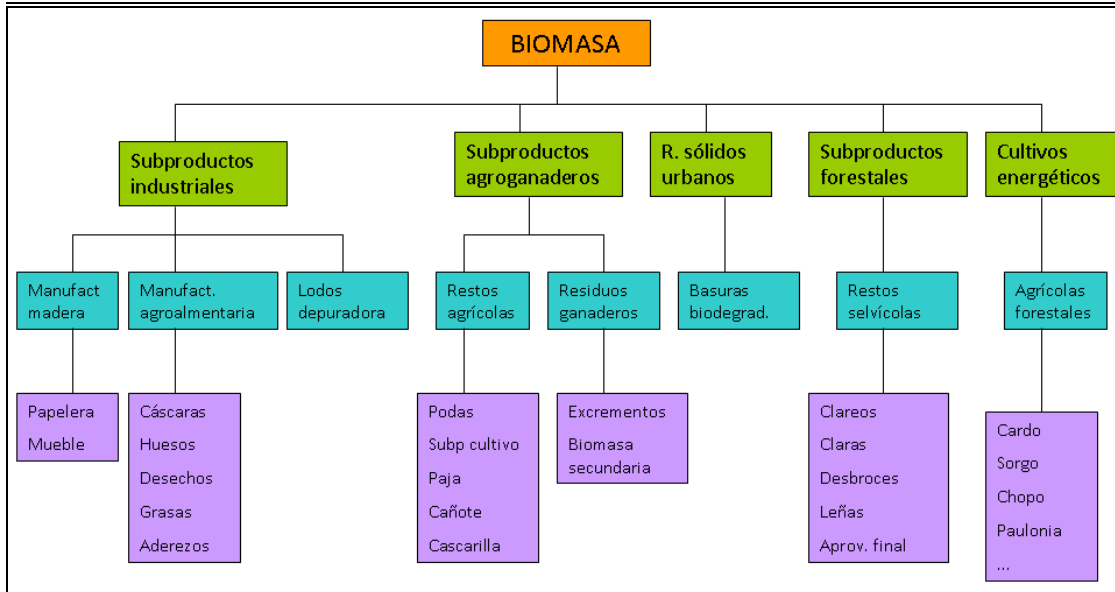


Fig. 1. Clasificación de las fuentes de biomasa (Congreso Nacional del Medio Ambiente 2010)

La biomasa forestal existente para aprovechamientos energéticos se puede clasificar en:

- Biomasa forestal primaria
 - o Residuos de aprovechamientos forestales y otras operaciones selvícolas.
 - o Cultivos forestales.
- Biomasa forestal secundaria
 - o Residuos de instalaciones industriales del sector forestal (serrín, tacos, astillas, etc).
 - o Lejías negras de la industria papelera.
- Madera recuperada, derivada de actividades ajenas al sector forestal (desechos de construcción, demolición, embalajes, etc).

La biomasa forestal primaria para uso energético se puede obtener mediante diferentes actividades. Por un lado, a partir de tratamientos selvícolas sobre el dosel arbóreo, ya sea mediante acciones que no supongan la corta de árboles (podas y trasmoches) o mediante actividades en las que se extraen árboles (claras, clareos y corta final). También, se puede obtener mediante intervenciones en el matorral, realizando desbroces o descuajes del mismo, actividades que, por lo general, suponen un coste elevado. Por último, la biomasa forestal primaria también puede obtenerse a partir de la implantación de cultivos energéticos de especies forestales en plantaciones de alta densidad y turnos muy cortos. Este tipo de masas son cultivadas con la principal finalidad de obtener un producto como fuente energética.

El proceso de transformación física más empleado para la biomasa forestal se describe en el siguiente diagrama (Figura 2).

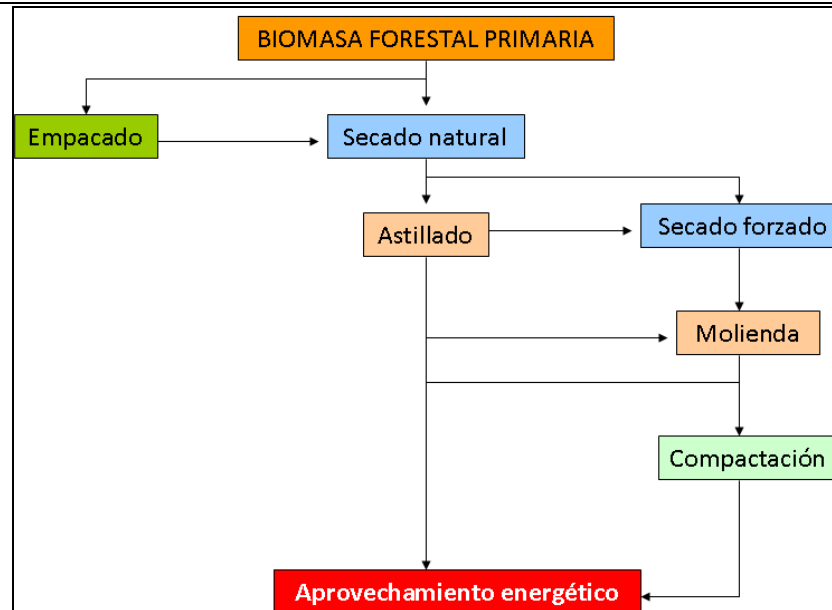


Fig. 2. Proceso de transformación física empleado para la biomasa forestal (Ortiz et al. 2004)

En la industria energética, el secado de la biomasa es considerado como un proceso necesario, con un coste añadido, que adapta la calidad del combustible de biomasa a las condiciones óptimas de combustión. El contenido previo de agua es un elemento clave en la calidad del producto final. En función de cual vaya a ser el producto final hay que determinar la humedad óptima en la que tomar el producto de origen para su procesado ya que, cuanto más seco esté el material, mayor poder calorífico tendrá pero, para la producción de pellets y briquetas es necesario una humedad mínima para la obtención de un producto final de calidad, ya que actúa como agente cohesivo y lubricante (Rhén et al., 2005). Para Jirjis (1995), almacenaje y secado de la biomasa son los pasos de mayor importancia en el aprovechamiento y utilización de la biomasa con fines energéticos, ya estos dependen del parámetro físico clave que en mayor medida determina la calidad del combustible: el contenido de humedad.

La biomasa puede ser sometida a otros sistemas de transformación, aparte de la física, dando lugar a otros tipos de biocombustibles (líquidos y gaseosos), aparte de los combustibles sólidos (Figura 3).

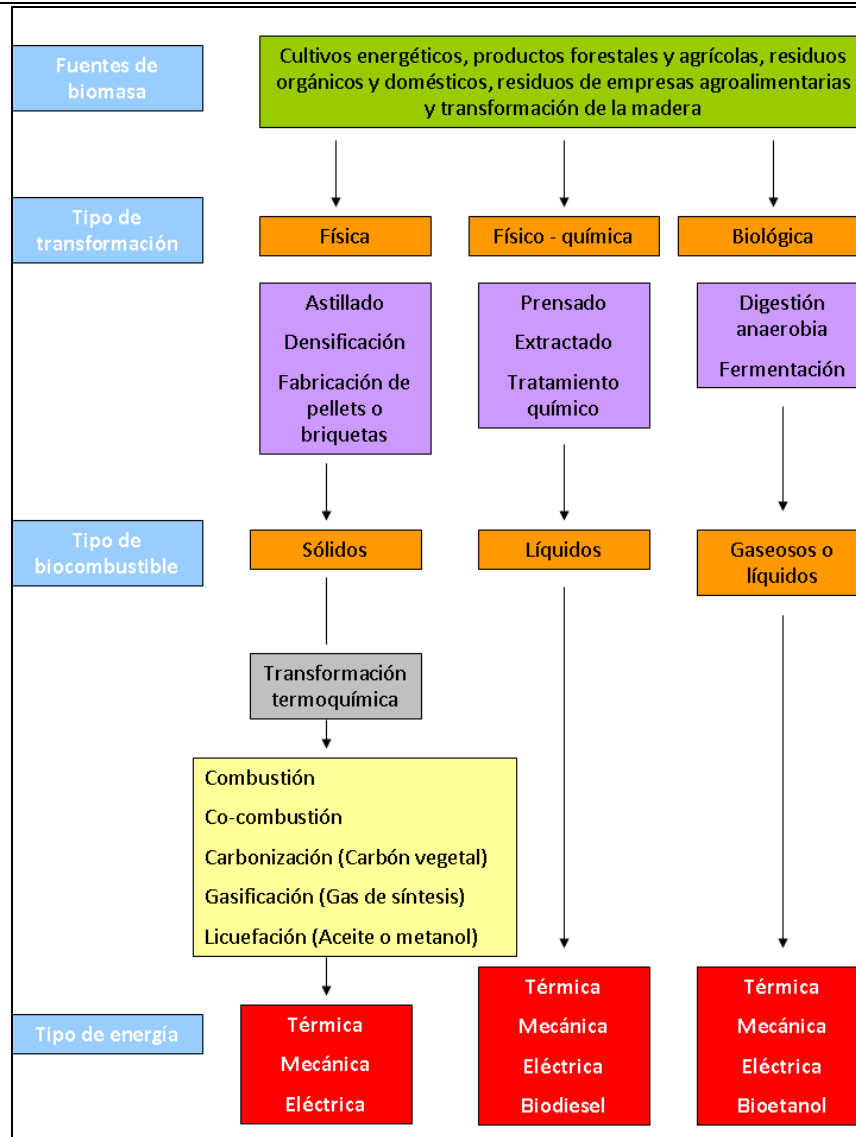


Fig. 3. Sistemas de transformación de la biomasa para la obtención de energía (Malheiro 2005)

Los tipos de combustibles procedentes de la biomasa forestal son los siguientes:

- Leña: Incluye toda la madera obtenida de los montes en su formato original. Se puede obtener de cualquier especie leñosa y se caracteriza por su alta heterogeneidad en cuanto a forma y su baja densidad.
- Astillas: Se obtienen de la trituración de madera en trozos pequeños e irregulares (2 cm de espesor y tamaño de hasta 10 cm). Las procedentes de los aprovechamientos no contienen aditivos, siendo de los combustibles más limpios en cuanto a emisiones de gases contaminantes. Presenta una superficie específica mucho mayor que la leña, disminuyendo el tiempo necesario para el inicio de la combustión. Su calidad depende del tamaño, contenido en agua y contenido en ceniza. Estas variables van a depender en gran parte del origen de la astilla (si provienen de madera gruesa, de restos, o de ramas).

- Pellets: Proceden de la compactación de residuos forestales, desechos de origen vegetal, o de astillas de madera y serrín. Su tamaño es de 5 - 6 mm de diámetro y 2 - 3 cm de longitud. Por su alta compactación y pequeño tamaño permiten la automatización de la alimentación de las calderas, una mejor combustión por su alta densidad ($1000 - 1200 \text{ kg m}^{-3}$), se abarata el coste de almacenamiento, transporte y comercialización.
- Briquetas: Cilindros de biomasa compactada de residuos de madera, aunque también puede estar compuesta por carbón vegetal. Su tamaño es de 5 - 10 cm de diámetro y 20 - 50 cm de longitud. Su densidad es inferior a la de los pellets (entre 800 y 1300 kg m^{-3}). Su uso es similar al de la leña tradicional, siendo aptas para su uso en chimeneas domésticas.
- Carbón vegetal: Combustible sólido que presenta un alto contenido en carbono, por lo que presenta un poder calorífico superior a la madera. Se genera a partir del calentamiento de madera y residuos vegetales en ausencia de oxígeno, a unos $500 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Lejías negras y otros combustibles. La lejía negra es un subproducto obtenido en procesos de descomposición química de la madera en las industrias de celulosa. Es un combustible negro y viscoso que se utiliza en las propias industrias productoras, para la generación de vapor y obtención de electricidad por cogeneración. En este apartado también se incluyen otros combustibles líquidos o gaseosos obtenidos a partir de leña o carbón vegetal, como el etanol, metanol, etc, obtenidos mediante procesos pirolíticos o enzimáticos.

Las principales ventajas del uso de la biomasa forestal como fuente de energía son las siguientes:

- Contribuye a mitigar el cambio climático, reduciendo las emisiones de CO_2 .
- Tiene un bajo contenido en sulfuros, incidiendo de forma positiva en problemas ambientales como la lluvia ácida.
- Contribuye positivamente a reducir la propagación de plagas y al riesgo de incendios forestales.
- Su combustión genera menos ceniza que el carbón mineral, y puede ser utilizada como fertilizante orgánico en suelos.
- Revaloriza productos del monte con escaso valor.
- Genera empleo derivado de la actividad forestal.
- Contribuye a la realización de tratamientos selvícolas y potencia el sector forestal.

- Favorece la transitabilidad del monte.

Las principales desventajas de su uso son:

- Requiere grandes volúmenes debido a su baja densidad, lo que encarece su transporte y manejo, reduciendo igualmente la producción neta de energía.
- Su potencial calorífico depende de las variaciones en el contenido de humedad, densidad y especies.
- Requiere una combustión óptima para evitar emisiones de gases que pueden ser perjudiciales para la salud.

El uso de la biomasa forestal como fuente de energía presenta también una serie de condicionantes:

- Es necesario incrementar el conocimiento para determinar la gestión óptima de masas forestales para la obtención de productos con aplicaciones energéticas.
- Hay que considerar los efectos ambientales que puede acarrear los aprovechamientos de estos recursos (pérdidas de nutrientes en el sistema, daños en el suelo como consecuencia de las actividades de extracción).
- Es necesario asegurar el suministro de productos a los usuarios.
- Hay que tener en cuenta factores derivados de la extracción de la biomasa: pendiente, accesibilidad, distancia a la vía de saca, limitaciones de aprovechamientos en áreas protegidas.

USO DE LA BIOMASA FORESTAL COMO FUENTE ENERGÉTICA EN GALICIA

El potencial forestal en Galicia

Las características climáticas, la distribución de la población y la gran tradición e importancia de las explotaciones madereras reflejan un potencial considerable para el uso de la biomasa forestal como fuente energética en Galicia. El IV Inventario Forestal Nacional revela que apenas hubo cambios en la superficie forestal gallega en los últimos 12 años, con algo más de 2 millones de hectáreas de superficie forestal (Tabla 1) – PLADIGA 2015.

Tabla 1. Usos del suelo en Galicia

Uso del suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Forestal	2.030.681,03	68,66 %
Agrícola	822.626,86	27,82 %
Elementos artificiales	81.520,59	2,76 %
Humedal	2.311,58	0,08 %
Agua	20.307,41	0,69 %
Total	2.957.447,47	100,00 %

De la superficie forestal, el 70% se encuentra arbolada. De esta, el 31% está ocupada por especies de coníferas, el 52% por frondosas y el 17% por mezcla. Las principales formaciones arbóreas son los pinares (30,09%), eucaliptales (26,16%) y robledales (7,51%) – PLADIGA 2015.

Respecto al régimen de propiedad (PLADIGA 2015), cabe destacar que la mayor parte de la superficie forestal gallega está en manos privadas (97,8 %), ya sea como montes vecinales en mano común, o bajo otras tipologías de monte privado (Tabla 2).

Tabla 2. Régimen de propiedad de la superficie forestal en Galicia

Régimen de propiedad	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Montes públicos catalogados de U.P.	34.318	1,68 %
Montes públicos del estado y de las CCAA. Montes patrimoniales	11.060	0,05 %
Montes vecinales en mano común	608.652	29,84 %
Otros montes privados	1.385.544	67,93 %
Total	2.039.574	100,00 %

El IV Inventario Forestal Nacional también refleja un incremento de las existencias de madera, debido a un aumento del tamaño de las masas existentes (Tabla 3). Además destaca que el monte gallego envejece y su estado de salud es cada vez peor. Se estima que para las especies principales se corta entre un 30 – 40 % por debajo de la posibilidad real.

 Tabla 3. Variación de las existencias de madera (m³ con corteza) por especie en Galicia entre el III y IV Inventario Forestal Nacional

Especie	1997 m ³ cc	2009 m ³ cc	Variación m ³ cc	Variación (%)
<i>Pinus pinaster</i>	49.151.041	58.306.674	9.155.633	19
<i>Pinus radiata</i>	8.048.553	14.219.855	6.171.302	77
<i>Pinus sylvestris</i>	3.783.273	5.081.217	1.297.944	34
<i>Eucalyptus globulus</i>	34.800.921	60.697.827	25.896.906	74
<i>Betula alba</i>	2.546.740	4.594.309	2.047.569	80
<i>Castanea sativa</i>	5.639.445	8.468.428	2.828.983	50
<i>Quercus pyrenaica</i>	3.573.121	8.302.916	4.729.795	132
<i>Quercus robur</i>	16.922.380	22.995.463	6.073.083	36

Totalidad especies	133.092.754	192.914.041	59.821.287	45
---------------------------	--------------------	--------------------	-------------------	-----------

Por otro lado, cabe destacar que Galicia es la comunidad autónoma de España donde se realizan más cortas de madera (más del 50% del volumen nacional). En 2012 (Tabla 4) (MAGRAMA 2014), el volumen de cortas de madera para esta región superó los 7,5 millones de m³. Estas cifras oscilaron para el período de tiempo 1996 – 2012 entre 5 y 8 millones de m³.

Tabla 4. Cortas de madera (m³ con corteza) por Comunidad Autónoma para el año 2012

Comunidades Autónomas	Coníferas	Fronchosas	Total
Andalucía	257.894	148.477	406.371
Aragón	54.139	40.848	94.987
Canarias	2.470	726	3.196
Cantabria	45.557	340.740	386.297
Castilla – La Mancha	216.944	40.870	257.814
Castilla y León	1.068.096	368.190	1.436.285
Cataluña	452.974	83.547	536.521
Comunidad de Madrid	13.697	102	13.799
Comunidad Foral de Navarra	190.552	145.792	336.344
Comunidad Valenciana	247.644	683	248.327
Extremadura	374.880	375.076	749.956
Galicia	3.337.868	4.182.007	7.519.875
Islas Baleares	11.515	1.780	13.295
La Rioja	40.796	30.958	71.750
País Vasco	1.057.455	173.302	1.230.757
Principado de Asturias	224.575	587.733	812.308
Región de Murcia	1.338	30	1.368
ESPAÑA	7.598.388	6.520.861	14.119.249

De los condicionantes previamente señalados a tener en cuenta en el uso de la biomasa forestal como fuente de energía, cabe destacar (INEGA 2012) que 12 % de la superficie total gallega se encuentra enmarcada dentro de un espacio natural protegido. Por otro lado, cabe resaltar que de la superficie forestal arbolada por provincia, la superficie que se encuentra en áreas con pendientes superiores al 35 % (valor de pendiente que limitaría las actividades selvícolas y extractivas en el monte) es muy reducida, variando entre el 3,2 % en A Coruña y el 16,8 % en Lugo (INEGA 2012).

Estudios realizados para Galicia (INEGA 2012) evaluando la variación espacial de la biomasa forestal primaria potencial para Galicia muestran valores de 883.000 Tn/año de materia seca (Tabla 5), sin considerar en los aprovechamientos la biomasa de fuste, salvo en los claros. Esta biomasa se vería reducida a los 558.000 Tn/año, si se tienen en cuenta los condicionantes previamente señalados. La biomasa forestal primaria extraíble de las formaciones de matorral contabilizaría un total de 298.000 Tn/año.

Tabla 5. Biomasa forestal extraíble en Galicia en materia seca. BFP: biomasa forestal primaria; B Matorral: biomasa extraíble de matorral; B Cult Energ: Biomasa extraíble potencial por cultivos energéticos implantados en zonas abandonadas

Provincia	BFP Potencial (Tn/año)	BFP Extraíble (Tn/año)	B Matorral (Tn/año)	B Cult Energ (Tn/año)
A Coruña	292.000	200.000	88.000	210.700
Lugo	225.000	125.000	79.000	233.500
Ourense	133.000	83.000	75.000	472.400
Pontevedra	233.000	150.000	56.000	222.400
GALICIA	883.000	558.000	298.000	1.139.000

Por otro lado, si aquellas superficies forestales ralas o agrarias abandonadas fuesen aprovechadas para la implantación de cultivos energéticos mediante el uso de especies de crecimiento rápido, la producción de biomasa forestal primaria se vería incrementada en 1.139.000 Tn/año (INEGA 2012). Las principales especies forestales consideradas para su implantación como cultivo energético en Galicia son: *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens*, *Populus* spp., *Salix* spp., *Acacia melanoxylon*, *Acacia dealbata*, *Robinia pseudoacacia*, *Paulownia* spp., y *Ulmus pumilia*.

Con respecto a la producción de biomasa forestal secundaria en Galicia (INEGA 2012), cabe destacar la producción anual en la industria del aserrado, que supera el millón de toneladas al año en corteza, serrín, costeros y leñas. La industria del tablero y chapa genera más de 600.000 toneladas al año de cortezas, polvo lijado, fibras y otros subproductos. La industria de celulosa produce cerca de 500.000 toneladas de lejías negras, y más de 150.000 toneladas de cortezas de eucalipto. La industria de segunda transformación produce cerca de 180.000 toneladas de polvo, serrines, virutas, tacos y recortes.

Con respecto a la madera reutilizada cabe destacar que la proveniente de residuos sólidos urbanos en Galicia, es muy variable en función de los años, oscilando entre las 2.000 y 7.000 toneladas (INEGA 2012).

Por otro lado, destacar que no existen muchos datos sobre la producción de leñas y astillas en Galicia, ya que estos productos se generan y comercializan a nivel local (INEGA 2012). Tampoco hay cifras de producción de briquetas, aunque se estima que la producción en España está entorno a las 45.000 toneladas anuales (INEGA 2012). La producción de pellets anual en Galicia (cifra de 2012) es de 60.000 toneladas, cifra muy superior al consumo interno de este producto, que es de 5.000 toneladas (INEGA 2012).

Producción de energía a través de la biomasa en Galicia

En cuanto a la producción de energía, cabe destacar que de la energía primaria total en Galicia, un 83,6% se corresponde a energía primaria importada del resto de España o del extranjero (INEGA 2014). Del total de energía primaria producida en Galicia (2.076 ktep), el 38,8% procede de biomasa (801 ktep). De esta, 591 ktep provienen de biomasa sólida (residuos forestales, pellets, briquetas y los residuos de la primera transformación de la madera) – INEGA 2014. El resto proviene de residuos de biomasa, que incluyen leñas negras y residuos sólidos urbanos (Figura 4).



Fig. 4. Uso de la energía primaria obtenida a partir de la biomasa en Galicia (INEGA 2014)

Los residuos de biomasa son utilizados para centrales eléctricas, y de los 591 ktep de la biomasa sólida, la mayor parte es utilizada para la generación de calor (541 ktep), y una pequeña parte es utilizada en centrales eléctricas (50 ktep) – INEGA 2014. De los 801 ktep de energía primaria originada mediante biomasa, se obtienen como electricidad 36 ktep, como calor de cogeneración 111 ktep, y 541 ktep para generación térmica (INEGA 2014).

En Galicia, la biomasa tiene mucha importancia en la generación de calor, ya que representa el 27,8 % de los combustibles usados para ese fin y el 34,0 % del calor aprovechado en las centrales de cogeneración (INEGA 2014). Sin embargo, su importancia para la generación de electricidad y más reducida, llegando a suponer solo el 8,3 % de los combustibles usados para generar electricidad en Galicia (INEGA 2014).

Incendios forestales en Galicia

Los incendios forestales son la perturbación que supone mayor impactos en las masas forestales gallegas, constituyendo una amenaza para el desarrollo rural, además de comprometer la sustentabilidad económica y social. En la Figura 5 se muestra la evolución del número de incendios y superficie afectada por los mismos en Galicia (PLADIGA 2015).

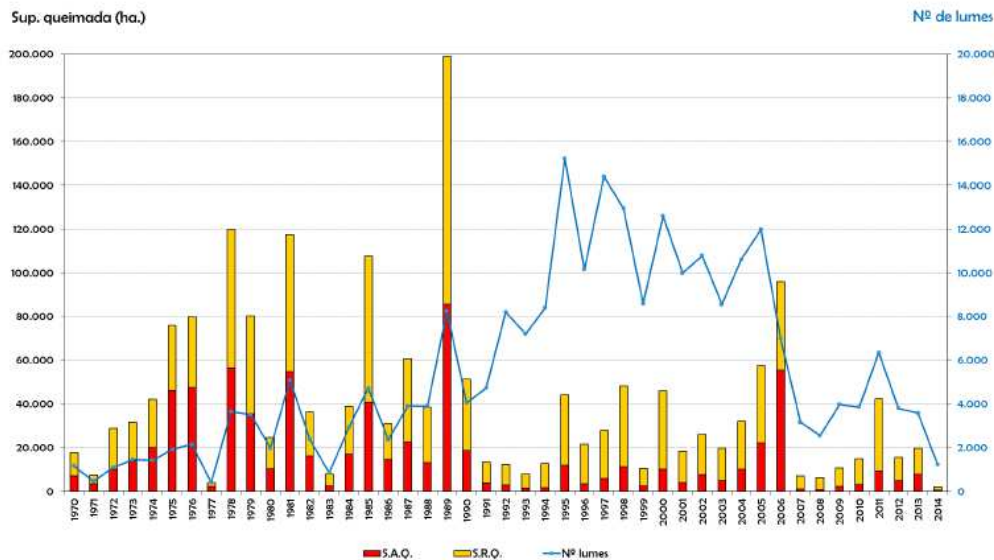


Fig. 5. Número de incendios y superficie afectada (SAQ: arbolada; SRQ: rasa) en Galicia (PLADIGA 2015)

Esta situación puede agravarse en el contexto del cambio climático, que prevé unas condiciones ambientales que favorezcan la aparición y propagación de incendios de mayor virulencia en Galicia (Vega et al. 2009). El empeoramiento de las condiciones meteorológicas implicadas en el comportamiento del fuego debe ser tenido en cuenta en la gestión forestal, de manera que se favorezcan actividades de reducción de la continuidad horizontal y vertical de los combustibles. Estas actividades generarán una serie de residuos con un gran potencial de poder ser empleados como biomasa con fines energéticos.

De esta manera se crearán áreas forestales en las que, en caso de producirse un incendio, este tendría menos posibilidades de dar lugar a un fuego de copas activos de alta intensidad. Esto implicaría además una reducción de las emisiones de CO₂ como consecuencia del incendio.

Los tratamientos a realizar con fines preventivos serían podas y trasmoschos, lo que daría lugar en Galicia a la producción de entre 300.000 y 500.000 toneladas de materia verde anuales (Dans del Valle, 2010), tratamientos de claras y clareos – generando 1.000.000 de toneladas de residuos anuales (Dans del Valle, 2010) – y tratamientos de desbroce del matorral, dando lugar a unas 2.000.000 de toneladas de materia verde al año.

Por lo tanto, a la hora de optimizar y planificar las áreas donde realizar tratamientos preventivos en un área específica puede ser de gran utilidad incluir criterios relacionados con la utilización de la biomasa como fuente energética (cercanía a red viaria, especies con mayor utilidad, costes de transporte a plantas) en la toma de decisiones.

Otro aspecto importante a resaltar es el hecho de que el empleo de la biomasa forestal para uso energético puede impulsar la creación de empleo en áreas rurales,

reduciendo el abandono de estas áreas y el envejecimiento de la población, siendo estos dos elementos factores altamente relacionados con las altas tasas de incendios forestales en Galicia.

ESTUDIO DE ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DE BIOMASA Y EFECTO DE TRATAMIENTOS PREVENTIVOS

Desde el CIF-Lourizán, en un proyecto junto a la empresa BIOPALAS, se desarrolló un estudio sobre las existencias de biomasa en las inmediaciones de la planta (36.000 ha). Para ello se combinó información del IV Inventario Forestal Nacional con información remota (LiDAR y LANDSAT) – Figura 6.

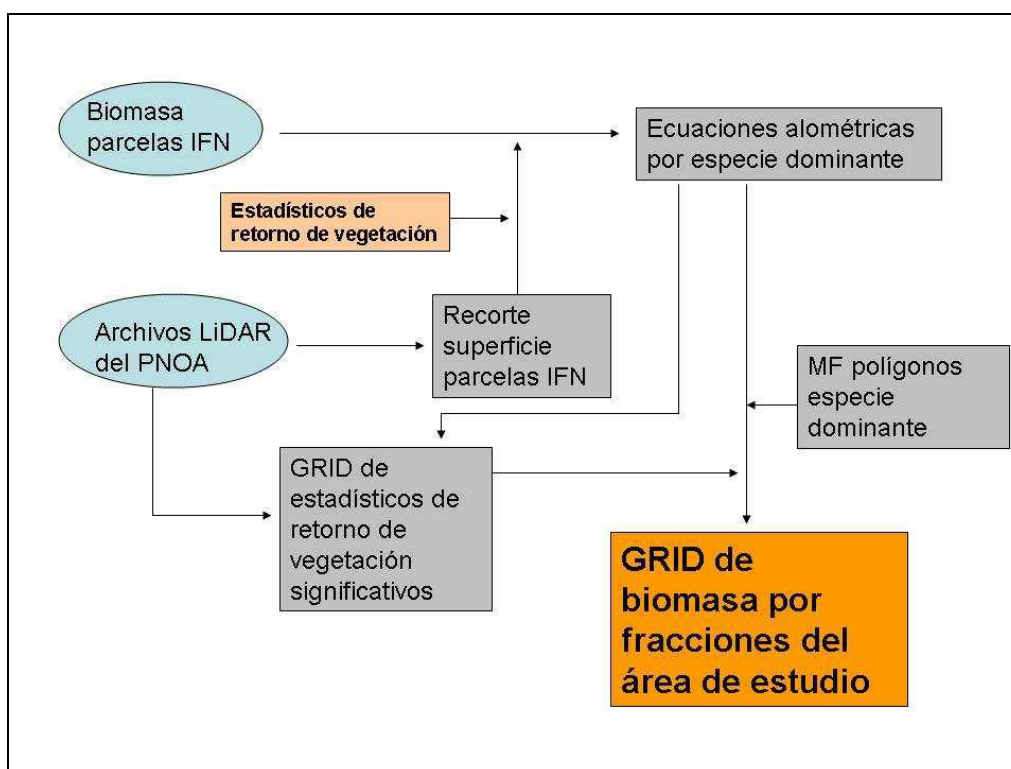


Fig. 6. Esquema del trabajo desarrollado

En este trabajo, se tuvieron en cuenta las áreas limitantes para la extracción de biomasa (áreas con pendientes superiores al 30 %, y zonas a menos de 15 m de cursos fluviales). A partir de correlaciones observadas entre los valores de biomasa de las parcelas del IV Inventario Forestal Nacional y valores de diferentes índices de vegetación obtenidos por LANDSAT y estadísticos LiDAR, se pueden extrapolar espacialmente los valores de biomasa para cada una de las fracciones, así como para cada formación vegetal considerada (*Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Quercus robur* y *Eucalyptus* sp.) – Figuras 7 y 8.

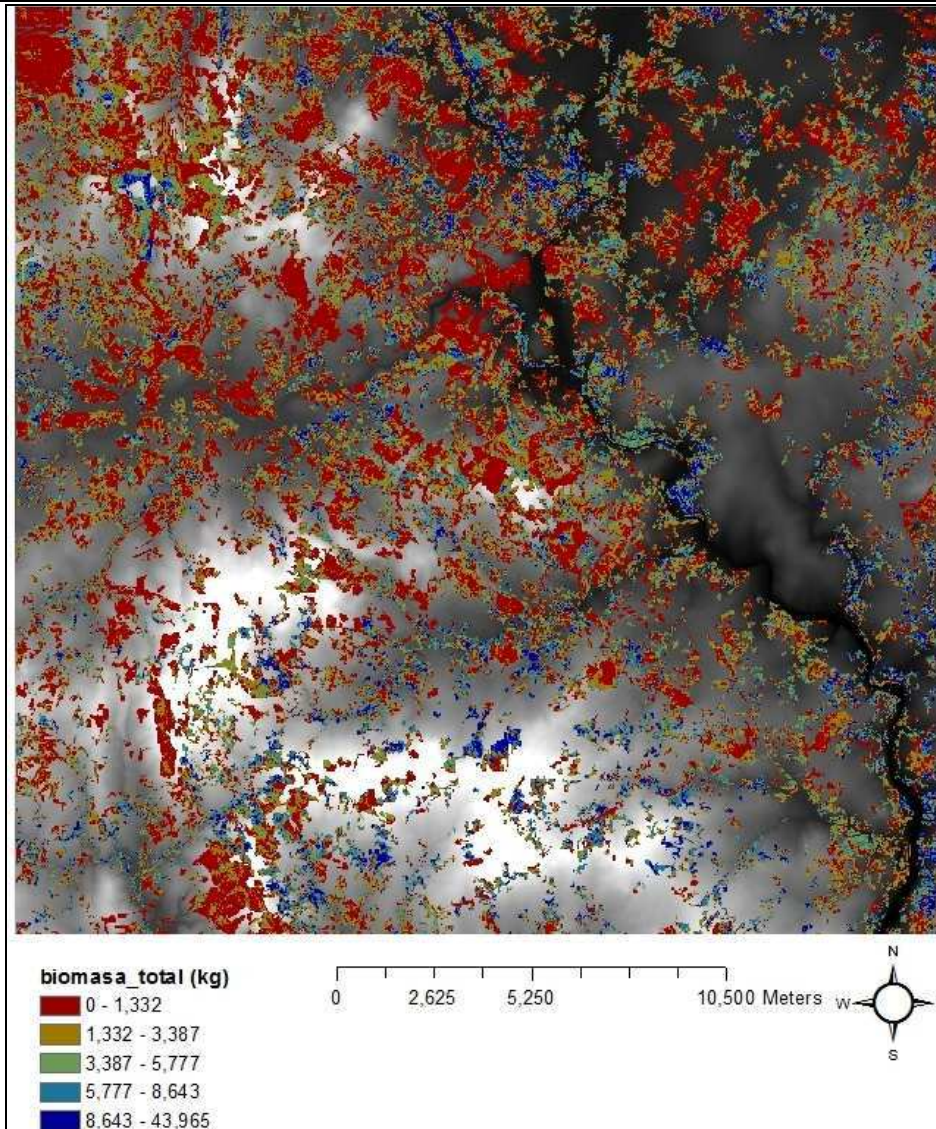


Fig. 7 Valores espaciales de biomasa total para la sección del área de estudio obtenidos mediante las ecuaciones de ajuste.

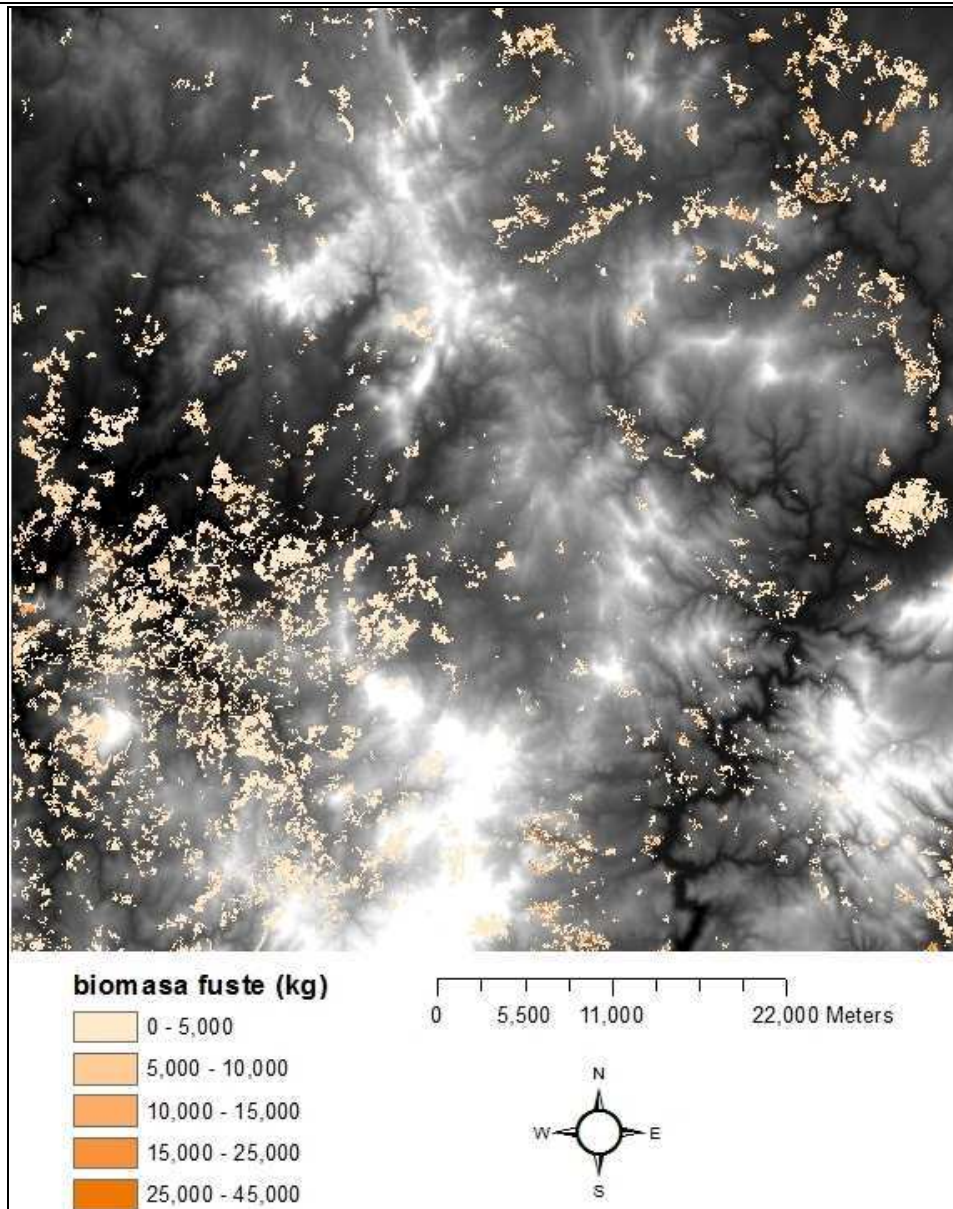


Fig. 8 Variación espacial de la biomasa de fuste para las masas dominadas por *Pinus pinaster* en el área de estudio obtenida a partir de las ecuaciones de ajuste

Por otro lado, en 10 parcelas de *Pinus pinaster* localizadas en este mismo área de estudio, donde se realizaron claras, se realizó un estudio sobre la sostenibilidad de los tratamientos como consecuencia de la extracción de nutrientes, así como la reducción de la susceptibilidad de la masa a incendios de copa tras la intervención.

Se comprobó que si las ramas y acículas quedaban trituradas en el sistema, y solo se extraían los fustes, la reducción a corto plazo de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) era muy reducida, quedando compensada por los aportes que habría por las precipitaciones, así como por los nutrientes disponibles en las capas superficiales del suelo.

Por otro lado, la susceptibilidad a la aparición de fuegos de copa activos quedaría reducida drásticamente, como consecuencia de la eliminación de los

combustibles del sotobosque, así como de la continuidad horizontal del combustible de copa. Estos tratamientos preventivos supondrían una reducción de las emisiones de CO₂ que se producirían si las masas fuesen afectadas por un incendio, ya que las parcelas sin tratar resultarían en un incendio de copas activo, con unas emisiones de 20,9 MgC/ha, y las parcelas tratadas darían lugar a fuegos de superficie, con unas emisiones de 10,6 MgC/ha.

REFERENCIAS

Congreso Nacional del Medio Ambiente 2010. 10º Congreso Nacional del Medio Ambiente.

Dans del Valle, F., 2010. Experiencias de aprovechamiento de biomasa forestal primaria. El proyecto Enersilva. 1º Congreso Ibérico de Biocombustibles sólidos. Pontevedra, Junio 2010.

INEGA 2012. Análisis de la viabilidad del mercado de biomasa en Galicia y norte de Portugal.

INEGA 2014. Balance enerxético de Galicia, 2012. 50 pp.

Jirjis R., 1995. Storage and drying of wood fuel. Biomass Bioenerg 9:181-190.

MAGRAMA 2014. Anuario de Estadística Forestal 2012.

Malheiro, S. 2005. Estudo de viabilidade de Instalações Energéticas. Biomasa forestal, enerxía y desarrollo rural. Oporto 2005.

PLADIGA 2015. Memoria del Plan de prevención e defensa contra os incendios forestais de Galicia. Consellería de Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia. 153 pp.

Rhén, C., Gref, R., Sjöström, M., Wästerlund, I., 2005. Effects of raw material moisture content, densification pressure and temperature on some properties of Norway spruce pellets, Fuel Processing Technology 87: 11–16.

Ortiz, L., Tejada, A., Vázquez, A., Piñeiro, G., 2004. Aprovechamiento de la biomasa forestal producida por la cadena monte-industria. Parte III: Producción de elementos densificados. Revista CIS-Madera.

Vega J.A., Fernández, C., Jiménez, E., Ruiz, A.D., 2009. Evidencias de cambio climático en Galicia a través das tendencias dos índices de perigo de incendios forestales. Evidencias e Impacto do Cambio Climático en Galicia. 173–194.