



**AGENDA
ESTRATÉGICA
DE INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN**

**Biomasa y
Bioeconomía**











GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Iconos de navegación del documento:

-  Índice
-  Página anterior
-  Volver a página anterior
-  Página siguiente
-  Imprimir
-  Buscar
-  Acercar
-  Alejar

ÍNDICE

Agradecimientos **3**

Resumen ejecutivo **3**

El valor de la biomasa para los grandes retos de la sociedad actual..... **5**

Materias primas..... **11**

Investigación e innovación en materias primas..... **14**

Bioenergía..... **16**

Investigación e innovación en bioenergía **18**

Bioproductos **20**

Investigación e innovación en bioproductos **25**

Valor añadido..... **26**

Investigación e innovación en valor añadido **28**

Referencias **30**

AGRADECIMIENTOS

Esta Agenda Estratégica de Investigación e Innovación del sector español de la Biomasa y la Bioeconomía es la décima publicación que elaboramos en el seno de BIOPLAT y, como las anteriores, ha sido gracias al esfuerzo, la implicación y la ilusión de nuestros miembros, que hacen posible que las publicaciones de BIOPLAT sean referencia para todo tipo de agentes: desde administraciones públicas, hasta empresas, universidades y centros de investigación, tanto nacionales como internacionales. Sirviendo de guía para la toma de decisiones, de hoja de ruta y de instrumento para la transferencia de conocimiento.

Es la primera vez que una publicación estratégica de BIOPLAT engloba al sector de la Bioeconomía en su conjunto. Si bien nuestras publicaciones anteriores han estado fundamentalmente centradas en la bioenergía y los biocombustibles (generación eléctrica y térmica, syngas, biogás, bioalcoholes, biodiésel, biojet fuel y otros biocombustibles como el biohidrógeno, bio-oils, biopropano, etc.), esta Agenda Estratégica de Investigación e Innovación del sector español de la Biomasa y la Bioeconomía comprende tanto Bioenergía como Bioproductos (biomateriales como biocomposites, biofibras y bioplásticos; bioproductos químicos como los biofertilizantes, biocosméticos y biofarmacéuticos; bioaditivos alimentarios y bioproductos alimenticios para animales, entre otros), integrando el concepto Biorrefinería como paradigma.

El Grupo Coordinador de BIOPLAT ha proporcionado una visión interdisciplinar y ha garantizado el equilibrio entre todos los subsectores, mientras que los Coordinadores de los Grupos de Trabajo han liderado la elaboración del documento. Nuestro especial agradecimiento a todos ellos: INIA y URBASER (Coordinadores de Materias Primas), CIEMAT y ENSO Energy, Environment and Sustainability (Coordinadores de Bioenergía), Fundación TECNALIA y NATAC Group (Coordinadores de Bioproductos) además de al Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI) y ACCIONA Energía (Coordinadores de Valor Añadido de la Biomasa y la Bioeconomía).

Asimismo, nuestro más sincero agradecimiento al Ministerio de Ciencia e Innovación y a la Agencia Estatal de Investigación, por apoyar las actuaciones de BIOPLAT, además de a IDAE, CDTI y CIEMAT por respaldar el desarrollo de las iniciativas que ponemos en marcha en BIOPLAT.

Esta década 2020-2030 estamos convencidos va a ser clave para el desarrollo y la expansión de la valorización de biomasa y, por ende, de la Bioeconomía. La necesidad de cerrar ciclos productivos, de minimizar residuos y emisiones, y de crear modelos productivos sostenibles generando oportunidades y externalidades positivas, tanto para la sociedad como para el medio ambiente, van a lograr impulsar a la Bioeconomía a una posición muy relevante en todas las regiones de España. No será fácil, se requerirá esfuerzo e ilusión a partes iguales, pero -sin duda- será tremendamente gratificante poder contribuir desde nuestro sector a mejorar el mundo en el que vivimos.

Margarita de Gregorio.
Coordinadora de BIOPLAT.

RESUMEN EJECUTIVO

La Agenda Estratégica de Investigación e Innovación del sector español de la Biomasa y la Bioeconomía se ha elaborado en el espacio de colaboración público-privada que proporciona BIOPLAT, en el cual trabajan conjunta y coordinadamente todos los agentes interesados en el desarrollo de la biomasa y la bioeconomía en España. Desde 2006, BIOPLAT lucha por conseguir las condiciones que favorezcan el desarrollo de la Biomasa y la Bioeconomía en todas las regiones de España. Entendiendo la Biomasa y la Bioeconomía en su sentido más amplio, desde la materia orgánica valorizable (residuos, subproductos, cultivos dedicados), hasta las tecnologías de transformación/valorización y aplicaciones tales como la bioenergía (generación de energía térmica y eléctrica, biocarburantes, biogás) y los bioproductos. Desde BIOPLAT se abordan las cadenas de valor de la biomasa en su conjunto, poniendo en valor las relevantes externalidades positivas que inducen, como elemento coadyuvante a la consecución de objetivos de políticas energéticas, de sostenibilidad y medioambientales. Por lo que se mantiene un enfoque multiperspectiva, integrando descarbonización, industrialización, transición energética justa e inclusiva, sostenibilidad y vertebración territorial.

La Agenda Estratégica de Investigación e Innovación del sector español de la Biomasa y la Bioeconomía se divide en cinco grandes bloques, el primero, introductorio, analiza el valor que aporta la biomasa para los grandes retos de la sociedad actual: energético, medioambiental y demográfico. A continuación, se presentan los siguientes cuatro bloques: Materias Primas, Bioenergía, Bioproductos y Valor Añadido, a través de los cuales se descifran las claves para su desarrollo y perspectivas, y se describen las líneas de investigación e innovación de cada uno de ellos.

Materias Primas

Se describen las biomasa potencialmente valorizables (agrícolas, forestales, ganaderas, industriales, municipales y acuáticas). Se describen los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa en la RED II. Se analizan las posibilidades de utilización de subproductos/residuos orgánicos de acuerdo con el Reglamento Europeo de Fertilizantes y se describen los biorresiduos y subproductos. Se define como área prioritaria de investigación e innovación: **Optimizar la identificación, la obtención y la movilización materias primas biomásicas para distintos usos: bioenergía y**

bioproductos. Para la cual se detallan los siguientes retos de investigación desarrollo e innovación:

- ▶ Identificación, cuantificación y geolocalización de biomasa.
- ▶ Estandarización de la biomasa.
- ▶ Movilización de biomasa.
- ▶ Cultivos dedicados de biomasa.
- ▶ Logística de biomasa.
- ▶ Almacenamiento de biomasa.
- ▶ Relación entre utilización de biomasa forestal y prevención de incendios.
- ▶ Trazabilidad en las cadenas de valor de la biomasa
- ▶ Activación de materias primas y monómeros biobasados.

Bioenergía

Se definen los criterios de sostenibilidad obligatorios para los biocarburantes utilizados para cumplir los objetivos fijados en la Directiva Europea de Energías Renovables. Se analizan las capacidades con las que la biomasa cuenta para contribuir a los retos de la España vaciada. Se aborda la producción de hidrógenos a partir de biomasa y biocombustibles. Se define como área prioritaria de investigación e innovación: **Extender y optimizar la respuesta técnico-económica y medioambiental de los procesos que intervienen en la generación de bioenergía.** Para la cual se diseñan los siguientes retos de investigación e innovación:

- ▶ Analizar las posibilidades reales de adaptación de antiguas centrales de carbón a biomasa (aunque sea menor potencia/capacidad).
- ▶ Hibridaciones entre instalaciones de biomasa y otras tecnologías renovables.
- ▶ Optimización de ahorros en el ciclo completo de la biomasa, especialmente en la fase de aprovisionamiento.
- ▶ Pretratamientos avanzados.
- ▶ Innovación en los procesos de combustión para aumentar la eficiencia energética y el control de emisiones.
- ▶ Impulsar líneas de investigación que permitan la integración de las biomasa como combustible para procesos industriales.
- ▶ Aprovechamiento de la fracción biodegradable de los residuos municipales, lodos de depuradora o purines, para la producción de biogás o biometano.
- ▶ Investigación en la optimización de costes del upgrading del biogás para obtener biometano compatible con la inyección en la red gasista o para uso vehicular.

- ▶ Análisis de las capacidades energéticas de la biomasa en el mix eléctrico.
- ▶ Investigación e innovación en las tecnologías termoquímicas, químicas y biológicas para la producción de biocarburantes avanzados y biolíquidos (usos térmicos y eléctricos).
- ▶ Desarrollo de tecnologías de producción de biocombustibles sostenibles para aviación que supongan un avance respecto a la hidrogenación de aceites vegetales, existentes (forestales/papeleras, textiles, agroindustriales, químicas, refinerías de aceites minerales, etc.) en biorrefinerías.
- ▶ Desarrollo de vectores bioenergéticos intermedios.
- ▶ Introducción de procesos para integrar corrientes de biomasa residual (procesos de pirólisis, licuefacción hidrotermal (HTL)).
- ▶ Investigación e innovación en las tecnologías de producción de hidrógeno a partir de la biomasa.

Bioproductos

Se describen las cadenas de valor de las industrias de base biológica y se establecen unas premisas cla-

ve para el desarrollo de los bioproductos: el modelo de negocio debe garantizar que los bioproductos se producen de forma sostenible, tanto medioambiental (asegurando su origen, ciclo de vida, etc.) como económica (permitiendo que todos los agentes de la cadena de valor obtengan rentabilidad); para optimizar al máximo el coste de las materias primas es clave utilizar biomasa de origen residual o subproductos de procesos industriales, haciendo converger los conceptos biorrefinería y economía circular. Se describen los bioproductos de aplicación directa (*drop-in*) y los bioproductos innovadores específicos (*dedicated bio-based chemicals*). Además, se analiza la fabricación integrada de bioproductos en la industria del aceite de oliva. Se define como área prioritaria de investigación e innovación: **Optimizar la identificación, la obtención y la movilización materias primas biomásicas para distintos usos: bioenergía y bioproductos.** Y se listan en la tabla 1 que está a continuación los bioproductos sobre los cuales se debe investigar e innovar en España con objeto de alcanzar producciones a una escala suficiente que permita su comercialización.

Valor Añadido

El sector de la biomasa en España está generando un relevante valor económico, social y medioambiental en las regiones. La valorización energética de biomasa es una fuente de actividad económica con una marcada componente industrial y con destacada capacidad de generación de empleo, especialmente en zonas rurales, que es donde se encuentran mayoritariamente los recursos biomásicos. Esta capacidad de generación de empleo representa un vector de fijación de población al territorio, permitiendo mantener su dinamización socioeconómica y su vertebración, fomentando así activamente la bioeconomía. Se genera valor añadido a lo largo de toda la cadena de valor: desde la movilización de las materias primas hasta los procesos para generar bioenergía y bioproductos.

El valor añadido que genera la valorización de las biomasa en el marco de la bioeconomía circular es transversal a las materias primas, a la generación de bioenergía, de biocombustibles y de bioproductos. Es por ello que no se establece una única área prioritaria de investigación e innovación, sino que se priorizan una serie de ámbitos en los cuales se debe actuar haciendo estudios auxiliares y análisis de sostenibilidad, técnico-económicos, regulatorios, de penetración en el mercado, proyectos de investigación y demostración, estrategias educativas y de comunicación, entre otros, a partir de los cuales se va a contribuir a aumentar el conocimiento sobre la sostenibilidad y la excelencia de la producción de bioenergía y bioproductos.

- ▶ Demostración de los beneficios y las buenas prácticas del sector de la biomasa, con objeto de visibilizarlos y aumentar el conocimiento sobre la contribución de la bioeconomía a los objetivos de otras políticas estratégicas para España y sus regiones.
- ▶ Identificación de las barreras al desarrollo de la bioeconomía y sus subsectores (bioenergía, biocombustibles, bioproductos).
- ▶ Análisis de ciclo de vida (ACV) de las cadenas de valor de la bioeconomía.
- ▶ Análisis de impacto social de la bioeconomía.
- ▶ Estudio del papel de la biomasa en el mix energético como tecnología necesaria para alcanzar el escenario de 2 °C (o 1,5 °C).
- ▶ Utilización de las biomasa en cascada.
- ▶ Avanzar en la lucha contra los incendios forestales.
- ▶ Analizar el establecimiento potencial de cultivos forestales en terrenos agrícolas.
- ▶ Desarrollo de servicios ecosistémicos asociados a la biomasa forestal.
- ▶ Analizar la competencia en el uso del suelo.
- ▶ Promover la educación reglada sobre bioeconomía circular en primaria, secundaria, universidades y centros de formación profesional.
- ▶ Diseñar estrategias de comunicación dirigidas al conjunto de la sociedad.

La Agenda Estratégica de Investigación e Innovación del sector español de la Biomasa y la Bioeconomía aspira a servir como instrumento facilitador para la coordinación de políticas, estrategias y financiación en I+D+i, para fomentar el desarrollo de proyectos basados en la biomasa que permitan superar las barreras existentes y posicionen a las empresas y centros de investigación españoles a la vanguardia de la transición hacia la bioeconomía y la utilización sostenible de la biomasa en Europa. Aprovechando al máximo el sustancial valor añadido que este sector es capaz de generar.

BIOPRODUCTOS	MERCADO	Ejemplos
Aditivos alimentarios (antioxidantes, conservantes, etc.)	Alimentación humana, nutrición animal, cosmética	Extracto de romero, extracto de semilla de uva, extracto de aceituna
Aditivos zootécnicos	Nutrición animal	Extractos vegetales, aceites esenciales, prebióticos
Ingredientes alimenticios con propiedades saludables	Alimentación humana e industria complementos alimenticios	Extractos vegetales estandarizados, prebióticos
Ingredientes activos farmacéuticos	Industria farmacéutica	Extractos vegetales y compuestos purificados, con calidad farmacopea europea
Ingredientes cosméticos activos	Industria cosmética	Extractos y compuestos purificados
Biofertilizantes, bioestimulantes	Agroquímico	
Bioproductos naturales	Papel	Celulosa, hemicelulosa, almidón, azúcares, quitina, quitosano, aceites y grasas vegetales, lignina, caucho natural, terpenos
Biochar y carbón activado	Catálisis, adsorción (industria química)	Catalizadores Descontaminantes
Bioplásticos de origen biotecnológicos	Alimentación	PHAs
Monómeros	Industria química, pinturas,	Monoetilenglicol, ácido láctico, ácido succínico, 1,4 BDO (1,4 butanodiol), 2,3 BDO (2,3 butanodiol), 1,3 propanodiol, IBMC (isosorbida bis-metil carbonato), ácido levulínico, 1,3 propanodiol, xilitol
Polímeros	Industria química, pinturas, adhesivos, recubrimientos,	Poliésteres, poliolefinas, poliuretanos, poliamidas, epóxidos
Disolventes	Industria química	Etanol, MEK (metiletilcetona, ésteres de lactato)

Tabla 1. Bioproductos de referencia para la investigación e innovación en España.

EL VALOR DE LA BIOMASA PARA LOS GRANDES RETOS DE LA SOCIEDAD ACTUAL

La biomasa¹ es una materia prima de origen renovable que se utiliza para diversos fines como es la producción de energía y combustibles, así como para obtener productos con base biológica (bioproductos). Cuenta con la valiosa capacidad de contribuir a aumentar la producción de energía renovable y a reducir la emisión de CO₂ y gases de efecto invernadero (GEI) al sustituir combustibles fósiles y componentes de origen fósil en los materiales. La biomasa no sólo es un portador de energía, también puede utilizarse en fertilizantes y enmiendas, para fabricar biomateriales y en las industrias alimentaria, química, biotecnológica y farmacéutica². En una economía de base biológica, estos diferentes usos son complementarios entre sí y -gestionados de una forma sostenible- contribuyen a promover la bioeconomía circular. Consecuentemente, el aprovechamiento y gestión sostenible de la biomasa juega un papel fundamental a la hora de afrontar los retos que se le plantean a la sociedad actual.

1. RETOS GLOBALES

En 2015, los líderes mundiales adoptaron los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible³ de la Agenda 2030. Se trata de un conjunto de 17 objetivos globales que persiguen erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos; como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo cuenta con unas metas específicas que deben alcanzarse en el horizonte 2030. En la Figura 1 se muestran los Objetivos de Desarrollo Sostenible a los que contribuye activamente el sector de la biomasa.

Por otro lado, el camino hacia el cumplimiento de los objetivos energéticos de renovables para 2030 pasa por el uso de la biomasa. Además de ser un recurso local sostenible presente en distintas formas en todos los territorios, se trata de una energía gestionable y asequible, capaz de reactivar las economías locales al inducir activamente el empleo, especialmente en las zonas rurales. Y, al mismo tiempo, la biomasa puede constituirse como alternativa sostenible a una variedad de materiales de origen fósil.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo sostenible a los que contribuye activamente el sector de la biomasa³.

En 2016, se consensaron los denominados desafíos de la innovación (*Innovation Challenges – ICs*) por el grupo *Mission Innovation* en la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrada en Marruecos (COP 22). Esta iniciativa global, impulsada por 24 países y la Comisión Europea (CE), trabaja para acelerar la innovación en energía limpia en base a la colaboración público-privada para abordar el cambio climático, hacer que la energía limpia sea asequible para los consumidores y crear empleos verdes además de oportunidades comerciales⁴.

Los ICs⁵ abarcan todo el espectro de la I+D+i, desde las evaluaciones de las necesidades de investigación en las primeras etapas hasta los proyectos de demostración tecnológica. Estos retos son llamamientos mundiales a la acción destinados a acelerar la investigación, el desarrollo y la demostración en esferas tecnológicas que podrían aportar importantes beneficios en la reducción de las emisiones de GEI, el aumento de la seguridad energética y la creación de nuevas oportunidades de crecimiento económico no contaminante. Para cada IC, una red mundial de responsables de políticas, científicos e innovadores trabajan coordinadamente en pro de un objetivo de innovación.



¹ Biomasa y Geotermia – Guía de la energía (IDAE, 2019)

² 2050 vision for 100% renewable heating and cooling in Europe (RHC Platform, 2019)

³ Objetivos de Desarrollo Sostenible (UN, 2019)

⁴ Mission Innovation Overview (Mission Innovation, 2015)

⁵ Innovation Challenges (Mission Innovation, 2016)

De los 8 ICs definidos por *Mission Innovation*, la investigación e innovación en materia de biomasa puede contribuir al menos a 6 de ellos (Figura 2):

- **IC1:** Redes inteligentes.
- **IC2:** Acceso a la electricidad fuera de red.
- **IC3:** Captura de carbono.
- **IC4:** Biocombustibles sostenibles.
- **IC5:** Conversión de luz solar.
- **IC6:** Materiales sostenibles.
- **IC7:** Calefacción y refrigeración de edificios asequible.
- **IC8:** Hidrógeno renovable y limpio.

**IC2:****Acceso a la electricidad fuera de la red**

Desarrollar sistemas que permitan a hogares y comunidades que no están conectados a la red acceder a una electricidad renovable asequible y fiable.

**IC4:****Biocombustibles sostenibles**

Desarrollar formas de producir a gran escala biocombustibles avanzados y ampliamente asequibles para el transporte y las aplicaciones industriales.

**IC7:****Calefacción y refrigeración asequibles de los edificios**

Hacer que la calefacción y la refrigeración con bajo contenido de carbono sean asequibles para todos.

**IC3:****Captura de carbono**

Permitir que las emisiones de CO₂ de las centrales eléctricas y las industrias intensivas en carbono sean casi nulas.

**IC6:****Materiales de energía limpia**

Acelerar la exploración, el descubrimiento y el uso de nuevos materiales de energía limpia de alto rendimiento y bajo costo.

**IC8:****Hidrógeno renovable y limpio**

Acelerar el desarrollo de un mercado mundial del hidrógeno, identificando y superando las principales barreras tecnológicas a la producción, distribución, almacenamiento y utilización del hidrógeno a escala de gigavatios.



Figura 2. Desafíos de la innovación (*Innovation Challenges – IC*) a los que contribuye activamente el sector de la biomasa (Fuente: *Mission Innovation* traducido por *BIOPLAT*)⁵.

2. RETOS EUROPEOS Y NACIONALES

El Pacto Verde Europeo (Figura 3), que es el nuevo programa de Europa en favor del crecimiento sostenible, va a definir la agenda de trabajo de la UE⁶ (Figura 3). En 2020 la Comisión ha comenzado a presentar una batería de propuestas en diferentes ámbitos como el Mecanismo de Transición Justa, la Ley Climática, la Estrategia Industrial, el Plan de Acción de Economía Circular o la Estrategia de Biodiversidad 2030.

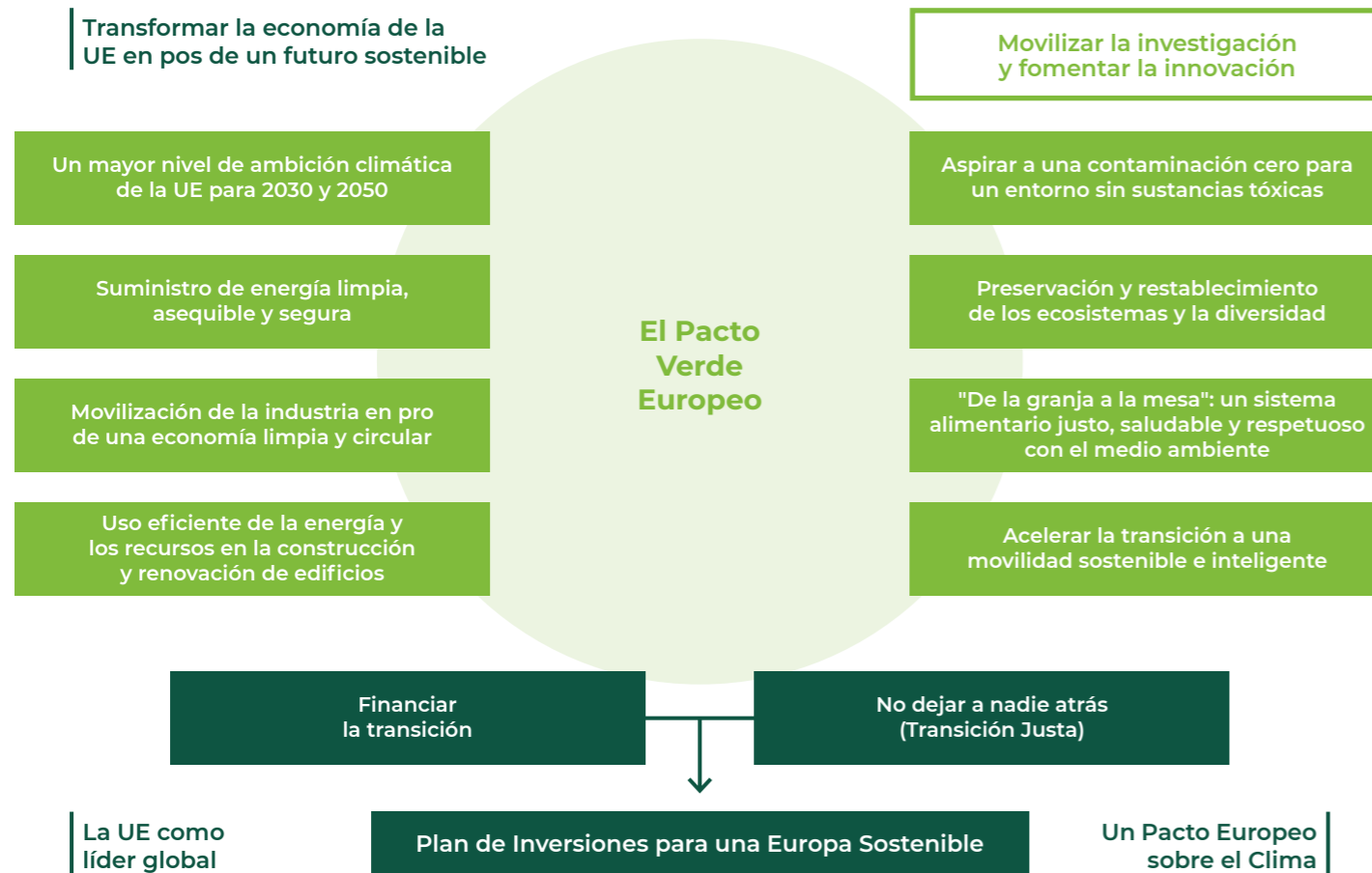


Figura 3. Esquema del Pacto Verde Europeo⁷.

En el marco del Pacto Verde Europeo, la Comisión propone que se eleve el objetivo de reducir las emisiones a un 50%, como mínimo para 2030, y evaluará las versiones finales de los Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima (por sus siglas PNIEC) de cada Estado miembro, los cuales estarán vigentes a partir de 2021, para garantizar al menos 32% de cuota de energías renovables y al menos 32,5% de mejora de la eficiencia

energética en el horizonte 2030. También se presentarán las estrategias 'de la granja a la mesa', de producción de energía offshore, de bosques y de productos químicos, junto con la iniciativa de renovación de edificios, la revisión de la directiva de información no financiera y la propuesta del programa de acción de medio ambiente⁷.

En el ámbito nacional, en febrero de 2019 el Gobierno presentó el Marco Estratégico de Energía y Clima, enfocado a facilitar la modernización de la economía hacia un modelo sostenible y competitivo que contribuya a poner freno al cambio climático⁸. Este Marco Estratégico está configurado por:

- ▶ Anteproyecto de Ley de Cambio Climático.
- ▶ Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC).
- ▶ Estrategia de Transición Justa.

Se trata de tres elementos diseñados para que España cuente con un marco sólido y estable para la descarbonización de su economía. El Anteproyecto de Ley persigue ofrecer una hoja de ruta eficiente para las próximas décadas. El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, que dará continuidad al Plan de Energías Renovables 2011-2020, se ha diseñado en coherencia con la neutralidad de emisiones a la que se aspira en 2050. La estrategia de acompañamiento solidario y de transición justa tiene el objetivo de asegurar que las personas y las regiones aprovechen al máximo las oportunidades de la transición energética en marcha, especialmente en aquellos territorios donde se desmantelen centrales energéticas convencionales.

2.1. Contribución de la biomasa al reto energético

Una gran ventaja de la biomasa es que se trata de un recurso renovable, cuya utilización permite generar energía eléctrica o térmica a partir de recursos autóctonos. Además, por su propia naturaleza, se trata de recursos que se pueden almacenar y movilizar para su uso cuando sea necesario, lo que convierte a la biomasa en una fuente energética 100% gestionable. Es decir, no es necesario que el recurso llegue espontáneamente (como ocurre con el sol y el viento). Esta gestionabilidad resulta especialmente valiosa para el sistema eléctrico español, donde se espera para los próximos años una penetración masiva de energías renovables no gestionables (o interrumpibles).

Asimismo, otra de las principales ventajas de la utilización de la biomasa es que permite valorizar residuos y subproductos que en algunos casos son potencialmente peligrosos (porque generan emisiones, pueden lixiviar y contaminar acuíferos, y pueden generar incendios), por lo que a la vez que se genera una energía renovable se está contribuyendo a solucionar problemas ambientales.


La tercera gran ventaja de la biomasa deriva del marcado carácter industrial del sector, al depender de un suministro constante de materias primas (recursos biomásicos). La recolección de las biomásas, su gestión y transporte hasta la instalación de valorización genera y mantiene un número elevado de empleos, porque se necesita cuantiosa mano de obra para poder llevarlas a cabo. Mano de obra que se crea fundamentalmente vinculada a los sectores primario y secundario y, especialmente, en el medio rural, donde es muy necesaria. Con lo que se contribuye a generar oportunidades para la España vaciada y a vertebrar el territorio, oportunidades vinculadas a un modelo de negocio renovable y sostenible.

Asimismo, la biomasa representa una alternativa energética renovable para ámbitos donde no existen otras alternativas a los combustibles fósiles que se han utilizado tradicionalmente (como el transporte) como única vía hacia la descarbonización de los mismos. Un claro ejemplo es el sector de la aviación, donde diferentes tipos de biojet (bioquerosenos) emergen como solución preferente para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de las flotas aéreas.

• Biomasa y Transición Justa

En España se da la circunstancia que numerosas centrales térmicas de carbón y nucleares que se planea desmantelar están localizadas en territorios en los que existe un importante potencial de recurso biomásico de todo tipo que además está infrutilizado en gran medida. En algunas ubicaciones se pueden encontrar más biomásas agrícolas y en otras habrá más recursos forestales, ganaderos, industriales, etc.

⁶ Un Pacto Verde Europeo (CE, 2020) 

⁷ Los retos para Europa 2020 (El País, 2020) 

⁸ La Transición Justa dentro del Marco Estratégico de Energía y Clima (MITECO, 2019) 

Estos recursos biomásicos podrían ser extraídos, gestionados y distribuidos a instalaciones de valorización energética o incluso a biorrefinerías. Algunas de estas instalaciones, incluso podrían desarrollarse sobre las antiguas instalaciones existentes (aunque no consistiría en sustituir unas por otras, sino aprovechar infraestructuras energéticas existentes). Los trabajadores de las centrales térmicas de carbón y nucleares podrían recibir formación sobre la generación de energía a partir de biomasa: tipos de biocombustibles, formas de movilización y logística, pretratamientos, etc. Además de sobre la instalación y funcionamiento de las centrales eléctricas y térmicas (domésticas, comunitarias, redes de calor, y también calderas para usos industriales, cogeneración, etc.), de biogás e incluso biorrefinerías, de manera que el sector de la biomasa pudiera absorber -en la medida de lo posible- el mayor número de empleos en riesgo de ser perdidos por el cierre de centrales de carbón y nucleares.

2.2. Contribución de la biomasa al reto medioambiental

2.2.1. Bioeconomía Circular

En marzo de 2020, la Comisión Europea adoptó un nuevo Plan de Acción de Economía Circular, como uno de los principales elementos del Pacto Verde Europeo, que incluye medidas a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos. El nuevo Plan de Acción tiene por objeto adaptar la economía a un futuro ecológico y reforzar la competitividad, protegiendo al mismo tiempo el medioambiente y confiriendo nuevos derechos a los consumidores. Sobre la base del trabajo realizado desde 2015, el nuevo Plan se centra en el diseño y la producción con vistas a una economía circular, con el objetivo de asegurar que los recursos utilizados se mantengan en la economía de la UE durante el mayor tiempo posible. La transición hacia una economía circular ya está en marcha, pues existen empresas, administraciones públicas y consumidores pioneros que están abrazando en Europa este modelo sostenible.

La economía circular en el ámbito de la biomasa se denomina Bioeconomía Circular, que es la parte de la economía circular que engloba el ámbito de los recursos, subproductos y residuos de componente orgánica, por lo que se considera que la bioeconomía es el segmento renovable de la economía circular. Existe una Estrategia Europea de Bioeconomía⁹ publicada en octubre de 2018 que pone el foco en 'cerrar el círculo' en los sectores de base biológica (o de base orgánica, no derivados de fósiles) (Figura 4) promoviendo la investigación pública y privada y la inversión de las empresas en innovación en el área de la bioeconomía, reforzando el entorno social, político y administrativo de la bioeconomía, fomentando la competitividad y el desarrollo del mercado asociado a la bioeconomía y desarrollando la demanda de nuevos productos e implementando un plan para la expansión y promoción de la bioeconomía.



SOSTENIBLE Y CIRCULAR, LA BIOECONOMÍA DE LA UE PUEDE:

- ▶ Preservar la naturaleza y restaurar ecosistemas saludables.
- ▶ Crear 1 millón de nuevos empleos verdes para 2030, en particular en las zonas rurales y costeras.
- ▶ Convertir los residuos de la agricultura, las ciudades, los alimentos y los bosques en nuevos productos de valor añadido.
- ▶ Proporcionar ingresos adicionales a los agricultores, silvicultores y pescadores
- ▶ Sustituir el material fósil por alternativas renovables.
- ▶ Aumentar la capacidad de los sumideros de carbono del suelo, los bosques y los océanos.
- ▶ Desarrollar nuevos productos biodegradables, incluidos los sustitutos de plástico de base biológica.

PRINCIPALES PRIORIDADES

- 1. Fortalecer y ampliar los sectores de base biológica:** desbloqueo de inversiones y mercados despliegue de soluciones innovadoras basadas en la biotecnología, desarrollo de sustitutos de los plásticos que son biobasados, reciclables y biodegradables marinos.
- 2. Desplegar rápidamente las bioeconomías locales en toda Europa:** sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles la silvicultura sostenible, ingresos más diversificados para los agricultores, silvicultores y pescadores.
- 3 Comprender los límites ecológicos de la bioeconomía:** vigilar los progresos hacia una bioeconomía sostenible, aumentar los beneficios de la biodiversidad en la producción primaria.

Un liderazgo mundial para mantener

- ▶ Alrededor de 2 billones de euros de facturación anual, más de 18 millones de personas empleadas en la Bioeconomía de la UE.
- ▶ 621.000 millones de euros de valor añadido.
- ▶ 4,2% del PIB de la UE.
- ▶ 76% del empleo (agricultura + fabricación de alimentos y bebidas).

¿CUÁL ES LA OPINIÓN DE EUROPA SOBRE ESTO?

- ▶ Una estrategia renovada de bioeconomía que apoye la transición a una bioeconomía sostenible y circular.
- ▶ Se ajusta a las prioridades y políticas más amplias de la UE (clima, circular, innovación, alimentación, energía, comercio, industria, agricultura, pesca y marina, etc.).
- ▶ Cumple con los compromisos mundiales (SDG, Acuerdo de París, etc.).

¿CUÁNTO APOYO HA RECIBIDO HASTA AHORA?

- ▶ 3.850 millones de euros de inversión en el marco de Horizonte 2020 (2014-2020).
- ▶ 10.000 millones de euros propuestos para los alimentos y los recursos naturales, incluida la bioeconomía, en el marco de Horizonte Europa (2021-2027).

Europe's
bioeconomy
weaving it all together

Figura 4. Infografía de la CE sobre la Estrategia Europea de Bioeconomía (Fuente: EC traducido por BIOPLAT)⁹.

⁹ Una nueva Estrategia en materia de bioeconomía para una Europa sostenible (EC, 2018) 

Los residuos y subproductos que manejan estos sectores proceden del cultivo y la fabricación y procesamiento de alimentos, de las industrias forestales, ganaderas, y pesqueras, entre otras. Se trata de potenciales materias primas para otros procesos de obtención de bioproductos (biomateriales, componentes alimentarios, cosméticos, etc.) y bioenergía (electricidad, calor, biocombustibles). Su valorización maximiza la utilización de recursos locales para generar valor, se induce

la industrialización, aumentan los empleos asociados a un modelo industrial sostenible y de difícil deslocalización, se contribuye a vertebrar los territorios y a fijar población. La década 2020-2030 va a ser clave para la implementación de la bioeconomía en la UE y en España, se espera que estos sectores primarios y secundarios converjan con la generación de bioenergía y bioproductos, que terminarán siendo procesos intrínsecos a los mismos (Figura 5).

Los desafíos mundiales, como el cambio climático y la degradación de la tierra y los ecosistemas, junto con la creciente demanda de alimentos y energía, nos obligan a encontrar nuevas formas de producir y consumir

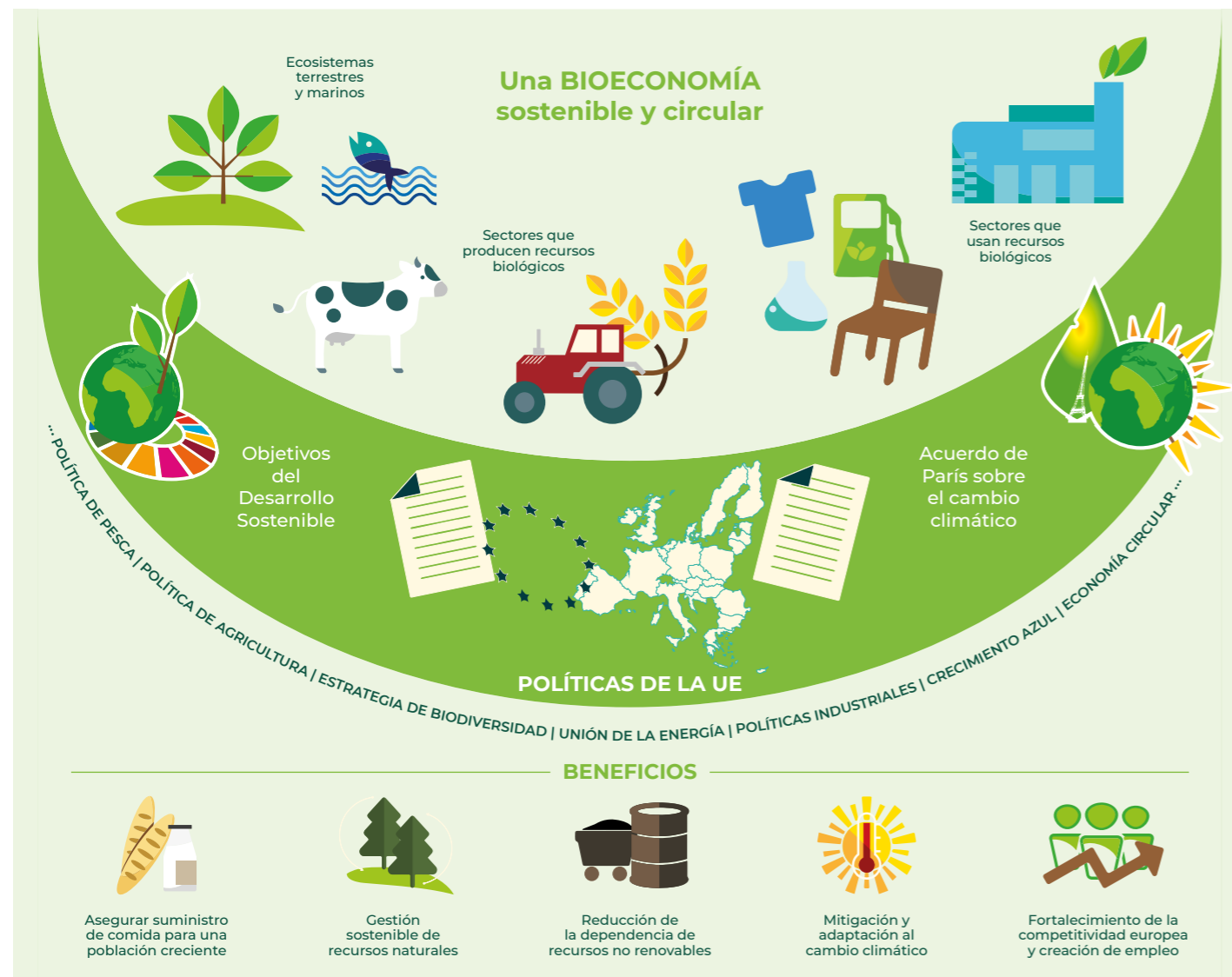


Figura 5. Infografía de la CE sobre los sectores, políticas y beneficios de la bioeconomía (Fuente: EC traducido por BIOPLAT)¹⁰.

2.2.2. Emisiones

El sector español de la biomasa es consciente de la importancia capital de garantizar la sostenibilidad de todos los procesos para consolidar su desarrollo futuro. Es por ello que, aunque la valorización de biomasa es asumida como neutra en emisiones de CO₂ por la comunidad internacional (el carbono que se acumula a lo largo de la vida del recurso biomásico, es el carbono que se libera cuando se lleva a cabo un proceso de valorización), las emisiones de los procesos de valorización -tanto para generar bioproductos como para generar bioenergía/biocombustibles- deben minimizarse con el objetivo de resultar lo más sostenibles y eficientes posible respecto a las alternativas fósiles que sustituyen.

En lo que respecta a las instalaciones de generación eléctrica a partir de biomasa, estas cuentan con tecnologías maduras de depuración gases, ampliamente utilizadas en otras instalaciones industriales. Asimismo, cada vez es más común encontrar sistemas de monitorización de las emisiones de las plantas por las administraciones públicas, lo cual garantiza la transparencia y capacidad de reacción.

En relación con la generación de energía térmica a partir de biomasa, en enero de 2020 entró en vigor el Reglamento Europeo 2015/1189 de requisitos de diseño ecológico¹¹, aplicables a las calderas de combustibles sólidos con una potencia térmica nominal ≤ 500 kW, con especificaciones sobre la eficiencia energética y los límites de emisiones de los equipos. La Comisión Europea revisará este Reglamento antes del 1 de

enero de 2022, para incluir las calderas de combustibles sólidos con una potencia nominal < 1 MW. Mientras que las instalaciones de combustión medianas, de potencia térmica nominal ≥ 1 < 50 MW, se rigen por el Real Decreto 1042/2017 fruto de la transposición de la Directiva Europea 2015/2193 sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas. Por lo que todo tipo de calderas de biomasa, desde las pequeñas (individuales/domésticas) hasta las grandes (edificios/industrias) cuentan con estrictos límites de emisiones que deben cumplirse para poder ser comercializadas.

Actualmente, la calidad del aire de los núcleos urbanos es un punto crítico de la agenda urbana y se están estableciendo diferentes medidas restrictivas sobre la movilidad de los ciudadanos. Sin embargo, los sistemas de calefacción también son relevantes al ser otro foco de generación de emisiones. Las calderas de biomasa son una alternativa idónea para sustituir las calderas comunitarias de carbón o gasoil que aún existen en muchas ciudades. Así como las redes de calor alimentadas por biomasa que suministran calefacción a varios edificios, se presentan como una alternativa favorable al existir únicamente un único foco emisor al que sería factible monitorizar sus emisiones e incluso ir limitándolas cada vez más a medida que las normativas vayan siendo más restrictivas.

¹⁰ A Sustainable and Circular Bioeconomy (EC Knowledge Centre for Bioeconomy, 2018) 

¹¹ Reglamento Europeo de Diseño Ecológico (UE) 2015/1189 (EC, 2015) 

Por otro lado, la biodigestión de los residuos ganaderos y municipales (que son focos de generación difusa de GEI) se plantea como alternativa a las grandes balsas de deyecciones animales o al vertido de materia orgánica (biodegradable) en vertedero. La biodigestión de estas biomásas genera biogás que puede ser utilizado directamente para producir energía eléctrica y/o térmica o bien transformado en biometano para su inyección en la red de gas o servir como base para producir bioproductos. En cuanto al biometano, existe un importante potencial de recursos biomásicos (residuos municipales, agroindustriales y lodos de depuradoras) que pueden generar biogás, el cual, una vez depurado y concentrado mediante un proceso de *upgrading*¹², es intercambiable con el gas natural, lo que supone una descarbonización directa, aprovechando las infraestructuras gasistas ya existentes o utilizándolo como combustible para transporte.

Hay que tener en cuenta que la mayor fuente de emisiones GEI en gestión de residuos es el vertido de materia biodegradable por su conversión espontánea en metano que, en gran parte, se emite directamente a la atmósfera. Por ello, resulta necesario priorizar la valorización energética del rechazo frente al vertido, teniendo siempre en cuenta la jerarquía de los residuos (es decir, valorizar lo que queda tras la prevención, reutilización y reciclado, en lugar de depositarlo en vertedero). La fracción biodegradable de los residuos municipales es biomasa y actualmente representa en torno al 50% de los residuos generados en los núcleos urbanos. Estos residuos están siendo recogidos separadamente en una proporción muy pequeña. Esta situación se mantendrá a medio plazo, hasta que los sistemas de recogida selectiva sean implementados mayoritariamente y los ciudadanos participen activamente en esta separación.


2.3. Contribución de la biomasa al reto demográfico


La Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico presenta la transición ecológica como un vehículo que ofrece valiosas oportunidades para el mundo rural y para la denominada 'España vacía'. Estas oportunidades se traducen en medidas concretas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y en la Estrategia de Transición Justa y Anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética que persiguen facilitar la creación de empleo verde en el mundo rural a través del impulso de las energías renovables, de la bioeconomía, de una gestión mejorada de la Red Natura 200, del turismo sostenible y de la gestión forestal¹³.

A lo largo de 2019 se celebraron manifestaciones en distintos puntos de la geografía nacional para denunciar lo que se considera un olvido institucional y político de una España a dos velocidades: la España urbana, desarrollada y poderosa, frente a una España rural y provincial, privada de oportunidades y, por lo tanto, escasa de población y recursos. La logística asociada al aprovisionamiento de las instalaciones de biomasa es uno de los mayores activos con los que cuenta el sector de la biomasa en España. La biomasa es una energía intensiva en generación y mantenimiento de empleos¹⁴ (incluyendo construcción y en operación y mantenimiento de las instalaciones). No solo en la propia instalación, sino también fuera de ella, al estar gran parte de esos empleos vinculados con el suministro de combustibles biomásicos a las instalaciones. Esta capacidad de generar y mantener empleos resulta inestimable en territorios que se consideran parte de la España vaciada, pues la inversión en una planta de biomasa consigue dinamizar socioeconómicamente y vertebrar el territorio, creando oportunidades estables y a largo plazo para la población. Oportunidades que además están vinculadas con la transición energética y con la bioeconomía circular, ambas políticas estratégicas para España y Europa.



¹² Mediante el proceso de *upgrading* se consigue aumentar la concentración de metano del 50%-70% que contiene de media el biogás a superar el 95% de metano, lo que se pasa a denominar biometano. A la vez se eliminan las impurezas presentes en el biogás (CO₂, H₂, microorganismos, etc.) consiguiendo un biometano cuyas características fisicoquímicas y de calidad son asimilables al gas natural, pero siendo 100% renovable.

¹³ Directrices Generales de la Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico (MPTFP, 2017) 

¹⁴ Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019 (IRENA, 2019) 

MATERIAS PRIMAS

La biomasa se define como la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales de origen biológico¹⁵.

Tradicionalmente, se ha entendido la biomasa fundamentalmente dentro del ámbito energético (como bioenergía y/o biocombustible). Sin embargo, la biomasa abarca un espectro más amplio: desde la producción y movilización de recursos biológicos (orgánicos) hasta la conversión de los mismos, no solo en energía, sino en productos de valor añadido, como componentes alimenticios, alimentos para animales y productos de base biológica (bioproductos)¹⁶.

Las materias primas biomásicas pueden clasificarse en base a su origen¹⁷:

• Biomosas AGRÍCOLAS

• **Cultivos dedicados.** Especies herbáceas o leñosas producidas mediante las actividades de cultivo en terreno agrícola, cosecha y, en caso necesario, del procesamiento de las materias primas recolectadas¹⁸. También se incluyen en este grupo los cultivos de algas, al producirse en medio acuoso.

• **Biomasa residual** originada durante el cultivo y primera transformación de productos agrícolas.

• Biomosas FORESTALES

• **Cultivos dedicados.** Biomasa procedente del aprovechamiento principal de masas forestales originadas mediante actividades de cultivo en terrenos agrícolas y/o forestales, con cosechado posterior y, en caso necesario, procesamiento de las materias primas recolectadas.

• **Aprovechamientos.** Biomasa originada como producto de las operaciones silvícolas en las masas forestales. También se consideran los productos forestales no madereros como las plantas aromáticas y medicinales, procedentes de recolección en sus hábitats naturales.

• **Biomasa residual** generada en la limpieza y en el mantenimiento de las masas forestales y los espacios verdes.

• Biomosas GANADERAS

• **Residuos** orgánicos generados en las explotaciones ganaderas. Se trata principalmente de la mezcla de deyecciones y la cama de ganado, que se denominan según la especie de la que proceden: estiércol, purines y gallinaza.

• Biomosas INDUSTRIALES

• **Subproductos y residuos procedentes de instalaciones industriales del sector agroalimentario** tales como la producción del aceite de oliva, procesamiento de cítricos, extracción de aceite de semillas, industria vinícola y alcoholera, conservera, cervecera, animal, producción de frutos secos, producción de arroz y procesamiento de algas.

• **Subproductos y residuos procedentes de instalaciones industriales del sector forestal** tales como las industrias forestales de primera y segunda transformación (cortezas, serrerías, carpinterías, etc.), subproductos de la industria de la celulosa (licores negros), procedentes de la recuperación de materiales lignocelulósicos¹⁹ (palés, materiales de construcción, muebles usados, etc.).

• Biomosas DOMÉSTICAS (procedentes de residuos urbanos) y biorresiduos

• **Fracción biodegradable de los residuos** domésticos y de servicios que se generan diariamente en los municipios. También los lodos de depuradora, las aguas residuales y los residuos HORECA (aceites de fritura, etc.). Así como los residuos vegetales de parques y jardines.

• Biomosas ACUÁTICAS (*blue biomass*)

• **Recursos biológicos** renovables procedentes de masas acuáticas como peces, algas y otros macro y microorganismos²⁰.

Asimismo, en base a su localización, las materias primas biomásicas pueden clasificarse en tres grandes bloques:

- › Biomosas localizadas (accesibles).
- › Biomosas disponibles no localizadas (no accesibles).
- › Biomosas cultivadas²¹.

España es una potencia europea en recursos biomásicos de todo tipo. Es el tercer país europeo por recursos absolutos de biomasa forestal (sólo por detrás de Suecia y Finlandia) y el séptimo en términos per cápita²². Entre 2004 y 2018, la superficie forestal en España aumentó un 1,2%, mostrando un crecimiento constante (muy superior a la media de la UE: 0,51%). El 55,2% de la superficie total nacional (27,9 millones de hectáreas) está compuesta por montes, de los cuales, más del 66% son bosque²³. Por otra parte, España mantiene posiciones destacadas en cantidad de recursos biomásicos susceptibles de utilización. Es el principal país productor mundial de aceite de oliva (1.789.900 t en la campaña 2018-2019)²⁴, con una generación de subproductos como el orujillo de entre 1.200.000 y 1.450.000 t/año (campaña 2018/2019)²⁵, y es uno de los

principales exportadores de hortofrutícolas de la UE (13,5 millones de toneladas exportadas en 2019)²⁶, lo que supone una alta generación de residuos. Además, ha alcanzado el primer puesto en la producción de ganado porcino en Europa, con más de 28 millones de cabezas y casi 90.000 explotaciones, generando más de 50 millones t/año de purines. Sin embargo, ostenta la posición decimosexta en consumo de biomasa per cápita²².

La prioridad del sector es potenciar la utilización de todo tipo de biomosas para generar bioenergía y bioproductos de forma sostenible, fomentando la demanda potencial de las materias primas existentes en el medio plazo. Para ello será fundamental conocer qué materias primas va a demandar la industria y en qué cantidad, evaluando la viabilidad técnica, económica y medioambiental vinculada a la movilización de las mismas, además de proceder a su caracterización en función de su utilización. Es decir, analizar la respuesta que puede darse a la demanda de materias primas existente actualmente y también a la potencial-futura, tanto en el ámbito de la bioenergía como en el de los bioproductos.

Resulta fundamental establecer un suministro continuo de biomasa a la instalación donde va a procesarse y valorizarse. La estacionalidad de determinadas materias primas biomásicas, como por ejemplo los residuos de cosechas agrícolas, pueden condicionar el suministro. Para ello, la complementariedad de la biomasa a partir de cultivos dedicados como aporte de materia prima complementaria a las que se generen en campos, montes e industrias, ayudaría a garantizar el suministro de la instalación minimizando el factor estacional asociado a determinados tipos de biomosas, así como a proporcionar biomosas de características concretas. Estos cultivos pueden basarse en especies y/o variedades conocidas, preferentemente de origen lignocelulósico (herbáceas o leñosas), así como en nuevos desarrollos basados en la biotecnología que busquen alta adaptación y eficiencia en el uso de los recursos. En cualquier caso, se evitarán los cultivos que tengan un uso alimentario, que estén consideradas especies invasoras, así como altamente demandantes en recursos. En relación con la utilización de agua de riego, será de interés el considerar el empleo de aguas reutilizadas para aquellos cultivos que lo toleren.

¹⁵ Directiva Europea Energías Renovables (UE) 2018/2001 (EC, 2018) ✎

¹⁶ Estrategia Europea de Bioeconomía (EC, 2018) ✎

¹⁷ Manual sobre las Biorrefinerías en España (BIOPLAT y SusChem, 2017) ✎

¹⁸ Según la Directiva Europea Energías Renovables (UE) 2018/2001, los cultivos intermedios, que consisten en plantas de crecimiento rápido que se puede intercalar entre hileras del cultivo principal, como los cultivos de captura y los cultivos de cobertura, se consideran materia prima sostenible siempre que su utilización no desencadene una demanda de tierras adicionales.

¹⁹ La lignocelulosa es el principal componente de la pared celular de las plantas, es una de las fuentes de biopolímeros más abundantes en la naturaleza.

²⁰ The EU Blue Bioeconomy Report 2019 (EC, 2019) ✎

²¹ El grupo de expertos españoles que desarrolla su actividad en el ámbito de la biomasa, representado por BIOPLAT, recomienda que los cultivos dedicados (biomasas cultivadas) que se desarrollen en España no sean cultivos alimentarios, ni invasores y que sus necesidades hídricas sean limitadas.

²² Balance socioeconómico de las biomosas en España 2017-2021 (Unión por la Biomasa/AFI, 2018) ✎

²³ Perfil ambiental de España 2018 (MITECO, 2018) ✎

²⁴ Boletín del mercado de aceite de oliva – Campaña 2018/2019 (AICA/MAPA, 2019) ✎

²⁵ La Bioenergía en Andalucía (AEE, 2020) ✎

²⁶ Exportación/importación españolas de frutas y hortalizas (FEPEX, 2020) ✎

INFOBOX 1.

Criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa en la RED II

La Comisión Europea, en la Directiva 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables⁶ (RED II), define una serie de criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI de los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa. Asimismo, establece para el cálculo de la cuota de energía procedente de fuentes renovables que no se tengan en cuenta los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa que no cumplan los criterios de sostenibilidad y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero establecidos en la misma.

Los **biolíquidos utilizados en el transporte** deben cumplirlos para ser contabilizados en el objetivo general del 14% de energía renovable consumida en el transporte por carretera y ferrocarril para 2030 y ser elegibles para percibir apoyo financiero públi-

co. Algunos de estos criterios son los mismos que en la RED original, mientras que otros son nuevos o reformulados. En particular, la RED II introduce la sostenibilidad de las materias primas forestales, así como los criterios de GEI para los combustibles de biomasa sólidos y gaseosos.

Los valores de emisión de GEI por defecto y las reglas de cálculo se proporcionan en el Anexo V (para biocombustibles líquidos) y el Anexo VI (para biomasa sólida y gaseosa para producción de energía y calor) de la RED II. La Comisión puede revisar y actualizar los valores por defecto de las emisiones de GEI cuando los avances tecnológicos lo requieran. Mientras que los operadores económicos tienen la opción de utilizar los valores de intensidad de GEI predeterminados proporcionados en la RED II o de calcular los valores reales para su ruta.

Umbral de ahorro de gases de efecto invernadero en RED II

Fecha de inicio de la operación de la planta	Biocombustibles para transporte	Combustibles renovables de origen no biológico para transporte	Electricidad, calefacción y refrigeración
Antes de octubre 2015	50%	-	-
Después de octubre de 2015	60%	-	-
Después de enero de 2021	65%	70%	70%
Después de enero de 2026	65%	70%	80%

Para evitar que la producción de biocombustibles se extienda de tierras agrícolas a tierras no agrícolas (incluyendo áreas con alto contenido de carbono, como bosques, humedales y turberas), proceso que se conoce como cambio indirecto de uso de la tierra (ILUC, *Indirect Land Use Change*) que puede provocar la liberación de CO₂ almacenado en los árboles y el suelo, corriendo el riesgo de anular los ahorros de gases de efecto invernadero que resultan del aumento de biocombustibles; la RED II introduce un nuevo enfoque: establece límites a los biocombustibles, biolíquidos y combustibles de biomasa de alto riesgo ILUC con una expansión significativa en tierras con alto contenido de carbono. Estos límites afectarán la cantidad de estos

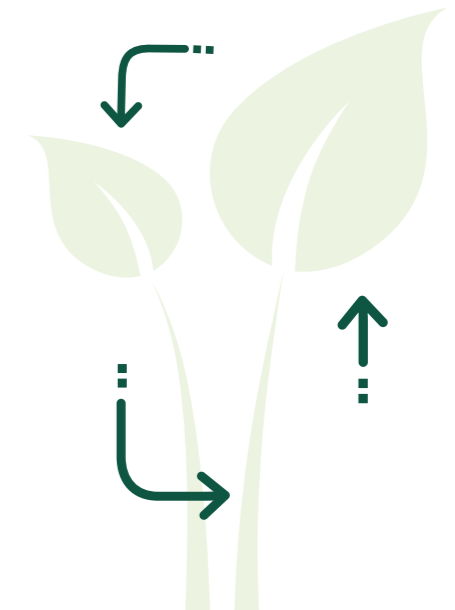
combustibles que los Estados miembros pueden contar para sus objetivos nacionales al calcular la cuota nacional global de energías renovables y la cuota de energías renovables en el transporte. Los Estados miembros aún podrán utilizar (e importar) combustibles cubiertos por estos límites, pero no podrán incluir estos volúmenes al calcular el grado en que han cumplido sus objetivos renovables. Estos límites consisten en una congelación en los niveles de 2019 para el período 2021-2023, que disminuirá gradualmente desde finales de 2023 a cero para 2030. La RED II también introduce una exención de estos límites para los biocombustibles, biolíquidos y combustibles de biomasa certificados como de bajo riesgo ILUC.

Dentro del subobjetivo de transporte del 14%, existe un objetivo específico para los **biocombustibles avanzados** producidos a partir de materias primas enumeradas en la parte A del anexo IX. La contribución de los biocarburantes avanzados y el biogás producidos a partir de las materias primas enumeradas en la parte A del anexo IX como porcentaje del consumo final de energía en el sector del transporte será como mínimo del 0,2% en 2022, como mínimo del 1% en 2025 y como mínimo 3,5% en 2030. Sin embargo, los Estados miembros podrán eximir a los proveedores de combustible que suministren combustible en forma de electricidad o combustibles de transporte líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico del requisito de cumplir con la proporción mínima de biocombustibles avanzados y biogás producidos a partir de las materias primas enumeradas en la parte A del anexo IX con respecto a esos combustibles. Mientras que las materias primas para la producción de biogás para el transporte y los biocarburantes avanzados, cuya contribución a las cuotas mínimas se refiere el artículo 25, apartado 1, párrafos primero y cuarto, podrá considerarse el doble de su contenido energético. Para el cálculo del numerador, la proporción de biocarburantes y biogás producidos a partir de las materias primas enumeradas en la parte B del anexo IX se limitará al 1,7% del contenido energético de los combustibles de transporte suministrados para el consumo, o utilizar en el mercado. Los Estados miembros podrán, cuando esté justificado, modificar ese límite, teniendo en cuenta la disponibilidad de materia prima.

La proporción de biocombustibles y biolíquidos, así como de combustibles de biomasa consumidos en el transporte, cuando se produzcan a partir de cultivos alimentarios y forrajeros, no será más de un punto porcentual superior a la proporción de dichos combustibles en el consumo final de energía en la carretera y sectores del transporte por ferrocarril en 2020 en ese Estado miembro, con un máximo del 7% del consumo final de energía en los sectores del transporte por carretera y por ferrocarril en ese Estado miembro.

Los combustibles producidos a partir de materias primas con "alto riesgo indirecto de cambio de uso de la tierra" estarán limitados por un límite más restrictivo en el nivel de consumo de 2019. La proporción de estos que sean producidos a partir de cultivos alimentarios y forrajeros para los que se observe una expansión significativa de la zona de producción en tierras con existencias de alto contenido de carbono no superará el nivel de consumo de tales combustibles en ese Estado miembro en 2019, a menos que estén certificados como biocarburantes, biolíquidos o combustibles de biomasa de bajo riesgo indirecto de cambio de uso del suelo de conformidad con el presente apartado. Desde el 31 de diciembre de 2023 hasta el 31 de diciembre de 2030 a más tardar, dicho límite disminuirá gradualmente hasta el 0%.

Los combustibles utilizados en los sectores de la aviación y el marítimo pueden optar por contribuir al objetivo de transporte del 14%, pero no están sujetos a ninguna obligación. La contribución de los combustibles renovables no alimentarios suministrados a estos sectores contará 1,2 veces su contenido energético.



INFOBOX 2.

Reglamento Europeo de Fertilizantes: posibilidades de utilización de subproductos/residuos orgánicos

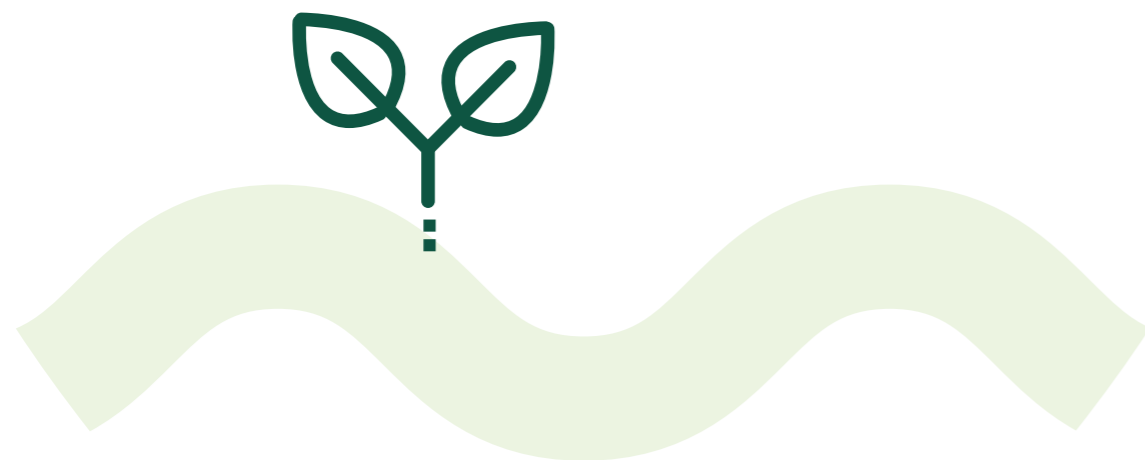
El Consejo Europeo adoptó en 2019 un Reglamento que armoniza los requisitos para los fertilizantes producidos a partir de minerales fosfatados y de materias primas orgánicas o secundarias, abriendo nuevas posibilidades de producción y comercialización a gran escala²⁷.

El nuevo Reglamento, que sustituye al Reglamento de 2003 relativo a los abonos, incluye todos los tipos de fertilizantes (minerales, orgánicos, enmiendas del suelo, medios de cultivo, etc.) y tiene prevista su entrada en vigor efectiva en julio de 2022. A partir de entonces, los primeros productos con el nuevo marcado CE se pondrán en el mercado y tendrán que cumplir determinadas condiciones (niveles máximos de contaminantes, categorías de materiales componentes definidas y requisitos de etiquetado) para poder disfrutar de libertad de circulación en el mercado interior de la UE. Los fabricantes de fertilizantes que no lleven el marcado CE tendrán aún la posibilidad de comercializar sus productos a escala nacional.

El nuevo Reglamento Europeo de Fertilizantes, además de permitir la libre circulación de los fertilizantes en todo el territorio europeo, potenciará la economía circular y la agricultura sostenible promoviendo un mayor uso de materiales reciclados y reduciendo los residuos y la dependencia de nutrientes importados. Por primera vez, establece una clasificación en base a siete nuevas Categorías Funcionales de Productos (CFP):

- ▶ **CFP 1 – Abonos o Fertilizantes.**
- ▶ **CFP 2 – Enmiendas Calizas.**
- ▶ **CFP 3 – Enmiendas del Suelo.**
- ▶ **CFP 4 – Sustratos de Cultivo.**
- ▶ **CFP 5 – Inhibidores.**
- ▶ **CFP 6 – Bioestimulantes de las plantas.**
- ▶ **CFP 7 – Mezclas de productos fertilizantes.**

Este Reglamento abre la puerta a la utilización de las cenizas y escorias de las plantas de biomasa en la fabricación de fertilizantes (enmiendas), al provenir de biomásas agrícolas y forestales perfectamente trazables, fomentando de esta forma una mayor eficiencia de los recursos, la disminución de costes de los sistemas de cultivo y la bioeconomía circular.



INFOBOX 3.

Biorresiduos y subproductos

La Directiva Europea 2018/851/CE²⁸ sobre los residuos y la Directiva Europea 2018/851, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE²⁹ sobre los residuos, establece las siguientes definiciones:

- ▶ **Subproducto** – una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto. Puede ser considerada como subproducto y no como residuo si va a ser utilizado posteriormente, si puede utilizarse directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial normal, si se produce como parte integrante de un proceso de producción y si el uso ulterior es legal (cumple los requisitos pertinentes para protección del medio ambiente y de la salud, y no producirá impactos generales adversos para el medio ambiente o la salud humana).
- ▶ **Fin de la condición de residuo** - determinados residuos específicos dejarán de ser residuos cuando hayan sido sometidos a una operación de valorización (incluido el reciclado) y cumplan criterios específicos cuando se usa normalmente para finalidades específicas, cuando existe un mercado o una demanda, si satisface los requisitos técnicos para las finalidades específicas (y cumple la legislación existente y las normas aplicables a los productos) y siempre que no genere impactos adversos globales para el medio ambiente o la salud
- ▶ **Biorresiduo** – residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimentarios y de cocina procedentes de hogares, oficinas, restaurantes, mayoristas, comedores, servicios de restauración colectiva y establecimientos de consumo al por menor, y residuos comparables procedentes de plantas de transformación de alimentos.



El subproducto y fin de condición de residuo en la Directiva 2018/851/UE

De acuerdo con el Artículo 6 de la Directiva 2018/851/UE, los Estados miembros deben adoptar las medidas adecuadas para garantizar que se considere que los residuos que hayan sido objeto de reciclado u otra operación de valorización han dejado de ser residuos. La Comisión supervisa el desarrollo de los criterios nacionales relativos al fin de la condición de residuo en los Estados miembros y evalúa la necesidad de desarrollar criterios a escala europea sobre esa base. La Comisión toma como punto de partida los criterios que sean más estrictos y protectores desde el punto de vista ambiental.

Cuando no se hayan establecido criterios a escala europea o nacional, un Estado miembro podrá decidir caso por caso o adoptar las medidas adecuadas para verificar que un residuo ha dejado de serlo. La persona física o jurídica que utilice por primera vez un material que ha dejado de ser residuo y que no ha sido comercializado, o comercialice por primera vez un material después de que este haya dejado de ser residuo, garantizará que el material cumpla los requisitos pertinentes establecidos en la normativa aplicable en materia de productos y sustancias químicas.

Con objeto de fomentar la bioeconomía circular se debe maximizar la utilización de materias primas biomásicas que están catalogadas como residuos. Habilitar la utilización de estas materias primas de forma segura y sostenible, posibilitará cerrar ciclos productivos favoreciendo la eficiencia económica y medioambiental.

²⁷ Reglamento Europeo de Fertilizantes (UE) 2019/1009 (EC, 2019) ✨

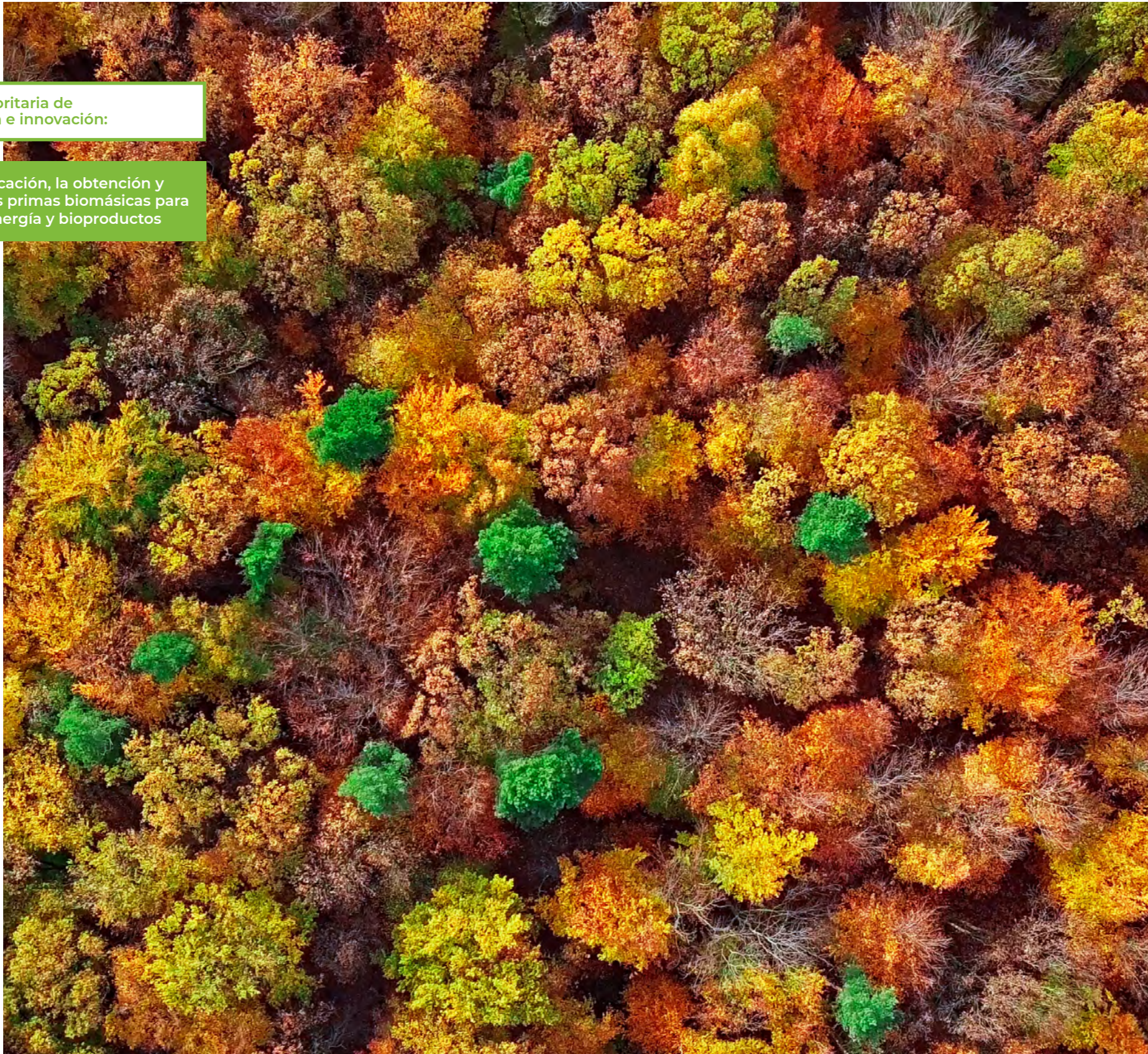
²⁸ Directiva Europea Residuos (UE) 2018/851 (EC, 2018) ✨

²⁹ Directiva Europea de Residuos 2008/98/CE (EC, 2008) ✨

INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN MATERIAS PRIMAS

Área prioritaria de investigación e innovación:

Optimizar la identificación, la obtención y la movilización materias primas biomásicas para distintos usos: bioenergía y bioproductos



Consideraciones estratégicas:

- ▶ La sustitución de productos (materiales, componentes), energía y combustibles por derivados de biomasa conseguiría sustituir las materias primas actuales (no renovables y contaminantes) pero se mantendría la misma estructura de consumo, mercado, impuestos, etc. Es decir, conseguiríamos modificar el origen (de fósil a renovables) pero no modificaríamos patrones de consumo, de uso, de impuestos y de educación de la ciudadanía. La Bioeconomía Circular debe servir de palanca no solo para favorecer esta transformación desde lo fósil e importado hasta lo renovable y local, sino también para contribuir a un modelo socioeconómico distinto al actual, consciente de la necesidad de modificar tanto conductas y tomas de decisiones como modelos productivos y sociales.
- ▶ Se ha de conseguir una movilización sostenible de materias primas para dar respuesta a diversos y concretos usos finales (bioenergía y/o bioproductos). El coste de movilización de biomasa ha de ser admisible para cada determinado uso final, ya que el uso final y el precio de mercado determinan la rentabilidad de la explotación de las distintas biomasa. La materia prima se adquiere cumpliendo determinadas especificaciones y con un precio límite máximo definido por el uso final y el caso de negocio.
- ▶ Será esencial identificar las necesidades del mercado existentes y futuras para acoplar la demanda con la oferta de biomasa. Además, será fundamental no solo contar con biomasa existentes sino también con biomasa desarrolladas *ad-hoc*: cultivos dedicados, nuevos desarrollos biotecnológicos, e incluso nuevos usos para las materias primas que ya se conocen.
- ▶ Las biorrefinerías y bioindustrias deberían tener un enfoque en cascada para el uso de sus insumos, favoreciendo la generación de productos de mayor valor añadido y más eficientes en cuanto a recursos, como los productos de base biológica y el material industrial, seguido de la bioenergía. Enfoque que estará supeditado a las condiciones técnico-económicas (no situar sistemáticamente a la bioenergía al final sin efectuar un análisis de idoneidad previo). El principio del uso en cascada se basa en el uso único o múltiple de un material, normalmente acompañado de la producción de energía por combustión del material restante³⁰. Así, los subproductos y desechos de un proceso de producción se utilizan en otros procesos de producción de bioproductos y/o bioenergía. Las biorrefinerías pueden contribuir así a los principios de una "sociedad de cero desechos".

³⁰ Integrated Biorefinery (European Bioeconomy, 2018)

- ▶ Para la fracción orgánica de los residuos domésticos y los biorresiduos es esencial identificar el fin para una obtención ajustada a cada necesidad. Es decir, el reto está relacionado con el uso final que se pretende dar no con la movilización, a la inversa que con las otras biomasa. Será fundamental el desarrollo de procesos para extraer el valor de los residuos. En función del uso final puede desarrollarse e implementarse el sistema de separación previo teniendo en cuenta los esquemas ya existentes.
- ▶ Asimismo, será muy relevante recuperar la investigación en cultivos dedicados para bioenergía y bioproductos, tanto lignocelulósicos (herbáceos y leñosos) como cultivos de algas, así como tener en consideración otras biomasa poco utilizadas hasta el momento como la biomasa marina (restos de pescados, moluscos o crustáceos, así como macro y microalgas). Para ello hay que tener en cuenta las restricciones recogidas en la nueva Directiva Europea de Energías Renovables (REDII)¹⁶.

Retos de investigación, desarrollo e innovación:

• Identificación, cuantificación y geolocalización de biomasa.

- ▶ Utilización de Lidar³¹ aéreo y sobre drones para inventario y planificación de los aprovechamientos de biomasa forestal, incluida la de matorral, en combinación o alternativamente con análisis de imágenes de satélite (Sentinel³², etc.) y métodos de inventario terrestre tradicionales o con uso de nuevas tecnologías (visión artificial, Lidar terrestre, etc.).

- ▶ Inventariar otras fuentes de biomasa, desde las deyecciones ganaderas hasta los residuos generados por la actividad agrícola y la transformación de estos productos por parte de la industria alimentaria, vinculando el potencial de recursos disponibles a su estacionalidad (para saber si el volumen generado se mantiene constante a lo largo del año o se concentra en determinados meses).

• Estandarización de la biomasa.

- ▶ Desarrollo de métodos analíticos que permitan conocer la composición de la biomasa y estandarizar la calidad de la materia prima para, en función de estas, optar por los pretratamientos, tratamientos y usos indicados (*ad hoc*).

• Movilización de biomasa.

- ▶ Ensayos de maquinaria y sistemas de trabajo innovadores para la recolección de biomasa forestal y agrícola, incluida la de cultivos, para desarrollo de modelos de productividad-costes y manuales de operación.
- ▶ Detección de necesidades de formación al respecto de administraciones, empresas y trabajadores que podrían ser agentes de movilización y diseño de programas de formación.

• Cultivos dedicados de biomasa.

- ▶ Desarrollar programas de mejora genética y utilizar herramientas biotecnológicas para obtener cultivos de biomasa adaptados a las características territoriales (o de sitio) y eficientes en el uso de los recursos.

- ▶ Optimización de técnicas de cultivo y de escalado en los cultivos dedicados de biomasa (prácticas culturales avanzadas, tecnificación de regadíos y reutilización de aguas, desarrollo de maquinaria, etc.), preferentemente en tierras marginales o excedentarias (teniendo en cuenta su productividad y costes asociados) que se encuentren dentro del radio de influencia de las instalaciones de valorización, que requieran pocos insumos (tecnificación de regadíos, reutilización de aguas, etc.).

- ▶ Detección de necesidades de formación en los agricultores y propietarios forestales para aumentar el conocimiento y la confianza sobre los cultivos dedicados de biomasa.

• Logística de biomasa.

- ▶ Mejora de los modelos logísticos y de los procesos asociados con objeto de optimizar costes. De acuerdo con el estudio previo de la demanda de los usuarios finales, desarrollo de software de planificación de aprovechamiento, almacenamiento y transporte adecuado a las circunstancias de materias primas y condiciones fisiográficas y climáticas de los diferentes dominios biogeográficos españoles (atlántico, mediterráneo, continental, de montaña y macaronésico).

- ▶ Desarrollo de nuevos operadores logísticos de biomasa en base a la distribución de biomasa en las regiones para garantizar la disponibilidad del recurso durante todo el año. Las cooperativas agroalimentarias pueden desempeñar un rol muy relevante como centros logísticos de biomasa.

- ▶ Estudio e implementación de canales logísticos sostenibles y adecuados para la sustitución de las materias primas de origen fósil por biomasa con el consecuente desarrollo de nodos de transformación de la biomasa en puntos estratégicos del territorio de manera que el aprovechamiento pueda ser en cascada y viable económicamente pero también desde el punto de vista de la sostenibilidad y el medio ambiente.

• Almacenamiento de biomasa.

- ▶ Optimización de los sistemas de almacenamiento de biomasa en las instalaciones de valorización para impedir la degradación de las mismas, así como para garantizar que no se conviertan en foco de otros problemas (como la propagación de insectos, etc.).

• Relación entre utilización de biomasa forestal y prevención de incendios.

- ▶ Estudio mediante herramientas de simulación de la efectividad del aprovechamiento en los parámetros de los modelos de simulación de riesgos de incendio y desarrollo de prescripciones para los tratamientos. Evaluación de la reducción de costes de estos trabajos y/o de las condiciones de autofinanciación. Posible ensayo de maquinaria y sistemas de trabajo innovadores.

• Trazabilidad en las cadenas de valor de la biomasa.

- ▶ Aplicación de tecnologías de medición remota (estereometría, Lidar, visión artificial, ultrasonidos) a la medición de la calidad y humedad de la biomasa. Aplicación de la tecnología *Blockchain* a la trazabilidad de las cadenas de valor.

• Activación de materias primas y monómeros biobasados.

- ▶ Desarrollo de nuevos catalizadores, más selectivos, que permitan incrementar la reactividad de materias primas y monómeros biobasados. Actualmente su reactividad es más limitada que la de sus homólogos derivados del petróleo (bisfenol A, diisocianatos etc.). Encontrar nuevos catalizadores que activen a los monómeros biobasados sería un hito muy relevante para el desarrollo de la nueva biorrefinería ya que haría posible la competencia de los nuevos procesos con los tradicionales.

- ▶ Utilización de aceites (y derivados residuales) no solo como potencial materia prima para biocombustibles de aviación sino también para la obtención de nuevos bioproductos que sean alternativa a los comerciales petroderivados. La versatilidad estructural de los aceites da mucho juego para obtener tanto *commodities* como productos de alto valor (para sectores como el de la cosmética) que pueden competir con los actuales en el mercado y proporcionar mayores márgenes de beneficio.

³¹ Un Lidar o lidar (del inglés LIDAR, *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*) es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado.

³² Sentinel Online (ESA, 2020) 

BIOENERGÍA

La unión energética y la lucha contra el cambio climático son prioridades estratégicas en las políticas de la Comisión Europea. El Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética (SET-Plan) y su Declaración de Intenciones (SET-Plan DOI)³³ persiguen transformar la producción y el uso de energía en Europa para lograr el liderazgo mundial además de reducir costes en la producción de energía mediante soluciones tecnológicas con el propósito de alcanzar los objetivos energéticos establecidos a medio y largo plazo. El SET-Plan define el programa europeo de investigación y desarrollo en materia de energía mediante 10 prioridades y objetivos de investigación y desarrollo que abarcan el sistema energético europeo en su conjunto. Estos objetivos pretenden acelerar la descarbonización del sistema energético y del sector del transporte haciendo que las tecnologías sean más rentables y tengan mejores rendimientos.

La Acción 8 del SET-Plan “Bioenergía y combustibles renovables para el transporte sostenible” cuenta con tres objetivos comunes para el ámbito de la bioenergía: mejorar el rendimiento y la eficiencia de la producción, reducir las emisiones de GEI a lo largo de la cadena de valor y reducir los costes del proceso. Se describen enfoques específicos de aplicación sobre los combustibles renovables para un transporte sostenible (combustibles de automoción y aviación, así como el hidrógeno producido a partir de fuentes renovables), la bioenergía (biosólidos, biolíquidos y biogases) y los portadores intermedios de bioenergía³⁴ (*bioenergy carriers* en inglés).

En diciembre de 2018 entró en vigor la Directiva Europea revisada sobre Energías Renovables 2018/2001/UE (REDII)¹⁶, como parte del Paquete Energía Limpia (*Clean Energy Package*) para todos los europeos, que tiene por objeto mantener a la UE en el liderazgo mundial en materia de energías renovables y, en términos más generales, favorecer que la UE cumpla sus compromisos de reducción de emisiones en virtud del Acuerdo de París. Los países de la UE fueron instados a elaborar planes nacionales integrados de energía y clima (por sus siglas: PNIEC) de 10 años de duración para 2021-2030, en los que se esboce la forma en que cumplirán los nuevos objetivos de 2030 en materia de energía renovable y eficiencia energética.

La nueva Directiva establece un nuevo objetivo vinculante de energía renovable para la UE para 2030 de al menos el 32%¹⁶, con una cláusula para una posible revisión al alza para 2023. La Directiva incluye criterios de sostenibilidad actualizados para los biocarburantes utilizados en el transporte y para los biocombustibles gaseosos y los de biomasa sólida utilizados para la calefacción y la electricidad.

INFOBOX 4.

Los biocarburantes utilizados para cumplir los objetivos fijados en la Directiva Europea de Energías Renovables¹⁶ deben cumplir obligatoriamente criterios de sostenibilidad

La energía procedente de biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa se tendrá en cuenta para los siguientes fines, solamente si cumplen los criterios de sostenibilidad y los criterios de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero establecidos en la Directiva:

- ▶ Contribuir al objetivo establecido de que los Estados miembros velarán conjuntamente por que la cuota de energía procedente de fuentes renovables sea de al menos el 32% del consumo final bruto de energía de la UE en 2030.
- ▶ Cumplir con las obligaciones en materia de energías renovables, en particular la obligación Integración de las energías renovables en el sector del transporte.
- ▶ Optar a una ayuda financiera al consumo de biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa.



Requisitos de sostenibilidad. El artículo 29 de la Directiva establece los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero derivada del uso de biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa será:

- a. del 50% como mínimo en el caso de los biocarburantes, biogás consumido en el sector del transporte y biolíquidos producidos en instalaciones en funcionamiento el 5 de octubre de 2015 o con anterioridad a dicha fecha;

- b. del 60% como mínimo en el caso de los biocarburantes, biogás empleado en el sector del transporte y biolíquidos producidos en instalaciones que hayan entrado en funcionamiento desde el 6 de octubre de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2020;


- c. del 65% como mínimo en el caso de los biocarburantes, biogás consumido en el sector del transporte y biolíquidos producidos en instalaciones que hayan entrado en funcionamiento a partir del 1 de enero de 2021;

- d. del 70% como mínimo en el caso de la producción de electricidad, calefacción y refrigeración a partir de combustibles de biomasa empleados en instalaciones que hayan entrado en funcionamiento desde el 1 de enero de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2025, y del 80% en el caso de las instalaciones que hayan entrado en funcionamiento a partir del 1 de enero de 2026.

Procedencia de las materias primas. Es conveniente limitar, de forma general, la producción de biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa producidos a partir de cultivos destinados a la alimentación humana o animal promovidos en la presente Directiva y, además, exigir a los Estados miembros que fijen un límite específico y decreciente para los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa producidos a partir de productos destinados a la alimentación humana o animal respecto de los cuales se haya observado una expansión significativa de la superficie de producción en tierras con elevadas reservas de carbono. Deben quedar exentos del referido límite específico decreciente aquellos biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa con bajo riesgo de cambio indirecto en el uso de la tierra.

Cumplimiento de las obligaciones. La verificación de los requisitos establecidos podrá realizarse mediante la utilización de un sistema nacional que cada Estado miembro debe desarrollar o bien acogiendo a un esquema voluntario reconocido por la Comisión Europea.

³³ Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) (EC, 2020) 

³⁴ Strategic Energy Technology Plan Action 8 - Implementation Plan (ETIP-Bioenergy, 2019) 

En España, el Marco Estratégico de Energía y Clima³⁵ presentado en 2019 marca el camino a seguir para cumplir los objetivos energéticos y climáticos. Está conformado por propuestas normativas que incluyen el Anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)³⁶, la Estrategia de Transición Justa y la Estrategia Nacional de Transición Energética.

El documento definitivo del PNIEC remitido a Bruselas (borrador oficial) establece para España unos objetivos energéticos significativamente más ambiciosos que los establecidos por la Unión Europea, al fijar un 42% de energías renovables sobre el uso de energía final del país en el año 2030 (por encima del 32% establecido para el conjunto de la UE); lo cual implicaría que el porcentaje de renovables en 2030 alcance el 74% en el sector eléctrico. Y estima que la dependencia energética del exterior disminuya 15 puntos porcentuales, pasando del 74% actual al 59% en 2030. En lo que respecta a la eficiencia energética, se estima que mejoraría en un 39,6%.

En el ámbito socioeconómico se estima un impacto en el PIB del 1,8% en 2030 (0,18% anual) y un impacto en el empleo entre 253.000 y 348.000 empleos netos anuales (directos e indirectos) a lo largo de la década, en el sector renovable y en el de la eficiencia energética. Asimismo, se prevé una inversión de 241.000 millones de euros hasta 2030, de los que el 80% serían inversión privada y el 20% pública, repartida entre las administraciones central, regional y local, más los fondos europeos.

El objetivo principal del PNIEC es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero un 23% sobre la base de 1990. Al finalizar el año 2017, España estaba 18 puntos porcentuales por encima de esa referencia. Sin embargo, se trata de un objetivo por debajo del 40% que exige el Acuerdo de París y la Unión Europea.

El PNIEC tiene en consideración a la biomasa y persigue soluciones tecnológicas que permitan la optimización de la cadena de valor, desde la obtención del recurso hasta su valorización, buscando reducir costes y mejorar la eficiencia de instalaciones y procesos. Se señala a la biomasa como tecnología que contribuye a la flexibilidad y optimización del sistema eléctrico en su conjunto y, entre las medidas dedicadas a la descarbonización, la eficiencia y seguridad energética o la reducción de emisiones de GEI, existen programas específicos para el aprovechamiento de la biomasa, medidas de eficiencia energética en explotaciones agrarias, comunidades de regantes y maquinaria agrícola, y medidas de reducción de emisiones de GEI en los sectores agrícola y ganadero, en la gestión de residuos, en la edificación y en la industria.

INFOBOX 5.

La biomasa cuenta con extraordinarias capacidades para contribuir a los retos de la España vaciada

Las características del sector de la biomasa (necesidad de aprovisionamiento continuo de materias primas, marcado carácter industrial) lo convierten en una alternativa de interés para el medio rural español. Las instalaciones de biomasa pueden formar parte de otras instalaciones industriales presentes en el territorio, o bien tratarse de instalaciones singulares de generación de energía distribuida muy vinculadas con los sectores primario y secundario, cuya existencia implicaría la creación y consolidación de mercados (o redes interconectadas de micromercados) capaces de garantizar el suministro del recurso biomásico que precisa dicha industria a partir de los propios recursos biomásicos locales.

El establecimiento de este sector industrial induciría la generación de nuevos puestos de trabajo localizados en las áreas donde se generan los estos recursos y donde se localizan las instalaciones, que sería mayoritariamente el medio rural. La biomasa es una energía renovable que cuenta con unas extraordinarias capacidades para contribuir a los retos de la España vaciada. Esta tecnología ofrece un amplio abanico de oportunidades profesionales, especialmente en zonas rurales con riesgo de despoblación que suelen coincidir con aquellas zonas con gran cantidad de recursos biomásicos. Este sector no solo contribuiría a crear empleo, sino a fijarlo, haciendo viable a través del desarrollo del sector de la biomasa que se lleven a cabo objetivos de las políticas de desarrollo rural, al permitir que se inyecte riqueza en el mismo y se creen empleos estables y de calidad.



³⁵ Marco Estratégico de Energía y Clima (MITECO, 2019) ✦

³⁶ Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (MITECO, 2020) ✦

INFOBOX 6.

Producción de hidrógeno a partir de biomasa y biocombustibles

El hidrógeno como vector energético con un importante potencial de descarbonización en la industria y el transporte principalmente, debería contar con fuentes renovables como recursos energéticos de partida para garantizar que se trata de un hidrógeno “verde”. Además de eólica y solar, la biomasa está llamada a desempeñar un rol relevante pues el hidrógeno puede obtenerse de forma directa a partir de biomasa lignocelulósica mediante procesos termoquímicos (gasificación y pirólisis), así como de forma indirecta mediante el reformado de los compuestos resultantes de procesos biológicos (biometano de digestión anaerobia y bioetanol de fermentación alcohólica).

Los biocombustibles líquidos, como el bioetanol, presentan la ventaja de su capacidad de almacenamiento y facilidad de transporte para poder realizar una generación de hidrógeno adaptada y próxima a la demanda sin las dificultades asociadas al almacenamiento del hidrógeno producido, evitando los problemas de infraestructura, seguridad y espacio que ello supone.

Una forma de fomentar el uso de biomasa en España sería incluir la biomasa y sus combustibles derivados en la producción de hidrógeno. En España, existen empresas con tecnología propia en los procesos de reformado necesarios para convertir biocombustibles líquidos, como el bioetanol, en hidrógeno renovable. El escalado de esos procesos (ya existentes a pequeña escala) presenta un sobresaliente potencial de abaratamiento en la producción de hidrógeno por tratarse de industrias químicas, además de una importante oportunidad de diversificación para las plantas de biocombustibles, orientándolas a biorrefinerías.



INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN BIOENERGÍA

Área prioritaria de investigación e innovación:

Extender y optimizar la respuesta técnico-económica y medioambiental de los procesos que intervienen en la generación de bioenergía

Retos de investigación, desarrollo e innovación:

- **Analizar las posibilidades reales de adaptación de antiguas centrales de carbón a biomasa (aunque sea menor potencia/capacidad).**

- Identificar qué centrales de carbón cuentan con un cierre programado, su localización y los recursos biomásicos disponibles en esas áreas geográficas. En caso de resultar viable, aprovechar las infraestructuras existentes resultantes del proceso de desmantelamiento de centrales de carbón para promover centrales de biomasa en las mismas (o de co-combustión en las que el combustible fósil juegue un papel de apoyo al uso de la biomasa). No tendría que ser una sustitución de la capacidad total de la central de carbón por biomasa, sino que se desarrollarían proyectos en base al recurso disponible aprovechando las infraestructuras existentes al máximo. Asimismo, se deber identificar la ubicación de industrias próximas a la nueva central de biomasa para fomentar la cogeneración (aprovechando el calor, consiguiendo procesos más eficientes) o bien para aprovechar sus subproductos (cenizas, CO₂) promoviendo la circularidad. Para llevarlo a cabo será fundamental que se acople con la Estrategia de Transición Justa del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

- **Hibridaciones entre instalaciones de biomasa y otras tecnologías renovables.**

- Aumentar la eficiencia técnico-económica y medioambiental de las instalaciones promoviendo soluciones híbridas, tanto de biomasa eléctrica con otras fuentes renovables (con solar de concentración, biogás, etc.) como de instalaciones de biomasa térmica con otras renovables térmicas (con geotermia, solar térmica, etc.) para edificios e industrias, en instalaciones singulares y en redes de calefacción. Así como investigar en soluciones de trigeneración (agua caliente y fría, vapor y electricidad), especialmente para integrar en el sector industrial.

- **Optimización de ahorros en el ciclo completo de la biomasa, especialmente en la fase de aprovisionamiento.**

- Incrementar el rendimiento de todos los procesos que intervienen en las cadenas de valor bioenergéticas (eléctricas, térmicas, biocarburantes) maximizando su adecuación a las condiciones específicas de España (biomasas autóctonas y subproductos agroindustriales existentes, climatología, escasez de agua, etc.).

- **Pretratamientos avanzados.**

- Un aspecto clave, sobre todo en biomasas lignocelulósicas, es su pretratamiento para separar diferentes fracciones (fundamentalmente lignina, hemicelulosa y celulosa). La viabilidad económica de esta etapa es fundamental y conviene optimizar tratamientos tradicionales como la autohidrólisis, hidrólisis ácida o alcalina, así como continuar investigando tratamientos más novedosos como el proceso *organosolv*, pretratamientos biológicos o con catalizadores enzimáticos, líquidos iónicos, torrefacción, pirólisis, licuefacción hidrotermal (HTL), carbonización hidrotermal (HTC) o el uso de disolventes eutécticos profundos (*Deep Eutectic Solvents-DES*). Serán de especial interés las industrias que ya implementan estos pretratamientos, como la industria del papel y la celulosa.

- **Innovación en los procesos de combustión para aumentar la eficiencia energética y el control de emisiones.**

- Optimizar los procesos implementando, incluso mejorando cuando sea posible, los requisitos de eco-diseño del Reglamento UE2015/118912 aplicables a calderas de combustibles sólidos con una potencia térmica nominal ≤ 500 kW y los relativos a la incorporación al ordenamiento jurídico español (Real Decreto 1042/2017) de la Directiva UE 2015/2193³⁷, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas, potencia térmica nominal ≤ 50 MW.

³⁷ Directiva Europea de Emisiones en Instalaciones de Combustión Medianas (EC, 2015) 

- **Impulsar líneas de investigación que permitan la integración de las biomásas como combustible para procesos industriales** con objeto de sustituir a los combustibles fósiles importados que se utilizan masivamente en todo tipo de industrias en España.
 - Aumentar el conocimiento de la industria relativo a la preparación previa de los biocombustibles (estandarización y homogeneización jugarán un papel clave) y a tecnologías de pretratamiento avanzadas.
 - Innovar en la caracterización continua e *in situ* de la biomasa a alimentar utilizando tecnologías de Inteligencia Artificial, con el objetivo de facilitar la adaptación del proceso de transformación a las características de la biomasa de entrada.
 - Fomentar la circularidad masivamente en el sector industrial español implementando procesos que utilicen como materia prima subproductos de base biológica y corrientes residuales que procedan del reciclado de los productos anteriores.
 - Integrar en industrias (como la petroquímica) líneas de procesos industriales alimentadas por biomásas en la que sea susceptible sustituir carbono fósil (procedente de derivados del petróleo) por carbono renovable (procedente de la biomasa).
- **Aprovechamiento de la fracción biodegradable de los residuos municipales, lodos de depuradora o purines, para la producción de biogás o biometano.**
 - Explorar tecnologías de fraccionamiento innovadoras para este tipo de biorresiduos, optimizar los procesos que intervienen en la biodigestión anaerobia y las tecnologías de purificación de biometano para su uso directo en motores de combustión interna. Garantizar la valorización del digestato resultante tras la biodigestión.
- **Investigación en la optimización de costes del upgrading¹³ del biogás para obtener biometano compatible con la inyección en la red gasista o para uso vehicular.** El factor de escala condiciona de forma relevante la rentabilidad de los costes del *upgrading*.
 - Desarrollo de los sistemas P2G (*Power-to-Gas*).
- Desarrollo de adsorbentes más eficientes, (basados en líquidos iónicos, etc.).
- Aplicación de tecnologías de intensificación de procesos (membranas modificadas, micro-reactores, reactores de membrana) para mejorar rendimientos y reducir la producción de subproductos.
- Conversión directa de biogás en gas natural sintético (sin separación de CO₂), en hidrógeno o en metanol.
- **Análisis de las capacidades energéticas de la biomasa en el mix eléctrico** como *back-up* de renovables no gestionables (eólica y fotovoltaica), regulador del sistema y estabilizador de la red eléctrica, aportación de gestionabilidad y de carga base verde. Integración en redes inteligentes.
- **Investigación e innovación en las tecnologías termoquímicas, químicas y biológicas para la producción de biocarburantes avanzados y biolíquidos (usos térmicos y eléctricos)**, de manera individual, combinadas entre ellas y con otros combustibles renovables (como el hidrógeno renovable).
 - Obtención de biometano a partir de la reacción de metanación entre el CO₂ de procesos biotecnológicos e H₂ de procesos renovables.
 - Desarrollo de catalizadores más eficientes y/o resistentes a trazas de azufre, (utilizando líquidos iónicos o grafeno, etc.).
 - Desarrollo de enzimas altamente selectivas.
 - Aplicación de tecnologías de intensificación de procesos para aumentar el rendimiento del proceso (micro-reactores, reactores de membrana, biorreactores).
 - Nuevos materiales de carbono a partir de biomasa para acumulación de energía.
 - Desarrollo de procesos para obtener productos energéticos que minimicen la huella de carbono de los combustibles producidos.
 - Investigación en la integración de la producción de hidrógeno en las plantas de producción de biocombustibles.
- **Desarrollo de tecnologías de producción de biocombustibles sostenibles para aviación que supongan un avance respecto a la hidrogenación de aceites vegetales**, que sean tecnologías avanzadas y reconocidas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) a partir de materias primas alternativas (biomásas lignocelulósicas, FORM, etc.).
- **Investigar en la transformación de bioindustrias ya existentes (forestales/papeleras, textiles, agroindustriales, químicas, refinerías de aceites minerales, etc.) en biorrefinerías** con objeto de facilitar la integración de la producción de biocombustibles y la conversión final de bioproductos intermedios en las industrias existentes. Identificar las materias primas susceptibles de utilizarse y desarrollar los procesos de valorización integrados.
 - Utilización de CO₂ en síntesis de biocombustibles o productos químicos.
 - Sustitución de CO por CO₂ en síntesis química.
 - Valorización de biomasa residual de origen agrícola o forestal para la producción de nuevos materiales de carbono.
 - Valorización de la lignina residual de la industria papelera y de la celulosa en (bioproductos) y energía.
 - Valorización de la hemicelulosa residual de la industria papelera y de la celulosa en (bioproductos) y bioetanol u otros biocombustibles.

DOCUMENTO DE REFERENCIA RECOMENDADO

El Manual sobre las Biorrefinerías en España publicado por BIOPLAT y SusChem-Spain en 2017 define los procesos de transformación o valorización que pueden llevarse a cabo en las biorrefinerías y se exponen los tipos de biorrefinerías que serían susceptibles de ser desarrollados en España.



- **Desarrollo de vectores bioenergéticos intermedios:** investigación en optimización de procesos de densificación, pirólisis, torrefacción, carbonización hidrotermal y subprocesos asociados a estos (reducción granulométrica, secado, etc.) con objeto de optimizar costes y mejorar eficiencias del ciclo global, así como la integración de la biomasa en procesos industriales.
- **Introducción de procesos para integrar corrientes de biomasa residual (procesos de pirólisis, licuefacción hidrotermal (HTL), gasificación de biomásas)**, con o sin tratamiento previo, en los procesos industriales ya implementados en los complejos industriales para corrientes de hidrocarburos fósiles (refinerías de petróleo), con objeto de producir biocombustibles avanzados.
- **Investigación e innovación en las tecnologías de producción de hidrógeno a partir de la biomasa.**

BIOPRODUCTOS

Según la Comisión Europea, los **productos de base biológica** son productos que derivan total o parcialmente de materiales de origen biológico, excluyendo los materiales incrustados en formaciones geológicas y/o fosilizados. En los procesos industriales, las enzimas se emplean en la producción de *building-blocks* químicos, detergentes, pulpa y papel, textiles, etc. Utilizando la fermentación y la biocatálisis en lugar de la síntesis química tradicional, se puede obtener una mayor eficiencia de los procesos, lo que se traduce en una disminución del consumo de energía y agua, además de en una reducción de los desechos tóxicos³⁸.

Para conseguir un desarrollo eficaz y una implantación progresiva del uso de bioproductos en el marco de la bioeconomía circular se debe contar con un enfoque tridimensional³⁹:

- ▶ **Materias primas:** garantizar un suministro sostenible de biomasa, aumentar la productividad y favorecer la creación de nuevas cadenas de suministro.
- ▶ **Biorrefinerías:** apostar decididamente por la I+D+i para alcanzar procesos eficientes y demostrar su eficiencia y viabilidad económica en biorrefinerías a gran escala.
- ▶ **Mercados, productos y políticas:** desarrollar los mercados de productos biológicos y crear unas condiciones de contorno que posibiliten el desarrollo de los bioproductos, adecuando marcos normativos y agilizando procedimientos de estandarización.

Esta década 2020-2030 será clave para progresar hacia la bioeconomía, preparando a la sociedad para una era post-petróleo en la que productos derivados del petróleo (petroderivados) sean sustituidos por productos de base biológica. Aunque tradicionalmente la biomasa se asociaba con precursores dedicados a la producción de biocombustibles y bioenergía, la biomasa también puede ser precursora de biomateriales, *biocarriers* y, en un contexto más amplio, de bioproductos.

Siempre que se fortalezca la I+D+i en biorrefinerías, será factible impulsar esta transición de un modelo industrial basado en el petróleo a uno multidisciplinar donde las fuentes de recursos renovables pueden ser de origen muy diverso pues todas las biomásas son susceptibles de ser utilizadas para producir bioproductos. De hecho, por ejemplo, cualquier materia prima rica en azúcares fermentables podría generar bioproductos. Desde los residuos sólidos municipales (previa recogida separada de material orgánico, evitando su vertido), los residuos o subproductos de la industria alimentaria (en gran medida infrautilizados), así como los cultivos dedicados de biomasa y los restos agrícolas y forestales, que podrían quemarse de forma incontrolada con un importante daño medioambiental asociado.

Por su parte, las biorrefinerías podrán ser tanto nuevas instalaciones (biorrefinerías singulares o independientes) como integradas en industrias existentes (azucareras, biocombustibles, papeleras, oleícolas, alcoholeras) que, usando biomasa como materia prima y una variedad de tecnologías diversas, producen energía y/o biocombustibles, a la par que productos químicos, materiales, alimentos y piensos¹⁸.

CADENA DE VALOR DE LAS INDUSTRIAS DE BASE BIOLÓGICA



Figura 6: Cadena de valor del sector biotecnológico (Fuente: BBI JU modificado por BIOPLAT)³⁹.

³⁸ Bio-based products (EC, 2017) 

³⁹ About BBI JU –The catalyst for sustainable bio-based industries in Europe (BBI JU, 2020) 

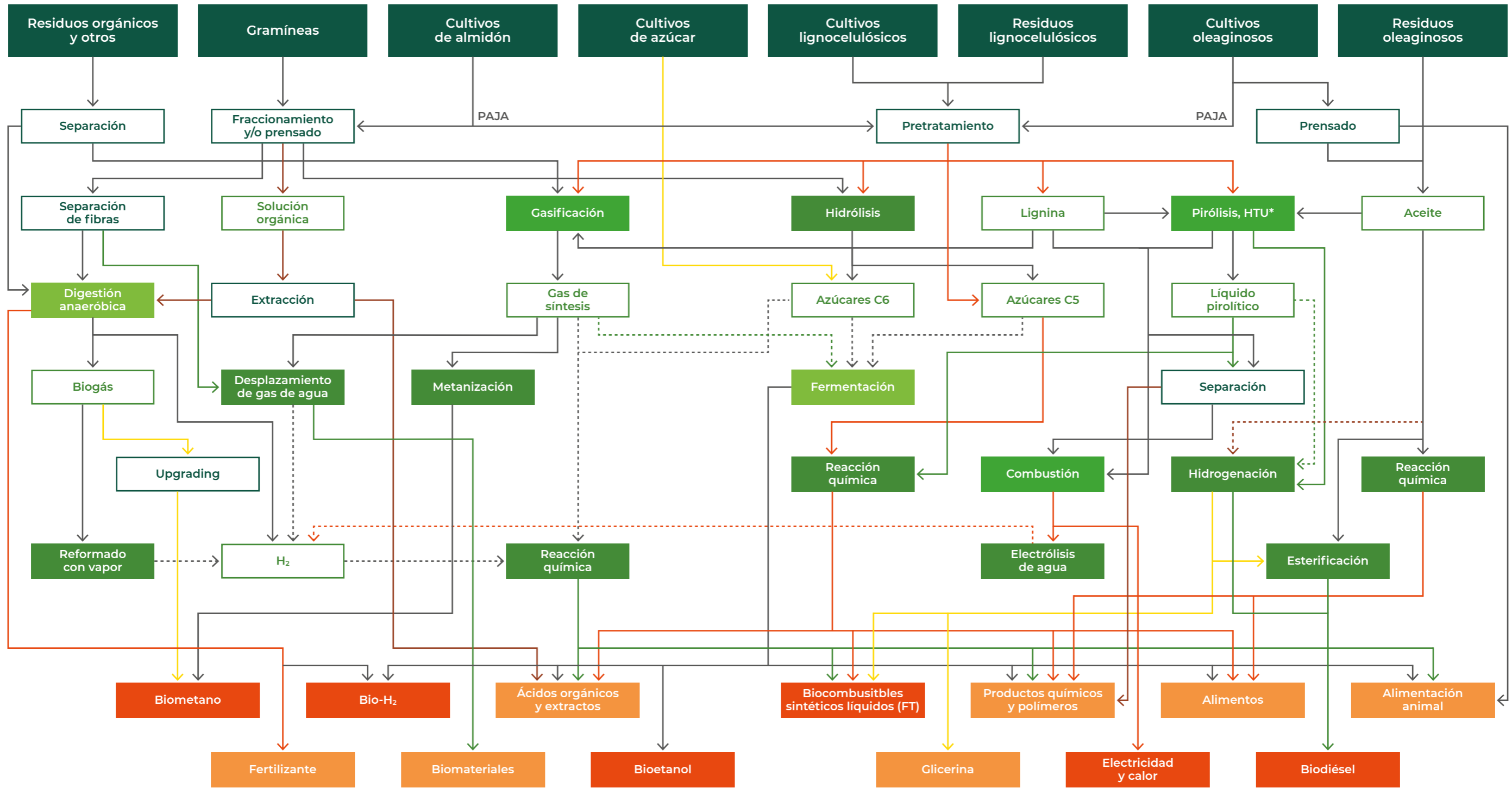
Los bioproductos están intrínsecamente vinculados a las materias primas biomásicas a partir de las cuales se generan. Factores tales como la disponibilidad y precio de las materias primas de origen son determinantes para estimar el coste de un bioproducto, el cual a su vez va a definir el éxito en su penetración en el mercado. Es importante contar con un 'bioproducto tractor' como base de la biorrefinería. Sería el precursor a partir del cual se estructurarían los procesos y en base al cual se justificaría la movilización/logística de las biomasas y la inversión. Asegurar un suministro constante de materias primas resulta crucial para establecer precios estables de los bioproductos y, consecuentemente, asegurar su presencia y competitividad en el mercado. El modelo de negocio debe garantizar que los bioproductos se producen de forma sostenible, tanto medioambiental (asegurando su origen, ciclo de vida, etc.) como económica (permitiendo que todos los agentes de la cadena de valor obtengan rentabilidad).

Los bioproductos deben contar con un precio competitivo para garantizar su aceptación en el mercado. Sin embargo, en la actualidad, la gran mayoría de los bioproductos resultan más caros que sus homólogos, los derivados del petróleo con los que compiten. Una de las razones por las que actualmente los bioproductos resultan menos competitivos en precio es porque no se incluye en el coste ambiental (agotamiento de materias primas, emisiones) en el precio de los productos. Esto supone una gran desventaja, ya que no se ha generado en el consumidor la necesidad de adquirirlos y éste no detecta suficientes ventajas para asumir el sobrecoste asociado a su consumo. Para optimizar al máximo el coste de las materias primas es clave utilizar biomasas de origen residual o subproductos de procesos industriales, haciendo converger los conceptos **biorrefinería** y **economía circular**.

Los bioproductos jugarán un papel cada vez más importante en la transición de una economía lineal a una circular. Las **biorrefinerías**, por sí mismas, están en el corazón de la **economía circular**, desempeñando un papel vital en el desarrollo y la adición de valor a los principios de una sociedad 'cero residuos'. El concepto biorrefinería es análogo al de los procesos de refinería petroquímica, salvo que las biorrefinerías utilizan materias primas renovables en lugar de las basadas en el carbono fósil⁴⁰. El aprovechamiento de la biomasa abarca un gran espectro de materias primas, procesos y productos finales que desde la producción y movilización de recursos biológicos (orgánicos), hasta la conversión de los mismos en productos de valor añadido o energía (Figura 7).



⁴⁰ Commission Expert Group on Bio-based Products – Final Report (EC, 2017) 



- Materias primas
- Procesos químicos
- Procesos termoquímicos
- Procesos bioquímicos
- Procesos mecánicos clásicos
- Bioenergía
- Bioproductos
- Plataforma

Figura 7: Esquema del sistema de clasificación de biorrefinerías¹⁹.

De forma general, los bioproductos químicos obtenidos pueden clasificarse en dos grupos⁴¹:

• Bioproductos de aplicación directa (*drop-in*)

Los bioproductos que pueden sustituir a productos convencionales existentes, como los petroderivados, al ser químicamente idénticos a los productos químicos de origen fósil existentes. Consecuentemente, cuando se genera el bioproducto ya existen un mercado y unas redes logísticas consolidadas, por lo que puede producirse a mayor escala (pudiendo sustituir a los productos existentes que son considerados *commodities*). Sin embargo, si el precio supera el de los productos existentes, tendrá dificultad para penetrar en el mercado.

• **Bioproductos inteligentes de aplicación directa (*smart drop-in*):** Son un subgrupo especial de bioproductos de aplicación directa. También son químicamente idénticos a los productos químicos existentes basados en hidrocarburos fósiles, pero sus vías biológicas ofrecen ventajas en comparación con las vías convencionales. Consideramos que son 'incorporaciones inteligentes' si se cumplen al menos dos de los siguientes criterios:

- ▶ La eficiencia de utilización de la biomasa presente en la materia prima es significativamente mayor en comparación con otros bioproductos de aplicación directa.
- ▶ Su producción requiere significativamente menos energía en comparación con otras alternativas de producción.
- ▶ El tiempo de producción es más corto debido a rutas de producción más cortas y menos complejas en comparación con la contraparte basada en fósiles u otras alternativas.
- ▶ Los subproductos que se generan en el proceso de producción resultan menos tóxicos o agresivos en comparación con la contraparte de origen fósil u otros bioproductos de aplicación directa.

• Bioproductos innovadores específicos (*dedicated bio-based chemicals*)

Son los bioproductos que no sustituyen a ningún producto existente, sino que se producen a través de una vía específica y suponen un nuevo uso. Se pueden utilizar para producir productos que no se pueden obtener mediante reacciones químicas tradicionales y productos que pueden ofrecer propiedades únicas y superiores que son inalcanzables con alternativas basadas en fósiles. Por lo tanto, no existe mercado previo y es necesario normalizarlos y certificarlos (los trámites resultan complejos y desincentivan la innovación por parte de las empresas) y, en ocasiones, hace falta también regulación. Normalmente se producen a menor escala (*speciality chemicals*).

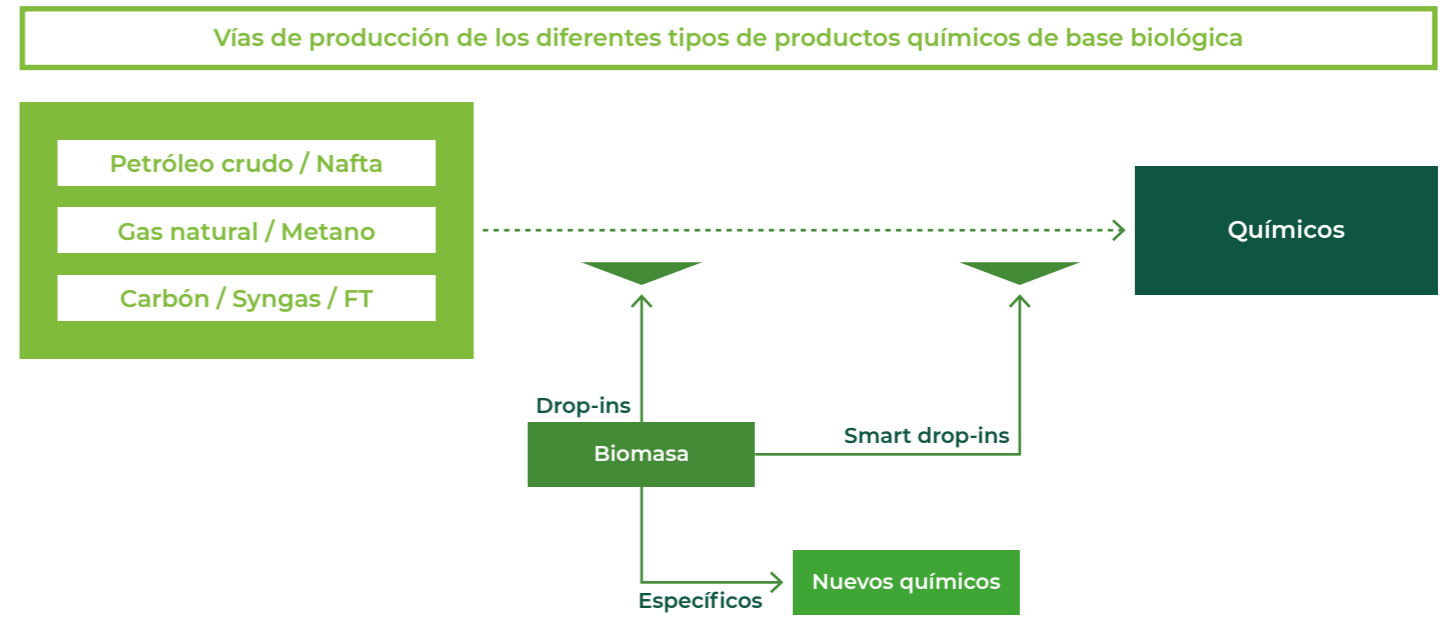


Figura 8: Diferenciación esquemática de las vías de los bioproductos *drop-in*, *smart drop-in*, y de los bioproductos innovadores específicos (Fuente: RoadToBio traducido por BIOPLAT)⁴¹.

En ambos casos, será preciso despertar en el consumidor la necesidad de adquirir bioproductos destacando sus ventajas medioambientales, de salubridad, por generar menos emisiones en su ciclo productivo, por mejorar la reciclabilidad u otros factores estratégicos que convierten a los bioproductos en más atractivos y favorables para el conjunto de la sociedad que los tradicionales derivados del petróleo. Las administraciones públicas cuentan con instrumentos para fomentar el consumo de nuevos bioproductos (mediante compra pública innovadora, medidas fiscales, entre otras) o penalizar el de los petroderivados.


El grupo de expertos españoles que desarrolla su actividad en bioproductos, representado por BIOPLAT, considera que el objetivo final siempre debe ser desarrollar bioproductos realmente sostenibles, que produzcan mejoras ambientales tangibles y que sean económicamente viables.

Los bioproductos que se desarrollen van a requerir que se establezca una comparativa entre su análisis del ciclo de vida (ACV) y su análisis de costes del ciclo de vida con los de su contraparte (de origen fósil) para

demostrar que representan una alternativa con mayor grado de sostenibilidad y económicamente rentable. Lo que se traduce en una mayor presión por la excelencia que las alternativas fósiles al tener que garantizar la eficiencia medioambiental y económica a lo largo de la cadena de valor, desde la materia prima hasta el mercado⁴².

Asimismo, existen otros obstáculos para el despliegue de nuevos productos (o de nuevas funcionalidades de los productos), como son los que se derivan de los requisitos normativos y reglamentarios, la falta de sensibilización y aceptación de los consumidores, la escasa demanda (industrial) pública y privada (en términos de adquisición y aplicación), la resistencia de los sectores industriales establecidos o la percepción desfavorable del público respecto de los productos y aplicaciones de base biológica. En lo que respecta a los requisitos normativos y reglamentarios se engloban las normas, los aspectos de seguridad, las etiquetas y la certificación. Al abordar esos requisitos, los agentes de las cadenas de valor y los encargados de formular las políticas y las reglamentaciones deben interactuar estrechamente para comprender y armonizar las opciones y necesidades en juego. Esta coordinación será esencial, pues los bioproductos que cumplan todos los requisitos normativos y reglamentarios serán productos atractivos para los mercados⁴¹.

⁴¹ Bio-based drop-in, smart drop-in and dedicated chemicals (RoadToBio, 2017) 

⁴² Strategic Research and Innovation Agenda (BIC, 2017) 

INFOBOX 7.

Fabricación integrada de bioproductos en la industria del aceite de oliva

La industria del aceite de oliva en España genera principalmente dos subproductos: hoja de olivo y alperujo. La hoja de olivo se genera durante el proceso de recolección de la aceituna y como resultado de la poda de los árboles. Mientras que el alperujo se genera durante el proceso de producción del aceite de oliva virgen extra y se compone principalmente de agua, restos de hueso y la pulpa procedente del fruto.

Este alperujo es enviado a grandes gestoras para su tratamiento y valorización, que consiste principalmente en la producción de aceite de orujo de oliva y bioenergía eléctrica y térmica mediante cogeneración. Durante el proceso de gestión, el alperujo es sometido a una nueva centrifugación, esta vez en tres fases, para recuperar una pequeña fracción de aceite que aún está presente (aceite de orujo), y separar la fase acuosa (alpechín) de la fase sólida (orujo grueso) que rinde un segundo tipo de aceite de orujo por extracción con hexano. Finalmente, toda la biomasa generada se somete a combustión en calderas de biomasa para la producción de bioenergía.

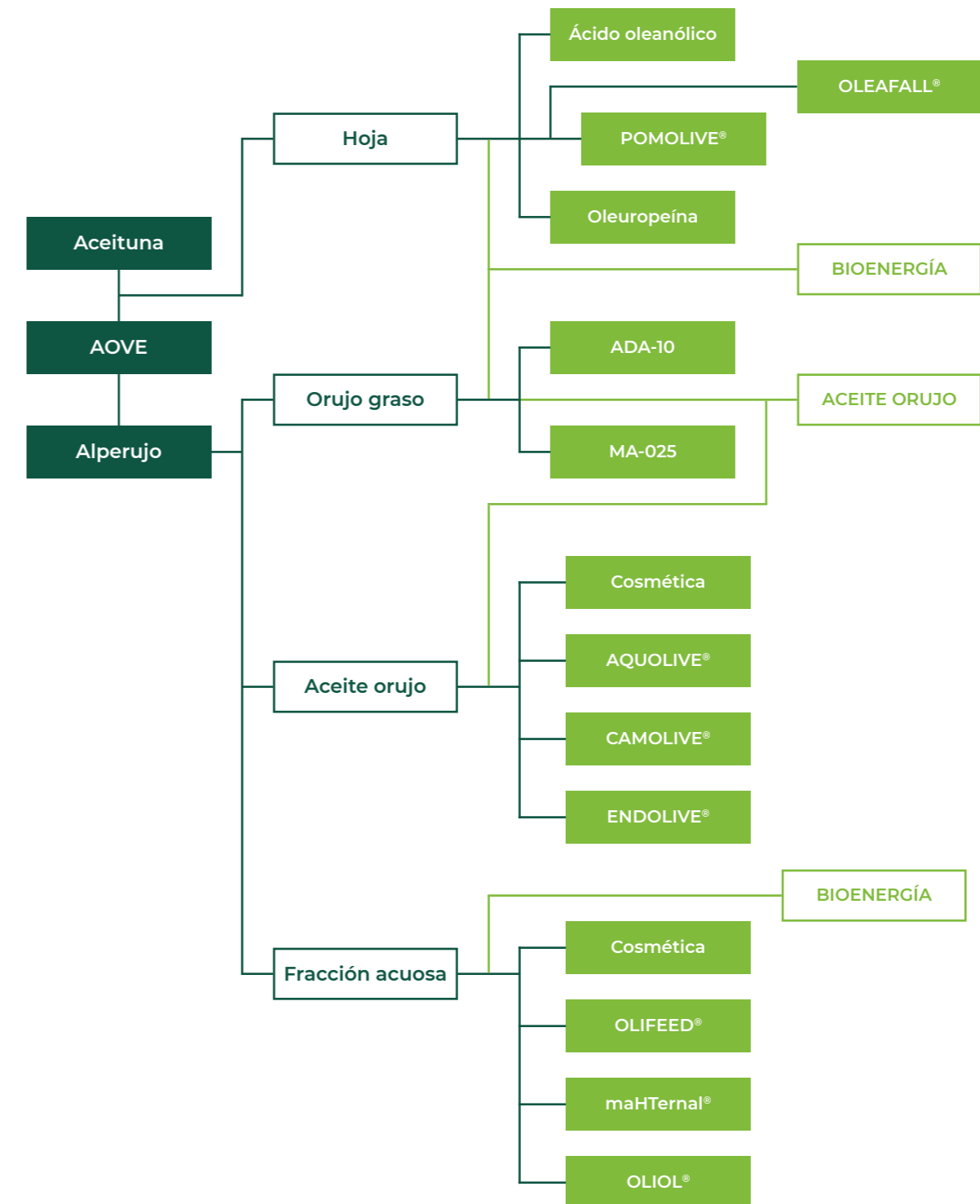


En este contexto, la empresa española Natac ha desarrollado una serie de procesos tecnológicos para extraer, concentrar y aislar diversos compuestos bioactivos que están presentes en los subproductos del olivar y que tienen un gran potencial para el desarrollo de ingredientes de alto valor añadido. Los procesos desarrollados se encuentran integrados en el proceso actual de gestión de la biomasa del olivo, contribuyendo por tanto a disminuir el impacto ambiental de su gestión, y a la revalorización del sector.

Se ha desarrollado una gama de productos innovadores destinados a diferentes mercados de alto valor añadido, principalmente para el sector nutracéutico farmacéutico, alimentación, nutrición animal y cosmética.

Algunos de estos productos desarrollados son:

- ▶ ENDOLIVE y POMOLIVE. Ingredientes nutracéuticos clínicamente probados destinados a la mejora de la salud cardiovascular y al control de síndrome metabólico.
- ▶ AQUOLIVE. Un aditivo natural para su uso en acuicultura de salmones que ayudará a aumentar la resistencia y calidad de los peces de una manera rentable.
- ▶ ADA-10. Un aditivo para nutrición animal en especies terrestres.
- ▶ NT97. Un producto de alto valor destinado a industria farmacéutica.



INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN BIOPRODUCTOS

Área prioritaria de investigación e innovación:

Optimizar la identificación, la obtención y la movilización materias primas biomásicas para distintos usos: bioenergía y bioproductos

Se han listado en la tabla 1 que está a continuación los bioproductos sobre los cuales se debe investigar e innovar en España con objeto de alcanzar producciones a una escala suficiente que permita su comercialización. Estos bioproductos se generarán a partir de determinados procesos de transformación de la biomasa que se pueden dividir en cuatro grandes grupos⁴³:

- **Procesos físicos.** Operaciones básicas que cambian las propiedades del material aplicando energía mecánica, procesos de limpieza y separación, procesos de densificación, procesos de molienda y procesos de extracción (incluida la extracción directa de macromoléculas para su uso biotecnológico).
- **Procesos termoquímicos.** Operaciones de transformación mediante cambios de temperatura que en ocasiones implican transformaciones químicas en la materia prima.
- **Procesos químicos.** Operaciones básicas para la transformación del material mediante reacciones químicas y conversiones catalizadas químicamente.
- **Procesos biotecnológicos.** Conversiones catalizadas enzimáticamente, procesos de fermentación y descomposición gobernada por microorganismos, procesos entomológicos (insectos).

Estos procesos, y sus combinaciones, dan lugar a un espectro de bioproductos que puede clasificarse en función del uso principal para el que se emplea actualmente (Tabla 1). Sin embargo, cada bioproducto que figura en la tabla puede ser potencialmente utilizado para otros usos. A medida que se vaya avanzando en la curva de aprendizaje de los mismos, se ampliarán las opciones de utilización, hasta conseguir consolidarse como alternativas sostenibles y competitivas frente a los productos petroderivados.

El factor de escala influye en la capacidad de entrada al mercado de nuevos bioproductos o productos innovadores. En algunos casos, a pesar de que el nivel de madurez tecnológica (TRL⁴³ por sus siglas en inglés) de desarrollo del bioproducto sea superior a 9 y -teóricamente- estuviera listo para entrar en el mercado, la producción industrial de ciertos bioproductos no siempre es viable ya que se puede perder calidad en el proceso de escalado en la producción. De ahí la importancia de fomentar las instalaciones Demo, *Flagship*, *First of its kind*, etc. mediante estructuras de financiación que permitan amortiguar el riesgo empresarial (instrumentos de financiación de la I+D+i nacionales o europeos, programas del BEI, capital semilla, etc.). En España actualmente existen tecnologías de fabricación de bioproductos con TRLs altos.

BIOPRODUCTOS	MERCADO	Ejemplos
Aditivos alimentarios (antioxidantes, conservantes, etc.)	Alimentación humana, nutrición animal, cosmética	Extracto de romero, extracto de semilla de uva, extracto de aceituna
Aditivos zootécnicos	Nutrición animal	Extractos vegetales, aceites esenciales, prebióticos
Ingredientes alimenticios con propiedades saludables	Alimentación humana e industria complementos alimenticios	Extractos vegetales estandarizados, prebióticos
Ingredientes activos farmacéuticos	Industria farmacéutica	Extractos vegetales y compuestos purificados, con calidad farmacopea europea
Ingredientes cosméticos activos	Industria cosmética	Extractos y compuestos purificados
Biofertilizantes, bioestimulantes	Agroquímico	
Bioproductos naturales	Papel	Celulosa, hemicelulosa, almidón, azúcares, quitina, quitosano, aceites y grasas vegetales, lignina, caucho natural, terpenos
Biochar y carbón activado	Catálisis, adsorción (industria química)	Catalizadores Descontaminantes
Bioplásticos de origen biotecnológicos	Alimentación	PHAs
Monómeros	Industria química, pinturas,	Monoetilenglicol, ácido láctico, ácido succínico, 1,4 BDO (1,4 butanodiol), 2,3 BDO (2,3 butanodiol), 1,3 propanodiol, IBMC (isosorbida bis-metil carbonato), ácido levulínico, 1,3 propanodiol, xilitol
Polímeros	Industria química, pinturas, adhesivos, recubrimientos,	Poliésteres, poliolefinas, poliuretanos, poliamidas, epóxidos
Disolventes	Industria química	Etanol, MEK (metiletilcetona, ésteres de lactato)

Tabla 1: Bioproductos de referencia para la investigación e innovación en España.

VALOR AÑADIDO

El uso de la biomasa para producir energía en forma de calor se emplea desde la prehistoria. Actualmente sigue siendo ampliamente utilizada, no solo en países en desarrollo donde supone el 10% del suministro de energía primaria a nivel global, sino también en países de la OCDE, donde representa el 6% del suministro de energía primaria. En Europa, el consumo de energía de la biomasa históricamente ha estado muy por encima del consumo de otras fuentes de energía renovables. Hasta la década de los 2000 el consumo de energía de origen renovable estaba dominado por el consumo de electricidad de origen hidráulico y el procedente de la biomasa, pero desde entonces las fuentes renovables se han diversificado notablemente. Además, la generación de energía a partir de biomasa en el mundo es mayoritariamente en forma de energía térmica, fundamentalmente calor, por delante de la generación eléctrica⁴⁴.

España es una potencia europea en recursos biomásicos de todo tipo. Sin embargo, se encuentra a la cola en el ranking europeo por aprovechamiento de los recursos forestales y agroganaderos en la generación de energía eléctrica, térmica, biogás/biometano y valorización de la fracción orgánica de los residuos municipales. En España se consume significativamente menos biomasa que la media europea: de acuerdo con el EurObserv'ER (2018), España ocupa la posición 22 de la UE-28 en consumo de energía procedente de biomasa sólida per cápita (0,117 tep/hab)⁴⁵, siendo líderes del ranking países como Finlandia, Suecia, Letonia, Estonia, Dinamarca, Austria y Lituania.

A pesar de esta manifiesta infrutilización de recursos biomásicos, el sector de la biomasa en España está generando un relevante valor económico, social y medioambiental en las regiones. La valorización energética de biomásas es una fuente de actividad económica con una marcada componente industrial y con destacada capacidad de generación de empleo, especialmente en zonas rurales, que es donde se encuentran mayoritariamente los recursos biomásicos procedentes de los montes, los campos, las explotaciones ganaderas y las industrias. Esta capacidad de generación de empleo representa un vector de fijación de población al territorio, permitiendo mantener su dinamización socioeconómica y su vertebración, fomentando así activamente la bioeconomía.

Las actividades económicas vinculadas a las plantas de biomasa son diversas y van desde la extracción y movilización de los recursos biomásicos, pretratamiento, transporte y almacenamiento, hasta la propia valorización energética en instalaciones de generación de energía eléctrica o térmica. En el informe de AFI (2018)²² se valora la aportación económica del sector de la biomasa vinculado a las instalaciones existentes en 2.732 millones de euros de Valor Añadido Bruto, 32.945 empleos directos, indirectos e inducidos y 1.101 millones de euros para las arcas públicas (en concepto de IVA, Impuesto de Sociedades, Impuesto sobre la producción de energía eléctrica, IRPF y Cotizaciones a la Seguridad Social).

Se genera valor añadido a lo largo de toda la cadena de valor: desde la movilización de las materias primas (agrícolas, ganaderas, etc., biotecnología para la mejora vegetal, cultivos dedicados a biomasa), hasta los procesos para generar bioenergía y bioproductos. Es decir, además del valor aportado por la propia generación del producto final (bioenergía/bioproductos), todo el proceso productivo hasta la obtención del producto final se lleva a cabo aportando valor a otros sectores anejos, como por ejemplo al sector agrícola (los agricultores pueden extraer un valor adicional a los restos de sus cosechas), al sector industrial (valor adicional al reutilizar subproductos que antes no se utilizaban), etc.

Asimismo, el valor añadido del uso de la biomasa como materia prima está siendo cada vez mayor a medida que se amplía su utilización -tradicionalmente energética- como materia prima para la fabricación de bioproductos. En el marco de la transición hacia una bioeconomía circular y teniendo en cuenta el modelo de economía de consumo en el que está instalada la sociedad actualmente, resulta necesario diversificar, abrir el abanico de recursos y reutilizar/reciclar. En este contexto, existe la necesidad de mejorar las aplicaciones ineficientes, de reducir los recursos dedicados a cada uso y de minimizar los residuos. En definitiva, se persigue maximizar la eficiencia con objeto de aumentar el espectro de outputs susceptibles de ser producidos (bioproductos, bioenergía, biocombustibles), maximizando de esta forma la utilización de las biomásas.

VALOR ECONÓMICO

El aprovisionamiento de biomásas (agrícolas, forestales, ganaderas, industriales o municipales) requiere movilizar recursos humanos de forma constante, al tener que garantizar un suministro continuo de biomásas a las instalaciones donde se valorizan (para transformarse en bioproductos y/o bioenergía). El valor económico de estos procesos productivos -estrictamente la generación de rentas y de empleos directos e indirectos- puede estimarse a partir de la aportación que realizan al VAB* y a la creación (y mantenimiento) de puestos de trabajo a la economía española. Esto se conoce como 'el valor económico' de la biomasa, que impacta positivamente sobre el sector primario (agrícola, forestal y ganadero) y sobre el sector secundario (industrias agroalimentarias, forestales, químicas, materiales, etc.).

* Valor Añadido Bruto.

VALOR SOCIAL

La biomasa contribuye en materia de política social, en aspectos tales como la inserción laboral de colectivos (fundamentalmente vinculados con núcleos rurales) con escasas oportunidades de encontrar y mantener un empleo en sus regiones, en frenar la despoblación rural, vertebrar el territorio o el ahorro económico que genera el tratamiento de residuos (potencialmente relevante para consistorios locales). Representa una oportunidad para la creación de empleos asociados a modelos productivos innovadores. Es por ello que el aprovechamiento de las biomásas puede ser una efectiva herramienta para contribuir a la fijación de la población en áreas rurales y la dinamización de la economía de las comarcas fomentando el desarrollo rural y la reindustrialización.

VALOR MEDIOAMBIENTAL


La biomasa contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ por sustitución del uso de combustibles y materiales de origen fósil y por la valorización de determinados residuos biomásicos generadores de emisiones difusas tales como las deyecciones ganaderas (importante foco emisor de metano), aprovechando así las biomásas autóctonas y contribuyendo a convertir residuos potencialmente problemáticos (que pueden incendiarse, lixivarse, etc.) en recursos. Además, suponen un impacto positivo en la gestión de ecosistemas, como la reducción de los incendios forestales que se deriva de una gestión sostenible de los montes. La biomasa promueve un modelo socioeconómico basado en el desarrollo sostenible y contribuyendo activamente a mitigar el cambio climático, en el marco de la bioeconomía.


Figura 9: Externalidades positivas generadas por el aprovechamiento de la biomasa (Fuente: elaboración propia).

En el momento actual, la sociedad está demandando cambios en los modelos productivos y en las formas de consumo, influyendo en la manera en que las empresas se comportan y en cómo lo publicitan. Esta tendencia permite vislumbrar nuevas oportunidades para el sector de la biomasa, como por ejemplo la eliminación de los plásticos de un solo uso⁴⁶, la necesidad de las industrias de sustituir materiales convencionales por materiales reciclados o de origen biológico, biodegradables, entre otras que, unidas al incremento progresivo del precio del CO₂, abren una interesante ventana de oportunidad para el sector de la biomasa.

Como parte de la transición hacia la bioeconomía, una percepción positiva de los consumidores sobre los beneficios de la bioenergía y los bioproductos será esencial para lograr una progresiva y exitosa implementación en España. Además de políticas de fomento de la bioeconomía por parte de las administraciones públicas, serán necesarias actuaciones informativas y de sensibilización para conseguir que la sociedad en su conjunto entienda la necesidad de contar con bioproductos y bioenergía, además de apreciar el valor añadido que se induce en el ciclo productivo de ambos, que es un valor que se transfiere directamente a los territorios, generando beneficios medioambientales y socioeconómicos tremendamente valiosos.

⁴⁴ Biomasa en España. Generación de valor añadido y análisis prospectivo (FEDEA/BIOPLAT, 2019) 

⁴⁵ Solid Biomass barometer 2019 (EurObserv'ER, 2019) 

⁴⁶ Directiva Europea sobre Plásticos (UE) 2019/904 (EC, 2019) 

INFOBOX 8.

La bioeconomía en Finlandia⁴⁷

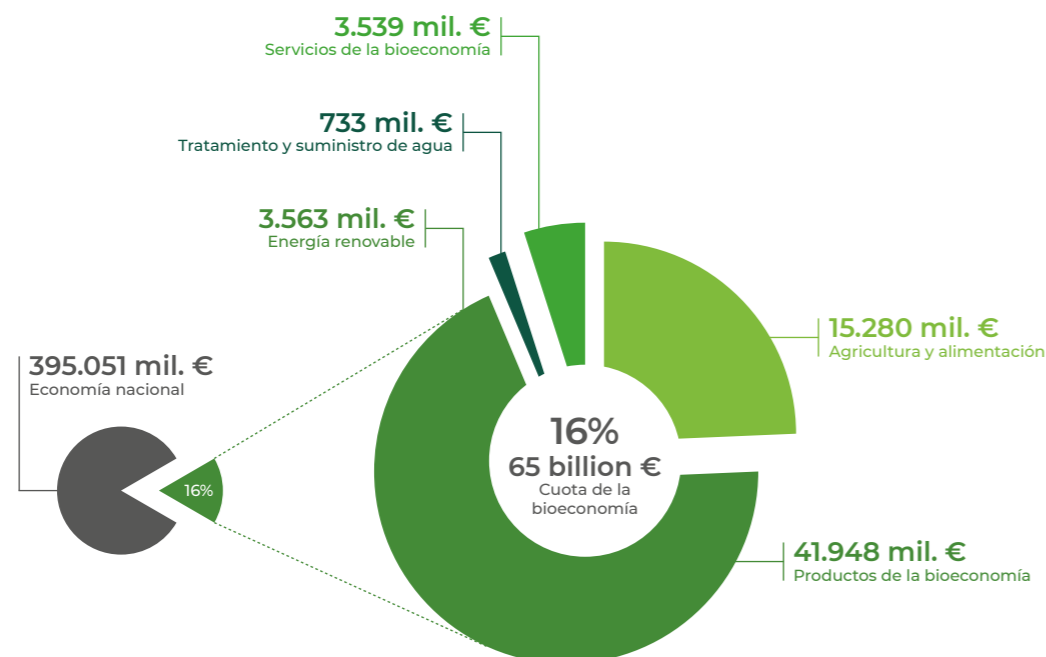
Finlandia ha hecho una apuesta decidida como país por la bioeconomía, como un sistema económico integral que comprende procesos industriales, trabajo y bienestar, que va más allá de la sostenibilidad medioambiental, se trata de una sostenibilidad integral de la economía, como alternativa a la dependencia del petróleo.

Los expertos coinciden en que se trata de una nueva tendencia en la economía global y en que, para alcanzar el éxito, va a hacer falta una gran cantidad de nuevas tecnologías e innovación. Finlandia está muy bien posicionada actualmente, no solo en in-

vestigación, sino también en la implementación práctica de la bioeconomía.

En Finlandia la sociedad en su conjunto está implicada en el desarrollo de la bioeconomía con el objetivo de que, algún día, todo lo que coman, compren o utilicen esté hecho de biomasa.

El propósito de la Estrategia de Bioeconomía de Finlandia para 2025 es incrementar hasta 100.000 millones de euros los 70.000 millones de euros que actualmente se invierten en producción bioeconómica y, en el proceso, crear numerosos nuevos puestos de trabajo y ayudar a impulsar la economía nacional.



Cuota de la bioeconomía en la producción nacional finlandesa⁴⁸

INFOBOX 9.

Bioeléctrica de Garray, motor tractor de la bioeconomía circular

La planta de biomasa de Garray (Bioeléctrica de Garray, 17 MW) se ubica en la provincia de Soria, cuya densidad de población es inferior a 10 hab/km² (límite del desierto poblacional), por lo que es considerada una zona prioritaria en el ámbito de los planes REINDUS y está en trámite su designación como zona desfavorecida de la UE.

Esta planta, además de suponer un aumento de 30 empleos directos, ha actuado como polo de atracción para otras industrias, propiciando la ubicación de un gran invernadero que genera más de 300 empleos directos en la parcela contigua, el cual aprovechará el suministro térmico de la central de biomasa.

Adicionalmente, se está proyectando la instalación de una central de captura, limpieza y uso de CO₂, que implicará nuevas inversiones y puestos de trabajo directos e indirectos. La bioenergía que se genera en la planta de biomasa, además de exportarse a la red eléctrica, satisfará las necesidades energéticas, tanto eléctricas como térmicas de la planta de captura y compresión de CO₂, contribuyendo de esta forma a la reducción de las emisiones de CO₂ en sectores industriales energéticos intensivos⁴⁹.

Asimismo, se tiene previsto promover una planta de producción de fertilizantes en cuya fabricación se emplearían en las cenizas provenientes de la central de biomasa. Por todo ello, puede afirmarse que la planta de biomasa está actuando como motor tractor de la bioeconomía en un área con enorme necesidad de inversiones industriales.



La bioenergía se genera mediante la combustión de biomasa y, además de exportarse a la red eléctrica, satisfará las necesidades energéticas, tanto eléctricas como térmicas de la planta de CO₂. Una parte de los gases de combustión procedentes de la caldera circularán a través de un filtro y, a continuación, serán dirigidos a la planta de captura, limpieza y compresión; desde donde el CO₂ será distribuido a los clientes, disminuyendo las necesidades de transporte y aumentando la sostenibilidad de los procesos industriales en los que se emplee debido a su origen renovable.

Más allá de la creación de empleo directo (en la construcción y O&M⁵⁰ de las industrias) e indirecto (logística de biomasa, talleres y suministros locales, etc.) asociada a estas inversiones, que impacta favorablemente en la dinamización socioeconómica de la zona, en la fijación de población y la vertebración territorial; los beneficios medioambientales y de circularidad inducidos son igualmente significativos:

- ▶ Producción bruta anual de energía eléctrica renovable ≈ 120.000 MWh.
- ▶ Producción anual de CO₂ renovable ≈ 50.000 t para usos industriales y alimentarios.
- ▶ Disminución de emisiones por descomposición de biomasa (restos de podas y residuos vegetales).
- ▶ Disminución de emisiones de CO₂ por transporte (al acercar la producción del CO₂ renovable a los clientes regionales)
- ▶ Incremento de la combustión de biomasa en más de 15.000 t anuales, contribuyendo al mantenimiento sostenible de los montes (solo se emplea residuo forestal y agrícola) y al fortalecimiento del tejido industrial forestal-rural.
- ▶ Abaratamiento de los medios de producción agrícola cuando se comercialicen los fertilizantes, además de cerrar el círculo productivo al utilizar las cenizas resultantes de la generación de bioenergía como materia prima de la producción de fertilizantes.

⁴⁷ Bioeconomía finlandesa: Un futuro increíble (This is Finland, 2014) 🌱

⁴⁸ Bioeconomy share of Finnish national output - John Kettle, Seminario Internacional "Bioeconomía y desarrollo: oportunidades a través de la cooperación entre los países nórdicos y el Cono Sur" (CIECTI, 2018) 🌱

⁴⁹ Proyecto Life CO₂: Int Bio (2019) 🌱

⁵⁰ O&M: Operación y Mantenimiento.

INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN VALOR AÑADIDO

El valor añadido que genera la valorización de las biomásas en el marco de la bioeconomía circular es transversal a las materias primas, a la generación de bioenergía, de biocombustibles y de bioproductos. Es por ello que no se establece una única área prioritaria de investigación e innovación, sino que se priorizan una serie de ámbitos en los cuales se debe actuar haciendo estudios auxiliares y análisis de sostenibilidad, técnico-económicos, regulatorios, de penetración en el mercado, proyectos de investigación y demostración, estrategias educativas y de comunicación, entre otros, a partir de los cuales se va a contribuir a aumentar el conocimiento sobre la sostenibilidad y la excelencia de la producción de bioenergía y bioproductos.



Retos de investigación, desarrollo e innovación:

- **Demostración de los beneficios y las buenas prácticas del sector de la biomasa, con objeto de visibilizarlos y aumentar el conocimiento sobre la contribución de la bioeconomía a los objetivos de otras políticas estratégicas para España y sus regiones.**
- Cuantificación de los impactos socioeconómicos y medioambientales de la cadena de valor completa del conjunto del sector, de sus subsectores e incluso de las unidades productivas.
- Implementación de proyectos de demostración y puesta en marcha de acciones dirigidas a la valorización de recursos biomásicos potencialmente problemáticos (que pueden lixiviar, emitir GEI, quemarse incontroladamente, etc.).
- Analizar el valor añadido potencial que pueden inducir los cultivos dedicados a biomasa cuantificando sus servicios ecosistémicos, y los beneficios derivados de asegurar el suministro a las instalaciones de biomasa (al ser utilizados de forma complementaria a los flujos de biomasa existentes).
- En la incorporación al mercado de los nuevos desarrollos en bioproductos, analizar los indicadores clave del rendimiento (KPIs) y las interrelaciones entre sectores.
- Introducción de criterios o indicadores de sostenibilidad en las buenas prácticas.
- **Identificación de las barreras al desarrollo de la bioeconomía y sus subsectores (bioenergía, biocombustibles, bioproductos).**
- Examinar las barreras de cualquier ámbito (tecnológico, regulatorio, económico, de mercado, social, etc.) que impiden la evolución del sector y, consecuentemente, limitan la generación de valor añadido; con el objetivo de tener la capacidad de articular posibles soluciones y alternativas a partir del análisis y comprensión de las barreras al desarrollo.

• **Análisis de ciclo de vida (ACV) de las cadenas de valor de la bioeconomía.**

- ▶ Análisis de los ciclos productivos completos (desde el origen de la materia prima hasta los posibles residuos/emisiones derivadas de la generación) con el fin de garantizar los beneficios medioambientales (y energéticos en su caso) de los bioproductos, la bioenergía y los biocombustibles, respecto a las alternativas energéticas y de productos petroderivados a las que tienen vocación de sustituir en el mercado (en el caso de los nuevos bioproductos resulta especialmente indicado llevar a cabo un ACV antes de introducirlos en el mercado).

• **Análisis de impacto social de la bioeconomía.**

- ▶ Análisis de los efectos inducidos por la inversión en instalaciones de valorización de biomasa para generar bioproductos y bioenergía/biocombustibles, tanto en aspectos relacionados con la creación y mantenimiento de empleos (cuantificación del volumen, prestaciones de desempleo evitadas, VAB/PIB generado, impuestos recaudados) como en aspectos relacionados con la fijación de la población en territorios.

• **Estudio del papel de la biomasa en el mix energético como tecnología necesaria para alcanzar el escenario de 2 °C (o 1,5 °C).**

- ▶ Modelización de escenarios energéticos considerando todas las tecnologías biomásicas existentes, desde las tradicionales hasta las más innovadoras (*Power-to-Gas*, biohidrógeno, etc.).
- ▶ Análisis en el ámbito de la generación eléctrica sobre las capacidades de las biomasa (sólida, biogás y residuos renovables) como tecnologías renovables 100% gestionables, capaces de aportar carga base verde y estabilizar la red eléctrica.
- ▶ Análisis en el ámbito de la generación de energía térmica sobre las capacidades de las biomasa (sólida, biogás y residuos renovables) como tecnologías renovables altamente eficientes y competitivas en la generación de calor para edificios e industrias.

- ▶ Análisis en el ámbito de los carburantes sobre las características de los biocarburantes (líquidos, biometano, *biojetfuel*) como alternativas sostenibles a los carburantes para el transporte convencionales.

- ▶ En ambos casos, resultará especialmente interesante establecer análisis de costes respecto a las alternativas fósiles.

• **Utilización de las biomasa en cascada.**

- ▶ Llevar a cabo un desarrollo conceptual que comprenda el análisis de las oportunidades y de los beneficios.

- ▶ Garantizar en cada modelo de negocio en cascada que el orden de los procesos escogido es el óptimo en base a criterios tecno-económicos (no posicionar la bioenergía al final del aprovechamiento en cascada sistemáticamente, sin haber llevado a cabo este análisis).

- ▶ Integrar la utilización de subproductos y residuos de los procesos biomásicos en el ciclo productivo. Estudiar los beneficios sobre la agricultura y la silvicultura adaptativa de la aplicación de biofertilizantes/bioestimulantes que provienen de componentes biomásicos (restos de cosechas, podas y forestales, además de cenizas procedentes de la combustión de biomasa leñosa, de los lodos de depuradoras, etc. La evaluación de la sostenibilidad es clave.

• **Avanzar en la lucha contra los incendios forestales.**

- ▶ Cuantificar económicamente el potencial valor añadido de la evitación de incendios forestales por la valorización de biomasa obtenidas de la gestión sostenible de los montes (ahorro de emisiones, estimación económica de pérdidas de vidas, de biodiversidad y propiedades).

- ▶ Estudiar las características de la extracción de la biomasa para ser más efectiva en la prevención de incendios. Analizar el coste de la implementación de estas medidas, lo que se ahorraría, obtener un balance económico que fundamente la toma de decisiones.

• **Analizar el establecimiento potencial de cultivos forestales en terrenos agrícolas.**

- ▶ Determinar el valor añadido que induce esta práctica: aportación de carbono al suelo, contribución a la biodiversidad (en aves y otros animales), reutilización de aguas para los cultivos, retención del suelo frente a la erosión.

• **Desarrollo de servicios ecosistémicos asociados a la biomasa forestal.**

- ▶ Estos servicios son muy diversos, pueden estar vinculados con el mantenimiento de un monte bajo, con cultivos forestales, etc. Favorecen la presencia de insectívoros, mejoran la calidad de las aguas superficiales al evitar erosión/arrastres, contribuyen a regenerar el hábitat de numerosas especies, mejoran la conectividad ecológica para especies de mayores desplazamientos (como el lobo, los cérvidos).

• **Analizar la competencia en el uso del suelo.**

- ▶ Determinar los efectos inducidos por la ocupación del suelo por parte de las instalaciones de generación energética correspondientes a otras tecnologías renovables respecto a la ocupación de la biomasa (tanto de las instalaciones como de los cultivos dedicados).

• **Promover la educación reglada sobre bioeconomía circular en primaria, secundaria, universidades y centros de formación profesional.**

- ▶ Ampliar el conocimiento en etapas educativas tempranas mediante la introducción de contenidos educativos relacionados con la bioeconomía circular, biomasa, bioproductos, bioenergía y biocombustibles en programas de educación primaria y secundaria.

- ▶ Incorporar materias formativas relativas a la bioeconomía circular, biomasa, bioproductos, bioenergía y biocombustibles en grados y másteres universitarios relacionados con el sector.

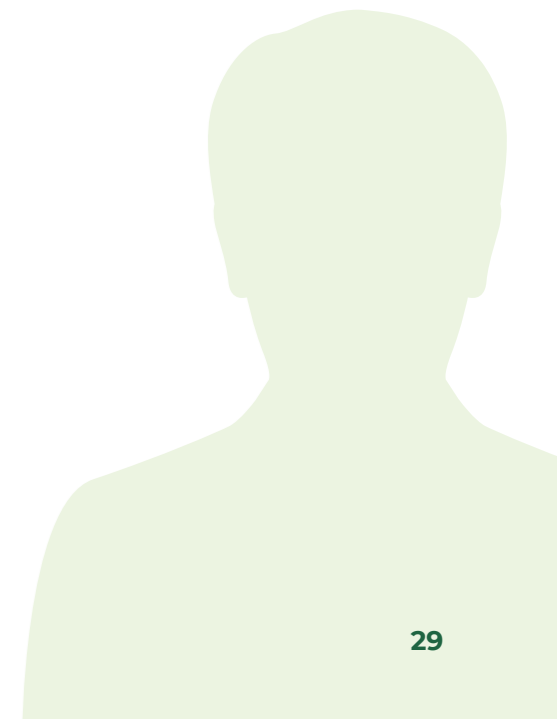
- ▶ Avanzar en las cualificaciones profesionales precursoras de formación profesional de nivel II y III para formación y habilitación (carnets profesionales) de perfiles profesionales vinculados con la bioeconomía circular.

• **Diseñar estrategias de comunicación dirigidas al conjunto de la sociedad.**

- ▶ Ampliar el conocimiento y la sensibilización social sobre la bioeconomía circular, (biomasa, bioproductos, bioenergía y biocombustibles), con el fin de contribuir a cambiar las formas de consumir energía y productos, dotando a los consumidores de la información necesaria para tomar decisiones al respecto de un consumo más sostenible basado en opciones de base biomásica.

- ▶ Descubrir a las administraciones públicas (nacional, autonómicas y locales) los beneficios socioeconómicos y medioambientales que se inducen con la bioeconomía circular en los territorios, además de la potencial contribución de la bioeconomía a los objetivos de otras políticas estratégicas para estas administraciones.

- ▶ Elaborar documentos de comunicación/diseminación en los que se establezcan comparativas fundamentadas en análisis técnicos, económicos, de viabilidad, etc. sobre mitos extendidos (sobre tecnologías y prácticas biomásicas) respecto a la realidad. De cada mito existente podría derivarse una investigación y un entregable concreto.



REFERENCIAS



FIGURAS

- Figura 1.**
Objetivos de Desarrollo sostenible a los que contribuye activamente el sector de la biomasa5
- Figura 2.**
Desafíos de la innovación (Innovation Challenges – IC)
a los que contribuye activamente el sector de la biomasa6
- Figura 3.**
Esquema del Pacto Verde Europeo7
- Figura 4.**
Infografía de la CE sobre la Estrategia Europea de Bioeconomía.....8
- Figura 5.**
Infografía de la CE sobre los sectores, políticas y beneficios de la bioeconomía9
- Figura 6.**
Cadena de valor del sector biotecnológico.....20
- Figura 7.**
Esquema del sistema de clasificación de biorrefinerías.....22
- Figura 8.**
Diferenciación esquemática de las vías de los bioproductos drop-in,
smart drop-in, y de los bioproductos innovadores específicos23
- Figura 9.**
Externalidades positivas generadas por el aprovechamiento de la biomasa.....26

INFOBOXES

INFOBOX 1. Criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa en la RED II	12
INFOBOX 2. Reglamento Europeo de Fertilizantes: posibilidades de utilización de subproductos/residuos orgánicos	13
INFOBOX 3. Biorresiduos y subproductos	13
INFOBOX 4. Los biocarburantes utilizados para cumplir los objetivos fijados en la Directiva Europea de Energías Renovables deben cumplir obligatoriamente criterios de sostenibilidad	16
INFOBOX 5. La biomasa cuenta con extraordinarias capacidades para contribuir a los retos de la España vaciada	17
INFOBOX 6. Producción de hidrógeno a partir de biomasa y biocombustibles.....	18
INFOBOX 7. Fabricación integrada de bioproductos en la industria del aceite de oliva.....	24
INFOBOX 8. La bioeconomía en Finlandia	27
INFOBOX 9. Bioeléctrica de Garray, motor tractor de la bioeconomía circular.....	27

REFERENCIAS

1. Biomasa y Geotermia – Guía de la energía (IDAE, 2019) 
2. 2050 vision for 100% renewable heating and cooling in Europe (RHC Platform, 2019) 
3. Objetivos de Desarrollo Sostenible (UN, 2019) 
4. Mission Innovation Overview (Mission Innovation, 2015) 
5. Innovation Challenges (Mission Innovation, 2016) 
6. Un Pacto Verde Europeo (CE, 2020) 
7. Los retos para Europa 2020 (El País, 2020) 
8. La Transición Justa dentro del Marco Estratégico de Energía y Clima (MITECO, 2019) 
9. Una nueva Estrategia en materia de bioeconomía para una Europa sostenible (EC, 2018) 
10. A sustainable and Circular Bioeconomy (EC Knowledge Centre for Bioeconomy, 2018) 
11. Reglamento Europeo de Diseño Ecológico (UE) 2015/1189 (EC, 2015) 
12. Mediante el proceso de *upgrading* se consigue aumentar la concentración de metano del 50%-70% que contiene de media el biogás a superar el 95% de metano, lo que se pasa a denominar biometano. A la vez se eliminan las impurezas presentes en el biogás (CO₂, H₂, microorganismos, etc.) consiguiendo un biometano cuyas características fisicoquímicas y de calidad son asimilables al gas natural, pero siendo 100% renovable.
13. Directrices Generales de la Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico (MPTFP, 2017) 
14. Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019 (IRENA, 2019) 
15. Directiva Europea Energías Renovables (UE) 2018/2001 (EC, 2018) 
16. Estrategia Europea de Bioeconomía (EC, 2018) 
17. Manual sobre las Biorrefinerías en España (BIOPLAT y SusChem, 2017) 
18. Según la Directiva Europea Energías Renovables (UE) 2018/2001, los cultivos intermedios, que consisten en plantas de crecimiento rápido que se puede intercalar entre hileras del cultivo principal, como los cultivos de captura y los cultivos de cobertura, se consideran materia prima sostenible siempre que su utilización no desencadene una demanda de tierras adicionales.
19. La lignocelulosa es el principal componente de la pared celular de las plantas, es una de las fuentes de biopolímeros más abundantes en la naturaleza.
20. The EU Blue Bioeconomy Report 2019 (EC, 2019) 
21. El grupo de expertos españoles que desarrolla su actividad en el ámbito de la biomasa, representado por BIOPLAT, recomienda que los cultivos dedicados (biomasas cultivadas) que se desarrollen en España no sean cultivos alimentarios, ni invasores y que sus necesidades hídricas sean limitadas.
22. Balance socioeconómico de las biomasas en España 2017-2021 (Unión por la Biomasa/AFI, 2018) 
23. Perfil ambiental de España 2018 (MITECO, 2018) 
24. Boletín del mercado de aceite de oliva – Campaña 2018/2019 (AICA/MAPA, 2019) 
25. La Bioenergía en Andalucía (AEE, 2020) 
26. Exportación/importación españolas de frutas y hortalizas (FEPEX, 2020) 
27. Reglamento Europeo de Fertilizantes (UE) 2019/1009 (EC, 2019) 
28. Directiva Europea Residuos (UE) 2018/851 (EC, 2018) 
29. Directiva Europea de Residuos 2008/98/CE (EC, 2008) 
30. Integrated Biorefinery (European Bioeconomy, 2018) 
31. Un líder o lidar (del inglés LIDAR, *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*) es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado.
32. Sentinel Online (ESA, 2020) 
33. Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) (EC, 2020) 
34. Strategic Energy Technology Plan Action 8 - Implementation Plan (ETIP-Bioenergy, 2019) 
35. Marco Estratégico de Energía y Clima (MITECO, 2019) 
36. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (MITECO, 2020) 
37. Directiva Europea de Emisiones en Instalaciones de Combustión Medianas (EC, 2015) 
38. Bio-based products (EC, 2017) 
39. About BBI JU –The catalyst for sustainable bio-based industries in Europe (BBI JU, 2020) 
40. Commission Expert Group on Bio-based Products – Final Report (EC, 2017) 
41. Bio-based drop-in, smart drop-in and dedicated chemicals (RoadToBio, 2017) 
42. Strategic Research and Innovation Agenda (BIC, 2017) 
43. Technology Readiness Levels (TRL) – Annex G H2020 Work Programme 2016-2017 (EC, 2017) 
44. Biomasa en España. Generación de valor añadido y análisis prospectivo (FEDEA/BIOPLAT, 2019) 
45. Solid Biomass barometer 2019 (EurObserv'ER, 2019) 
46. Directiva Europea sobre Plásticos (UE) 2019/904 (EC, 2019) 
47. Bioeconomía finlandesa: Un futuro increíble (This is Finland, 2014) 
48. Bioeconomy share of Finnish national output - John Kettle, Seminario Internacional "Bioeconomía y desarrollo: oportunidades a través de la cooperación entre los países nórdicos y el Cono Sur" (CIECTI, 2018) 
49. Proyecto Life CO₂ Int Bio (2019) 
50. O&M: Operación y Mantenimiento.



Bioplat

BIOMASA PARA
LA BIOECONOMÍA