



Biomasa forestal frente al cambio climático en la Región de Murcia: Desafío para la economía social con impacto internacional

Forest Biomass to mitigate climate change in the Region of Murcia: A challenge for the social economy with international impact.

Elena Díaz Martínez.

Unión de Cooperativas de Trabajo Asociado de la Región de Murcia UCOMUR, Murcia, España

elena.diaz@ucomur.coop

<https://orcid.org/0009-0007-0180-0113>

J. Víctor Meseguer Sánchez

Universidad Católica de Murcia, Murcia, España

jvmeseguer@ucam.edu

<https://orcid.org/0000-0002-8924-3150>

Isabel Martínez-Alcalá

Universidad Católica de Murcia, Murcia, España

immartinezalcala@ucam.edu

<https://orcid.org/0000-0002-4109-3253>

Recepción: 16/10/2025 | Aceptación: 19/01/2026 | Publicación: 30/01/2026

Cómo citar (APA, séptima edición):

Díaz Martínez, E., Meseguer Sánchez, J.V., & Martínez-Alcalá, I. (2026). Biomasa forestal frente al cambio climático en la Región de Murcia: Desafío para la economía social con impacto internacional. *INNOVA Research Journal*, 11(1), 135-161.

<https://doi.org/10.33890/innova.v11.n1.2026.2899>

Resumen

La crisis climática ha provocado la pérdida de aproximadamente el 10% de la masa forestal de la Región de Murcia (España) como consecuencia de sequías prolongadas, el aumento de las temperaturas y la insuficiencia de recursos para desarrollar una silvicultura orientada a la

resiliencia climática. Esta situación incrementa el riesgo de incendios forestales y exige la adopción de una nueva política forestal basada en soluciones técnicas y financieras avaladas por la comunidad científica. En este contexto, diversos proyectos europeos desarrollados en la Región de Murcia, como laboratorio de buenas prácticas, impulsan la valorización energética de la biomasa forestal y de los residuos agrícolas. Estas iniciativas fomentan un mercado de biomasa con proyección internacional alineado con los objetivos de reducción de emisiones en los mercados de carbono. Localmente, la instalación de una caldera de pellets forestales en el Hospital Virgen de la Arrixaca y la integración de biomasa forestal en los procesos productivos de la empresa agroalimentaria García Carrión, se presentan como ejemplos escalables y transferibles. El estudio analiza el cambio de paradigma que supone —“cortar árboles para salvar montes”— no solo como una práctica de economía circular o una fuente de energía renovable, sino como un instrumento estratégico de adaptación y mitigación climática. Finalmente, se proponen sinergias entre los proyectos de biomasa forestal con las políticas de fomento de la economía social, priorizando proveedores locales, evitando dinámicas especulativas sobre los recursos forestales y favoreciendo un reparto equitativo de beneficios entre comunidades rurales, empresas sociales y actores institucionales.

Palabras claves: Economía circular, biomasa forestal, economía social, gestión de residuos, cambio climático.

JEL: P13, Q23, Q42, Q57, Q58

Abstract

The climate crisis has led to the loss of approximately 10% of the forest mass in the Region of Murcia (Spain) due to prolonged droughts, rising temperatures, and insufficient resources to implement climate-resilient forest management. This situation increases the risk of uncontrolled wildfires and highlights the need for a new forest policy supported by technical and financial solutions proposed by the scientific community. In this context, several European projects developed in the Region of Murcia, conceived as a forest laboratory of good practices, promote the energy valorisation of forest biomass and agricultural residues. These initiatives foster a local and international biomass market aligned with emission reduction targets and carbon markets in both the public and private sectors. The cases analysed include the installation of a forest pellet boiler at the Virgen de la Arrixaca Hospital, which enables carbon emission compensation, and the integration of forest biomass into the production processes of the agri-food company García Carrión. Both examples are scalable and transferable. The study examines the new environmental paradigm represented by forest biomass—“cutting trees to save forests”—not merely as a circular economy practice or a renewable energy source, but as a strategic component of climate adaptation and mitigation. Finally, it proposes incorporating forest biomass into social economy promotion policies, prioritising local suppliers, preventing speculative dynamics over forest resources, and ensuring a fair distribution of benefits among rural communities, social enterprises, and institutional stakeholders.

Keywords: circular economy, forest biomass, social economy, waste management, climate change.

Introducción

La biomasa forestal va ganando adeptos en el debate científico y político sobre las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático. En un contexto marcado por el aumento de la temperatura media, la intensificación de sequías y la mayor recurrencia de incendios forestales, la gestión activa de los montes emerge como una necesidad ecológica inaplazable. Sin embargo, el aprovechamiento energético de la biomasa forestal plantea un dilema de fondo: ¿puede considerarse una solución climática sostenible o existe el riesgo de generar nuevos impactos ambientales si no se gestiona adecuadamente? Por un lado, la biomasa forestal se presenta como un recurso de energía renovable capaz de contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sustituir combustibles fósiles y favorecer una economía circular basada en recursos locales. Además, su valorización puede incentivar la gestión forestal sostenible, ayudando a la financiación de las políticas públicas para reducir la carga de combustible en los montes y, con ello, el riesgo de incendios catastróficos, especialmente en regiones climáticamente vulnerables. Por otro lado, una explotación intensiva o mal planificada puede comprometer la capacidad de los ecosistemas forestales para actuar como sumideros de carbono, afectar a la biodiversidad y generar conflictos sociales y territoriales.

Este artículo aborda el uso de la biomasa forestal como herramienta climática desde esta tensión inherente entre oportunidad y riesgo, analizando el marco teórico desde el que se construye la idea de la circularidad y sostenibilidad, términos relativamente recientes para la doctrina económica.

Si bien, por razones financieras, puede resultar atractivo considerar los restos de madera como un residuo equiparable a los de cualquier actividad económica dentro de la economía circular, este estudio propone que, en el ámbito de la gestión forestal orientada a la resiliencia climática, dichos restos no deben entenderse como el resto de residuos económicos, sino como residuos de aprovechamiento común, cuyo objetivo principal es la conservación de los montes y la mitigación de los efectos del cambio climático. Esta distinción fundamental redefine el sector de la biomasa forestal como transversal y de carácter ecosistémico. En el primer enfoque, la rentabilidad de la actividad forestal se asigna al proveedor más competitivo, que obtiene un beneficio privado. En el segundo, defendido desde la economía social, se propone que los servicios de silvicultura y la valorización de la biomasa forestal reviertan en la colectividad local. La Región de Murcia (España) se presenta como caso de estudio, donde se desarrollan proyectos piloto financiados con fondos europeos para impulsar el uso sostenible de la biomasa forestal.

Antecedentes de la Economía Circular “Forestal”

La Conferencia Ministerial para la protección de los Bosques en Europa (Helsinki, 1993), como señala Carballada (2020), concluyó con una visión precursora de lo que sería el principio de “economía circular” de la Unión Europea en 2015¹, acuñando esta definición: “La gestión forestal

¹ “Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy”. (Comunicación COM(2015) 614 final, adoptada el 2 de diciembre de 2015): “La economía circular es un sistema económico en el que el valor de los productos, materiales y recursos se mantiene en la economía durante el mayor tiempo posible, y en el que se minimiza la

sostenible consiste en la explotación de los bosques y las superficies forestales de tal manera, y con tal intensidad, que se preserven para su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y potencial para cumplir, ahora y en el futuro, funciones ecológicas, económicas y sociales significativas tanto a nivel local y nacional, como global, sin ocasionar daños a otros ecosistemas”.

Como señala Orbe (2022), el agotamiento y la degradación de los recursos naturales, consecuencia de su uso insostenible por parte de una población creciente que demanda un mayor consumo y nivel de vida, han conducido a la asimilación del concepto de “desarrollo sostenible” como nuevo paradigma de las políticas globales.

En 2015, la mayoría de los países del mundo adoptaron la Agenda de Desarrollo Sostenible con sus conocidos 17 objetivos (ODS) para ayudar en la concienciación de la dimensión económica, social y medioambiental de la sostenibilidad, incorporando la idea de una economía circular y no lineal, de forma transversal a varios objetivos; la producción y consumo responsables (ODS 12, reduciendo o eliminando los residuos), el trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8, fomentando la innovación y empleo en sectores emergentes), la energía asequible y no contaminante (ODS 7, uso de energías renovables) y vida de ecosistemas terrestres (ODS 15, evitando la degradación de los ecosistemas). Pese a la transversalidad de la economía circular, la tendencia de las políticas nacionales ha sido a tratar cada objetivo por separado, estableciendo planes específicos para sectores muy específicos y prioritarios, por ser más contaminantes. Desde este punto de vista de lo específico, lo que es más común y vital, los ecosistemas naturales en los que vivimos no han sido una prioridad en las políticas de circularidad.

El Pacto Verde Europeo, en 2019, fijó una hoja de ruta para alcanzar la neutralidad climática en 2050, ya que, al agotamiento de los recursos, se ha sumado la preocupación de los países europeos por el impacto que la actividad humana está teniendo sobre el rápido aumento de la temperatura del planeta; La economía circular pasa entonces a ser una pieza importante del complejo puzzle de las políticas regulatorias, donde todas tienen que encajar, aunque no siempre todas parezcan igual de relevantes a la hora de empezar un puzzle, siendo la economía circular en el ámbito forestal una de las piezas periféricas.

El presente estudio se centra por ese motivo en la bioeconomía circular y, en particular, en la “bioeconomía circular forestal”, llamada a tener un papel fundamental en el nuevo modelo de producción y consumo sostenible, pero también en la lucha contra el cambio climático, siendo esencial en algunos territorios como España para la prevención de incendios forestales. En este sentido, Carballada (2020) ya enfatizaba que a la variable más medioambiental que se le presupone a la economía circular frente a la lineal, había que sumar las variables sociales, citando como ejemplo la importancia de la extracción de la biomasa de los ecosistemas forestales como medida

generación de residuos.”. Posteriormente, esta definición fue reforzada y ampliada en el Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular de 2020: “A new Circular Economy Action Plan – For a cleaner and more competitive Europe”(Comunicación COM(2020) 98 final, adoptada el 11 de marzo de 2020). Definición complementaria: “La economía circular se basa en el principio de reducir la presión sobre los recursos naturales, mantener el valor de los productos y materiales durante el mayor tiempo posible, y minimizar la generación de residuos, contribuyendo así a una economía climáticamente neutra, competitiva y resiliente.”

básica para limitar el problema de los incendios forestales masivos, como los ocurridos en Portugal y Galicia en octubre de 2017.

En 2025, y tras los devastadores incendios sufridos durante el verano en España, donde se ha quemado una extensión similar a la isla de Mallorca, muchas voces han vuelto a poner en valor la necesidad de un “Pacto de Estado Forestal” que acabe con la descoordinación de políticas y promueva una economía forestal, con una visión circular y no meramente conservacionista. Por tanto, este estudio plantea, en términos de oportunidad y urgencia, cuáles son los aprovechamientos permitidos y deseables para la biomasa forestal; cuáles son los problemas por resolver para su implementación y si estos desafíos pueden ser oportunidades para generar un modelo de gestión forestal sostenible incorporando a las empresas de la economía social para que pueda ser implementado globalmente desde iniciativas cercanas a lo local, donde se generan los residuos forestales y donde pueden ser tratados sin incurrir en gastos adicionales de transporte.

Qué entendemos por sectores emergentes en el ámbito forestal.

Hemos realizado una clasificación innovadora de los diferentes usos de los residuos forestales en función de su procedencia y valor de mercado: En la Tabla 1, columna de la izquierda, podemos ver sectores económicos y en la columna intermedia, los subproductos que cuentan con una monetización de mercado, esto es, los residuos de la madera tienen un aprovechamiento en el mercado de la circularidad. Mientras que, en la columna de la derecha, podemos examinar los mismos residuos forestales a la luz de los sectores emergentes de la economía en los que estos residuos precisan de valorización bajo otros criterios no mercantiles (servicios ecosistémicos).

Tabla 1

Aplicaciones de los residuos forestales según actividades económicas o con fines ecosistémicos

SECTORES TRANSVERSALES		
SECTORES ECONÓMICOS	Subproductos con valor objetivo de mercado	Servicios ecosistémicos con valor intangible
Medio Ambiente Mitigación de la Huella de Carbono: Compra/Venta de los derechos de emisión de captura de carbono	El mercado obligatorio de emisiones de carbono (mercado de cumplimiento o ETS) es un sistema regulado a nivel internacional que pone un límite a las emisiones de gases de efecto invernadero de empresas y administraciones (por países) obligándolas a cumplir con un objetivo. Las empresas que no alcanzan sus metas pueden comprar créditos de carbono de aquellas que han emitido menos de su límite, lo que incentiva la reducción de emisiones. La cotización actual de los derechos de emisión de CO ₂ en el mercado europeo	El mercado voluntario de emisiones de carbono es un sistema descentralizado donde organizaciones y ciudadanos compran créditos de carbono para compensar sus emisiones de forma voluntaria. A diferencia del mercado regulado, esta participación es opcional y busca financiar proyectos sostenibles como reforestación, selvicultura para la resiliencia de las masas forestales y mitigación del cambio climático o energías renovables. El precio medio es muy variable, oscilando generalmente entre 2 y 30

SECTORES TRANSVERSALES

SECTORES ECONÓMICOS	Subproductos con valor objetivo de mercado	Servicios ecosistémicos con valor intangible
	(EUA) ronda los 77,49 € por tonelada, con una media de las últimas 30 sesiones de 76,45 €. Estos precios fluctúan diariamente y están influenciados por factores como la política, la economía y el clima. Es posible consultar los datos en tiempo real y de forma histórica en plataformas financieras especializadas, como Investing.com o Sendeco2 .	euros por tonelada de CO2e (Token de carbono), pero puede ser significativamente más alto dependiendo del proyecto, la calidad del crédito y la diligencia debida del comprador: Normativas como la CSRD o la taxonomía europea están marcando cómo deben reportar las empresas en Europa y lo más importante, todos los proveedores que trabajen para empresas europeas: El informe de sostenibilidad recoge cómo una empresa está gestionando su impacto ambiental, social y de gobernanza: Debe fijar un horizonte temporal sobre sostenibilidad, con especial atención a los objetivos absolutos de reducción de emisiones para 2030 y 2050, con objetivos medioambientales basados en pruebas científicas concluyentes.
Turismo y Cultura		Contribución de los propietarios forestales al cuidado del paisaje y zonas protegidas
Sector público: Servicios a la ciudadanía de diferente naturaleza; Salud, Seguridad, Educación medioambiental.		Contribución de los propietarios forestales al disfrute del medio ambiente y estar seguros frente a los riesgos del cambio climático (incendios, inundaciones, temporales...)
Energías Renovables	Biocombustibles: Plantas de Biomasa de origen vegetal	
Tecnología de los Alimentos	Cortezas, hojas, ramas, serrín o restos de poda contienen polifenoles, taninos, flavonoides, lignina, celulosa y hemicelulosa, que poseen propiedades antioxidantes, antimicrobianas y conservantes con aplicaciones alimentarias como conservantes naturales para alargar la vida útil de productos cárnicos y vegetales; sustitutos de aditivos sintéticos; antioxidantes naturales en aceites, bebidas y productos procesados.	
Industria Química y Bioquímica	Bioplásticos, resinas, adhesivos...	
Agricultura y Ganadería	Biocarbono o biochar para jardinería y	

SECTORES TRANSVERSALES

SECTORES ECONÓMICOS	Subproductos con valor objetivo de mercado	Servicios ecosistémicos con valor intangible
Jardinería	agricultura regenerativa (Carbón vegetal rico en carbono obtenido mediante pirólisis. Se añade al suelo como nutriente natural). Sustratos y acolchados. Corchos para bodegas.	
Industria de la Madera (Mueble) Construcción ecológica	Tableros hechos con aglomerados y MDF (tablero de fibra de densidad media), contrachapados, materiales de construcción ecológicos. Diseño de mobiliario con criterios sostenibles.	
Industria del Papel y Celulosa	Procesos de obtención de papel reciclado y pulpa de papel	
Industria Textil	Prendas fabricadas a partir de fibras vegetales.	
Varios / Segunda vida de producto	Diseño sostenible de objetos con madera reciclada	

Fuente: Elaboración propia autores (2025)

Marco teórico

La bioeconomía forestal está siendo estudiada en la última década por investigadores de diferentes disciplinas, con un enfoque de innovación tecnológica para su transferencia a aplicaciones empresariales. Diversos países europeos desempeñan un papel clave en la promoción y el desarrollo de la bioeconomía forestal (Biancolillo et al., 2020), especialmente, Finlandia, Alemania, Suecia, Austria, Italia y Noruega. Además, los estudios bibliométricos muestran que algunas agrupaciones, como la de los países del Este (Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Estonia, Lituania, Macedonia del Norte, Serbia) y la de los países mediterráneos (Portugal, Grecia, Italia, España) están actualmente apostando por la bioeconomía forestal.

La bioeconomía forestal circular, es una disciplina reciente y controvertida, cuyo marco regulatorio a nivel europeo puede colisionar con otras normas de protección medioambiental y las necesidades particulares de países según su clima y biodiversidad. Un ejemplo de conflicto lo plantea el nuevo marco regulatorio para las energías renovables de la Directiva Europea 2023/2413², de 18 de octubre, que ha sido cuestionado por incluir entre el listado de energías renovables, la energía procedente de la biomasa forestal.

La discusión está servida: Por un lado, países como España precisan urgentemente valorizar los residuos forestales, especialmente en regiones que no disponen de otros

² La [Directiva \(UE\) 2023/2413](#), también conocida como [REDIII](#), tiene como objetivo impulsar la energía de fuentes renovables en todos los sectores de la UE. Modifica directivas y reglamentos anteriores para establecer un sistema común para promover las renovables, con un objetivo vinculante para 2030, normas para la promoción del autoconsumo y reglas unificadas para la electricidad, calefacción, refrigeración y transporte.

aprovechamientos industriales y corren el riesgo de sufrir graves incendios forestales por abandono de la masa seca. Por otro lado, los países en donde hay otras alternativas energéticas más adecuadas antes de usar la biomasa como energía sostenible (Principio de uso en cascada que analizaremos más adelante).

Para contextualizar el debate y el estado de la ciencia, en el estudio se han analizado diferentes investigaciones internacionales, proyectos piloto y buenas prácticas desarrolladas en la Región de Murcia, dado que esta región, por sus condiciones climáticas y forestales, está siendo laboratorio de experimentación de diversas iniciativas europeas de gestión forestal como LIFE³ y de los fondos Next Generation.

Para la investigación hemos buscado herramientas metodológicas que permiten evaluar el potencial de un determinado territorio para la implementación y el desarrollo de la bioeconomía forestal circular de su territorio, encontrando una buena práctica en la herramienta desarrollada por la Universidad del País Vasco, España (Orbe, 2022). La mayoría de los artículos analizados provienen de ingenieros civiles y medioambientales que han realizado estos estudios como parte de sus tesis doctorales, desconociendo si hubo transferencia de esta tecnología teórica a la práctica de las políticas públicas. En la misma línea, la disertación doctoral de Bardales (2024) en la Universidad de Granada, estudia el uso de la biomasa forestal para su aplicación en áreas protegidas de Honduras para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global, en un contexto muy diferente, de altísimo consumo de leña por parte de los hogares como única fuente de energía.

De la lectura de los diferentes artículos, se desprende la importancia de evaluar el potencial de la biomasa forestal de cada ecosistema en función de su biodiversidad, uso y necesidades, siendo común la preocupación de los autores por implementar una estrategia forestal con trazabilidad y sostenibilidad. Como señala Murillo (2024), América Latina destaca por su diversidad biológica, lo que brinda oportunidades para aprovechar una amplia gama de biomateriales, como residuos agrícolas, forestales y urbanos, así como cultivos energéticos específicos; un escenario propicio para el crecimiento continuo de la biomasa como fuente de energía renovable, contribuyendo así a la transición hacia un futuro más sostenible y resiliente en la región (Vargas et al., 2021).

En el caso de la Región de Murcia, se han tenido en cuenta los estudios sobre biomasa forestal realizados por la Agencia Regional de la Energía (ARGEM, 2003), el trabajo de fin de grado de estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT, 2015) centrados en la biomasa forestal que se puede recoger en los territorios de los Grupos de Acción Local (agrupaciones municipales), el Plan de Biomasa aprobado por la Región de Murcia (2016), en el contexto de la Estrategia Forestal de la Región de Murcia y los estudios recientes del

³ El Programa LIFE es el Programa de la Unión Europea para el Medio Ambiente y la Acción Climática para el periodo 2021-2027 y es uno de los principales contribuyentes al Pacto Verde Europeo, cuyo objetivo es transformar la UE en una sociedad justa y próspera, con una economía moderna, eficiente en recursos y competitiva, en la que no haya emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y en la que el crecimiento económico se desvincule del uso de recursos. Además de proteger, conservar y mejorar el capital natural de la UE, y proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos frente a los riesgos e impactos relacionados con el medio ambiente y el clima.

Colegio de Montes (Roque Palazón, 2019), como precedentes para los proyectos de biomasa forestal desarrollados con fondos europeos.

La aportación original de este estudio es tratar de unir la investigación científica con el complejo marco regulatorio de la bioeconomía forestal para obtener conclusiones sobre cómo aprovechar las políticas de fomento del cooperativismo y la economía social para favorecer el uso de la biomasa forestal como parte de la estrategia climática.

Al abordar el concepto de “Economía Social”, encontramos diferentes marcos legales y denominaciones: En Europa y Estados Unidos se habla de “Economía Social”, aunque integre entre las formas empresariales a entidades de iniciativa social que realizan actividades de mercado. En América Latina se habla en general de “Economía Social y Solidaria” y, en algunos países de “Economía Popular”. Para concretar el marco teórico, usaremos la definición de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que describe la Economía Social y Solidaria como: “Un conjunto de empresas y organizaciones que producen bienes, servicios y conocimientos, y que persiguen objetivos sociales, ambientales y económicos. Se rigen por principios de solidaridad, participación democrática, autonomía de gestión y reinversión de excedentes en beneficio de sus miembros o de la comunidad”

Dentro de la Economía Social, y en el ámbito de la gestión de la biomasa forestal objeto de este estudio, se enfatiza el rol que deberían jugar las “Cooperativas Forestales”. Según la definición de la Declaración sobre la Identidad Cooperativa aprobada por la Asociación Internacional de Cooperativas (ACI,1995): “Una cooperativa es una asociación autónoma de personas que se unen voluntariamente para satisfacer sus necesidades y aspiraciones económicas, sociales y culturales comunes por medio de una empresa de propiedad conjunta gestionada democráticamente.”.

La hipótesis del estudio es que las Cooperativas pueden aportar iniciativas locales de gestión de la biomasa forestal que impacten globalmente, como ha reconocido la ONU al declarar 2025, Año Internacional de las Cooperativas, con el lema; “Las cooperativas construyen un mundo mejor”, en un claro esfuerzo por dinamizar el bajo rendimiento de la Agenda 2030 de los ODS, especialmente de aquellos conectados con la emergencia climática (Ariel Guarco, 2025).

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental, de carácter descriptivo y analítico, orientado a examinar el potencial de transferencia de los proyectos europeos sobre biomasa forestal desarrollados en la Región de Murcia hacia el ámbito de la economía social.

El método aplicado fue documental–bibliográfico y de campo. En una primera fase, se llevó a cabo una revisión documental sistemática de proyectos europeos relacionados con la valorización de la biomasa forestal, la economía circular y la gestión sostenible de los recursos naturales ejecutados en la Región de Murcia. Se analizaron documentos oficiales de los proyectos (memorias técnicas, informes de resultados y material de difusión), considerando variables como

objetivos, actores implicados, resultados alcanzados y posibilidades de replicabilidad en otros territorios.

Paralelamente, se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados en revistas especializadas e indexadas, centrados en biomasa forestal, economía circular y economía social. Se constató que la doctrina existente es más científica (medioambiental, forestal, ingeniería) que jurídica y económica y que esta materia – la biomasa forestal - es novedosa para el sector de las ciencias sociales y aún más, para la economía social. Esta revisión permitió sustentar teóricamente el estudio y establecer un marco analítico para la identificación de oportunidades y limitaciones sobre la biomasa forestal en el plano regional, pero también establecer algunas comparativas con trabajos publicados en revistas indexadas en el plano internacional, que dan pistas sobre el grado de desarrollo de esta tecnología en otros países.

En una segunda fase, se aplicaron técnicas de investigación de campo, mediante la realización de entrevistas semiestructuradas a expertos del sector forestal, responsables de proyectos europeos, representantes de la administración pública y agentes vinculados a la economía social. La información obtenida permitió contrastar los resultados del análisis documental y profundizar en los aspectos técnicos, institucionales y socioeconómicos del objeto de estudio. Asimismo, los autores participaron en congresos y jornadas académicas y técnicas, lo que facilitó la observación directa, el intercambio de experiencias y la validación de los resultados preliminares desde una perspectiva académica y profesional.

Finalmente, se efectuó un análisis de políticas públicas en los ámbitos europeo, nacional y regional, revisando estrategias y planes relacionados con la bioeconomía (biomasa forestal), la transición ecológica y la economía social. La triangulación de fuentes documentales, bibliográficas y empíricas permitió fortalecer la validez del estudio y evaluar de manera integral el potencial de transferencia de los proyectos analizados.

En un contexto de diferentes expectativas sobre los bosques por parte de la población, el estudio trata de dilucidar entre los diferentes conflictos sociales y medioambientales, cuál es el papel de los bosques y sus múltiples funciones. Porque de su percepción como un aprovechamiento común, depende que su explotación deba concederse a un tipo u otro de proveedores de servicios forestales.

La aproximación a la bioeconomía forestal se realiza por tanto desde la economía social, que es la rama de las ciencias sociales que estudia la producción, distribución y consumo de bienes y servicios con un enfoque en el interés colectivo y la cooperación, priorizando a las personas y al bienestar social sobre el lucro individual. Con diferentes nombres y realidades internacionales, la economía social se centra específicamente en modelos organizacionales y actividades que buscan la solidaridad, la sostenibilidad y el beneficio social, como lo son las cooperativas y otras entidades sin ánimo de lucro.

La investigación es exploratoria y descriptiva de los diferentes grupos de interés: los poderes regulatorios, las empresas y emprendedores del ámbito forestal, la comunidad científica que investiga sobre economía circular y biomasa forestal, y la percepción de los ciudadanos. La

metodología del estudio es por tanto muy interdisciplinar y ha requerido un gran esfuerzo de síntesis de una selección bibliográfica de artículos científicos, conclusiones de congresos forestales, fuentes estadísticas y entrevistas cualitativas en profundidad con expertos en cada uno de los campos de estos grupos de interés para armonizar un relato que sea integrador de visiones y prioridades muy diferentes sobre la gestión forestal y el cambio climático.

Resultados y Discusión

Iniciamos el estudio con la cuestión planteada en los proyectos europeos “Green Boost” y “Life Token CO₂”, que proponen rediseñar la política forestal con un nuevo paradigma: ¿Cortar árboles para conservar los montes para las próximas generaciones como estrategia de lucha contra el cambio climático?

Esta discusión se ha planteado desde una metodología interdisciplinar para ofrecer resultados desde la ciencia medioambiental, económico/financiera y de políticas públicas. Pero esta discusión no es ajena a un debate más amplio y global: ¿Estamos a tiempo de corregir los efectos del cambio climático? ¿Existe un compromiso real, tanto local como regional, con el futuro de los bosques para las siguientes generaciones? ¿Es un problema que preocupa o del que nos ocupamos?

A juicio de los autores, el futuro de las próximas generaciones no se decide solo en las cumbres globales sobre cambio climático por los representantes de los Estados, sino que se juega en las decisiones cotidianas de los municipios, ciudades y regiones sobre inversión en economía circular, planes de formación para los estudiantes y desempleados, apoyo a la creación de empresas medioambientales y forestales, incentivos a propietarios forestales y agrícolas para mitigación del cambio climático con usos alternativos y circularidad en sus terrenos y por último y no menos importante, contratación de proveedores para las políticas climáticas, incluida la gestión de la biomasa forestal de los montes públicos. Todas estas decisiones locales sobre política forestal tienen impacto global en la mitigación de los efectos del cambio climático.

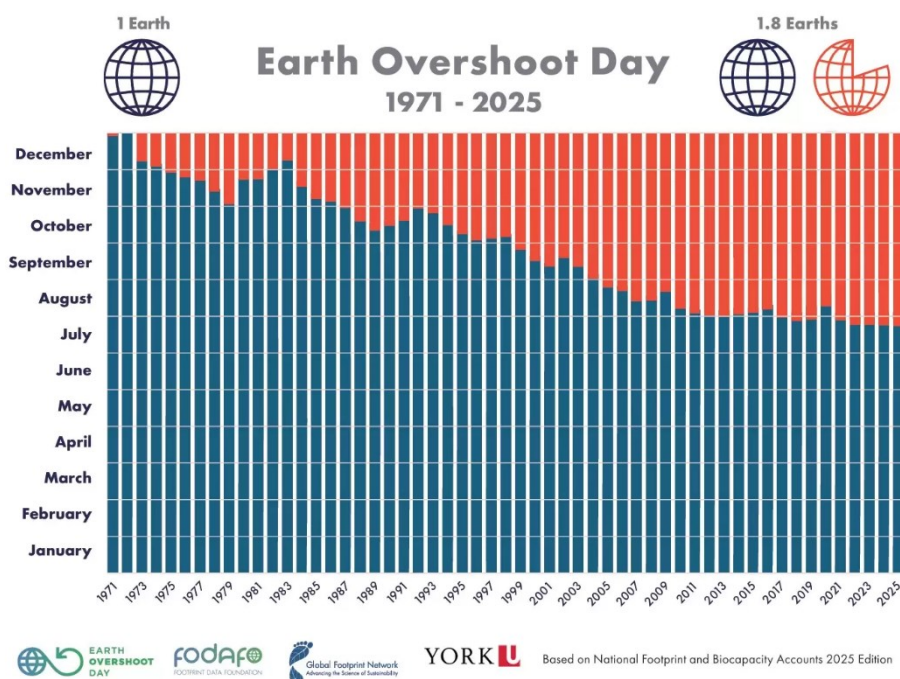
Sin embargo, estas decisiones, no se están tomando con la suficiente celeridad ni determinación. Veamos un dato objetivo que representa lo ajenos que vivimos al problema medioambiental: Según la Global Footprint Network⁴, el Día de la Sobrecapacidad de la Tierra es una estimación de cuándo la humanidad agota el presupuesto natural del año de sus recursos en base a las Cuentas Nacionales de Huella y Biocapacidad de la ONU. En 2025, el Día de la Sobrecapacidad de la Tierra se ha celebrado el 24 de julio, esto es, la humanidad ha agotado el presupuesto natural del que disponía para todo el año. Durante el resto de los meses, solo ha generado déficit ecológico agotando las reservas locales de recursos y acumulando dióxido de carbono en la atmósfera, esto es, generando una deuda ecológica y pagando como intereses por esta creciente deuda, la erosión del suelo y la creciente acumulación de CO₂ en nuestra atmósfera.

⁴ Global Footprint Network, ONG Internacional fundada para ayudar a poner fin al exceso ecológico facilitando herramientas para la toma de decisiones. <https://www.footprintnetwork.org/resources/>

Pese a la creciente conciencia social sobre el agotamiento de los recursos y la necesidad de implementar los principios de la economía circular en todos los sectores económicos, lo cierto es que abunda el desconocimiento y controversia sobre la transversalidad, en términos de oportunidad, de aplicar las herramientas de mitigación del cambio climático con una visión de servicios ecosistémicos⁵ para conseguir una efectiva reducción de las emisiones de carbono utilizando los residuos en general y la biomasa forestal en particular.

Figura 1

Evolución del Día de la Sobrecapacidad del Planeta 1971-2025



Fuente: Global Food Print Network.

⁵ Los servicios ecosistémicos son “los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas”, incluyendo tanto los bienes materiales como los procesos ecológicos que sustentan la vida humana. Esta definición proviene del informe de Millennium Ecosystem Assessment (ONU, 2005), que clasifica los servicios ecosistémicos en cuatro grandes categorías:

- Servicios de aprovisionamiento: productos obtenidos de los ecosistemas (agua, alimentos, madera, fibras).
- Servicios de regulación: beneficios derivados de la regulación de procesos ecológicos (clima, enfermedades, calidad del agua, polinización).
- Servicios culturales: beneficios no materiales (recreación, inspiración espiritual, valores estéticos y educativos).
- Servicios de soporte: funciones que permiten el mantenimiento de los demás servicios (ciclos nutrientes, fotosíntesis).

Por el lado positivo, y como resultado de esta investigación sobre los proyectos europeos de innovación forestal, hemos seleccionado dos buenas prácticas que pueden ejercer de ejemplo para incentivar el uso de biomasa forestal con fines de mitigación del cambio climático. Nótese que en cada territorio se tendrá que evaluar la idoneidad de la zona en función de su diversidad biológica y las condiciones climáticas y energéticas para producir biomasa forestal.

En el caso de la Región de Murcia, en el sureste español, las condiciones son idóneas. La precipitación media es de 340 litros anuales, con sequías prolongadas y lluvias torrenciales que erosionan el suelo. Es una de las regiones más áridas de España, con una evapo-transpiración muy alta que limita la productividad forestal tradicional. Por ello, el aprovechamiento de biomasa forestal contribuye a mejorar la gestión del suelo y la cubierta vegetal, reduciendo la degradación del paisaje y potenciando prácticas más sostenibles de reforestación natural. Hoy se sabe que las reforestaciones que se realizaron en el siglo XIX de la mano del hombre sumadas al abandono de la vida rural hicieron que los pinos carrascos y otras especies mediterráneas, hayan crecido muy cerca unos de otros, compitiendo por la humedad y no permitiendo por el espesor de sus copas, que entrase el sol al suelo, impidiendo que árboles nuevos fuesen sustituyendo a los que morían.

La Región cuenta además con una importante extensión de monte: Aproximadamente el 45 % del territorio, con más de 300 000 ha de superficie arbolada. Al no existir actividad forestal tradicional, los recursos forestales hasta fecha reciente se encontraban sin mercado. Por ello su valorización como biomasa puede generar valor económico y ambiental. Esto supone una oportunidad para extraer residuos forestales de forma sostenible, emplearlos como combustible renovable y generar actividad rural y empleo. Además, la retirada y valorización de biomasa (podas, ramas muertas, matorrales densos) reduce combustible disponible, lo que disminuye el riesgo y la intensidad de incendios forestales, convirtiendo un problema en recurso útil.

Según declaran las autoridades medioambientales, “la biomasa no se plantea como explotación económica independiente, sino como aprovechamiento asociado a la silvicultura que los montes necesitan para mantenerse”. La venta de los residuos forestales cubre ya el 50% de los trabajos (esta posibilidad está incluida en la licitación de los servicios como pago en especie), los fondos europeos aportan un 35% y el 15% lo aporta la Comunidad Autónoma. “Por cada 150.000 euros invertidos, se genera un millón”. La biomasa extraída en las zonas más montañosas, el noroeste murciano, ya se consume en instalaciones regionales como el Hospital Virgen de la Arrixaca y en instalaciones de la empresa García Carrón, empresa puntera en el sector de la producción y comercialización de vinos y zumos.

Analicemos estas dos buenas prácticas;

Caso 1 - El Hospital Virgen de la Arrixaca es el principal complejo sanitario público de la Región de Murcia, y funciona como una pequeña ciudad a efectos de impacto medioambiental. La caldera, con una potencia aproximada de 1,8 MW, cubre una parte significativa de la demanda térmica del hospital, principalmente para calefacción y agua caliente sanitaria. Se estima que el uso anual de pellets forestales evita la emisión de más de 2.000 toneladas de CO₂, además de generar empleo verde vinculado a la gestión forestal sostenible. El caso evidencia cómo la integración de energías renovables en infraestructuras sanitarias de gestión pública no solo mejora

la eficiencia energética, sino que también refuerza el desarrollo rural mediante el aprovechamiento de recursos forestales locales.

Esta instalación forma parte de su política de sostenibilidad ambiental, integrada en su Sistema de Gestión Medioambiental bajo normas UNE EN ISO 14001. La caldera utiliza astillas de biomasa forestal como combustible, lo que permite sustituir parcialmente el consumo de combustibles fósiles tradicionales (gas natural, gasóleo) para calefacción y agua caliente sanitaria. El Hospital estima cubrir aproximadamente el 25 % de la demanda térmica del hospital con biomasa forestal. La introducción de biomasa ha sido valorada por la gerencia del hospital como una medida estratégica estética y medioambiental para avanzar hacia un modelo energético más sostenible y eficiente, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y apoyando la transición energética de la instalación sanitaria. David Saura, responsable de Medio Ambiente del Hospital, reconoce que existen algunas fricciones (logística, mantenimiento precisa más recursos, restricciones normativas y rentabilidad económica limitada respecto al gas natural...), pero el Hospital, como Administración Pública, está comprometido con el proyecto “Green Boost” para combatir la percepción social de que el aprovechamiento de la biomasa implica mercantilizar el bosque.

Caso 2 — Planta de Biomasa Forestal en García-Carrión (Don Simón, Huelva).

La empresa García-Carrión ha impulsado una planta de biomasa térmica en sus instalaciones de Don Simón en Huelva para cubrir el 100 % de la demanda térmica de procesos industriales mediante energía renovable y reducir la huella de carbono. La instalación está diseñada para consumir aproximadamente 10 000 toneladas de biomasa al año. Con esta biomasa, la planta produce más de 50 000 toneladas de vapor saturado anualmente, suficiente para cubrir completamente la demanda térmica del proceso productivo.

Se evitan más de 8 000 toneladas de CO₂ anuales en comparación con calderas tradicionales de gas natural u otros combustibles fósiles. Además, esta instalación forma parte de una estrategia integral de sostenibilidad que requiere gestión sostenible y certificación continua de la cadena de suministro de la biomasa de origen forestal. Si bien los resultados expuestos son alentadores, en el estudio se han identificado barreras que frenan el despegue de la biomasa forestal;

- Falta de fondos para garantizar la transferencia tecnológica de la investigación científica a las empresas y su incorporación a políticas de incentivos regionales.
- Falta de proveedores para realizar los tratamientos certificados de selvicultura porque no hay una financiación que garantice el pago de sus servicios, lo que hace que un sector emergente no sea visto como un sector viable económicamente.
- Limitaciones legales e incertidumbre sobre la consideración de la biomasa forestal como fuente de energía.

Dado que la finalidad de este estudio es acercar las investigaciones sobre biomasa forestal al mundo del emprendimiento colectivo, el estudio concluye realizando propuestas desde la Economía Social para superar las barreras actuales detectadas.

Financiación para la transferencia tecnológica a la economía social

Los resultados obtenidos por la selección de proyectos de investigación analizados en varios países; Clauser en Argentina (2023), Durán (Conclusiones Life Token, 2024), Martínez Paredes (2016), Pérez Palazón (2019) en España, Prado (2025) en Guatemala, Serrano (2017) en Ecuador, y otros autores en la UE con investigaciones recientes citadas en la bibliografía, evidencian un avance significativo en la articulación de la bioeconomía forestal y la mitigación del cambio climático.

En el contexto mediterráneo, especialmente en la Región de Murcia, destacan los siguientes proyectos estratégicos co-financiados con fondos europeos:

LIFE BIORREFORMED, finalizado en 2024, demostró la viabilidad técnica y ambiental de valorizar la biomasa forestal mediante tecnologías de torrefacción y pirólisis. Esta iniciativa permitió transformar residuos forestales en biocombustibles y productos químicos renovables. Asimismo, se evidenció su potencial para dinamizar economías rurales mediante la creación de cadenas de valor asociadas a la bioenergía.

GREEN BOOST, impulsado por la Región de Murcia con el apoyo de la Fundación Biodiversidad y financiado por la Unión Europea a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), para la transición hacia sistemas productivos resilientes y bajos en carbono. Entre sus principales logros se destaca la propuesta de creación de un centro tecnológico regional, orientado a la promoción de la gestión forestal sostenible, la certificación forestal y el fomento del uso de bioenergía.

LIFE TOKEN CO₂, liderado por la UCAM, representa un avance pionero en la monetización de servicios ecosistémicos mediante la creación de una plataforma tecnológica basada en satélites y blockchain, diseñada para cuantificar, certificar y comercializar créditos de carbono forestales. Esta herramienta permitirá a empresas y también particulares, compensar sus emisiones de CO₂ y ofrecerá nuevas oportunidades económicas a propietarios forestales, al tiempo que promueve la conservación de la biodiversidad y la reducción del riesgo de incendios forestales. Este proyecto plantea que los propietarios de montes privados (70% del territorio forestal de la Región de Murcia), puedan monetizar los créditos de carbono asociados a proyectos voluntarios de absorción de carbono, concediéndoles un derecho real sobre los créditos de carbono vinculados a sus terrenos forestales. Es deseable la unión de los propietarios forestales para acometer juntos proyectos certificados de silvicultura para la resiliencia climática.

En conjunto, estos tres proyectos reflejan una estrategia sinérgica de innovación y sostenibilidad, en la que la valorización de la biomasa, la gestión forestal sostenible y la certificación de servicios ecosistémicos se articulan como pilares fundamentales para la transición hacia una economía baja en emisiones de carbono y resiliente al cambio climático. Sin embargo, la Región de Murcia aún no ha puesto en marcha el centro tecnológico de referencia para la gestión forestal sostenible ni cuenta con una planta de biomasa forestal en la Región de Murcia, aunque se trabaja desde la Asociación de Propietarios Forestales y el Colegio de Ingenieros de Montes para su ubicación y pronta construcción, con la inversión de una empresa forestal que apuesta por el proyecto.

En cuanto a la formación de profesionales, aunque se está avanzando significativamente en la formación forestal a través de ciclos formativos en gestión de montes en algún instituto y los ayuntamientos reciben ayudas para programas experienciales que ofrecen contratos de formación y empleo temporales a desempleados, no hay un tejido local de empresas forestales especializadas en el tipo de silvicultura de resiliencia climática (incluida la gestión de biomasa forestal)

Como hemos visto, la Región de Murcia solo aporta el 15% de la financiación de los proyectos de biomasa forestal que se están realizando. Existe una gran dependencia de los fondos europeos y el modelo forestal se financia gracias a la comercialización privada y mercantil de los residuos forestales.

Analicemos el problema de fondo, bastante común a cualquier territorio y país ya que es un problema de políticas públicas; ¿Por qué no hay recursos para financiar la innovación climática forestal?

Murcia recibe 3.117 €/habitante por el sistema de financiación autonómica, frente a una media nacional de 3.641 €/habitante (El Economista, 2022). Esta cifra la sitúa entre las regiones peor financiadas por habitante, junto con Valencia, Andalucía y Castilla-La Mancha (Europa Press, 2024), precisamente las cuatro regiones donde la emergencia climática y la pérdida de masa forestal por plagas y sequías prolongadas es valorada ya como catástrofe ambiental. En 2023 y 2024, Murcia cerró con déficit presupuestario, siendo una de las comunidades con los déficits más importantes relativos al PIB. En 2024, su déficit presupuestario fue aproximadamente del $-1,1$ % del PIB. La AIREF⁶ se estimaba que únicamente Murcia y la Comunitat Valenciana mantendrían déficits superiores al 1 % del PIB entre las CCAA de régimen común para los siguientes ejercicios. Además, se proyecta que el gasto en intereses de la deuda pública para Murcia alcance los 412 millones de euros en 2027, lo que supondría un aumento del ~ 338 % respecto a 2022, elevando la presión financiera de la región. Por otro lado, el 92% de la deuda de la Región de Murcia está en manos del Gobierno del Estado, lo que limita la autonomía financiera de la comunidad.

En conclusión, las brechas en financiación per cápita entre territorios se traducen en distintas capacidades de gasto público para servicios fundamentales como sanidad, educación o infraestructuras en regiones menos financiadas como la Región de Murcia. Esto impacta en severas limitaciones para incrementar políticas públicas: Un déficit estructural y una financiación bajo la media dificultan la implementación de nuevas inversiones, así como de políticas de innovación, bioeconomía, gestión forestal sostenible, etc.

¿Qué soluciones aporta la Economía Social en la Región de Murcia al problema de la financiación de la política forestal?

La Región de Murcia es un referente de la economía social a nivel europeo. Su modelo de colaboración público-privada es estudiado como buena práctica de gobernanza en las políticas de

⁶ La Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal (AIREF) es una Autoridad Administrativa Independiente (AAI) con personalidad jurídica propia y plena capacidad pública y privada, que ejerce sus funciones con autonomía e independencia respecto de las Administraciones Públicas y que actúa de forma objetiva, transparente e imparcial..

colaboración pública. Este sistema de gobernanza se basa en “Pactos de Economía Social”: Gobierno y asociaciones representativas de las diferentes familias de la economía social acuerdan un marco de financiación para promover el emprendimiento. Esto permite ajustar mejor el emprendimiento a la realidad de los municipios y ciudades y se traduce en un sistema muy efectivo de acompañamiento para emprender en sectores emergentes.

Con seis pactos que avalan el éxito de este modelo de gobernanza (solo seguidos por Navarra, que ha firmado su segundo pacto), el VI Pacto de Economía Social (2025-2028)⁷ busca fortalecer el sector de la economía social en la Región de Murcia mediante una hoja de ruta compartida entre el Gobierno regional y las organizaciones representativas (UCOMUR, FECOAM, AMUSAL, UCOERM, FECAMUR, CRYALIA), aglutinando al Cooperativismo Agrario, Educativo y Social, junto a las Sociedades Laborales y Empresas de Inserción de la Región de Murcia.

En este marco de colaboración hay un presupuesto de 55 millones de euros para impulsar las más de 100 medidas previstas, en torno a tres ejes; 1) visibilidad y crecimiento de la economía social, 2) competitividad e innovación empresarial y 3) sostenibilidad social, ambiental y territorial. Por primera vez, el VI Pacto recoge de manera explícita la creación de cooperativas forestales que puedan trabajar junto a la Administración en la implementación de un nuevo modelo de estrategia forestal que fomenta la resiliencia y adaptación al cambio climático, el empleo en zonas rurales y la inclusión de colectivos.

Para implementar una estrategia forestal que cubra tanto el 70% de los montes privados como el 30% de los montes públicos, que no son productivos en términos tradicionales, la economía social, a través de sus organizaciones representativas, puede dar visibilidad al problema ecológico y a la vez, incentivar el emprendimiento. Describimos a título ejemplificativo, el rol que pueden desempeñar estas organizaciones;

UCOMUR impulsa el Cooperativismo de Trabajo Asociado (empresas integradas por un mínimo de dos socios trabajadores). Con su liderazgo nacional e internacional, ha puesto en marcha del primer “Hub de la Economía Social” de ámbito regional en España, como centro de referencia e innovación en sectores emergentes; espacio que se abre como punto de encuentro para desarrollar iniciativas de bioeconomía forestal y para colaborar en la captación de fondos nacionales y europeos, así como para promover la gestión de alianzas de sostenibilidad.

FECOAM y FECOMUR son las federaciones que agrupan a las empresas cooperativas agroalimentarias de la Región de Murcia. Ambas representan un modelo de cooperación de éxito estudiado y exportado a otros territorios a nivel internacional y que está liderando la economía circular forestal con su participación en algunos de los proyectos de investigación citados. De hecho, el mayor experto de la economía social en materia forestal, según todas las fuentes consultadas, es Francisco Carreño, presidente de PROFOMUR (Asociación de propietarios forestales de la Región de Murcia), con más de cuarenta años de experiencia en cooperativismo

⁷ La Región de Murcia lidera el número de pactos suscritos en favor de la economía social, le sigue Navarra con un segundo pacto. En este enlace se puede tener más información sobre las entidades firmantes y contenido del Pacto. <https://observatorioeconomiasocial.es/murcia-firma-el-vi-pacto-regional-por-la-economia-social-2025-2028/>

agrario (Secretario general de FECOAM) y experto en el mercado de emisiones de carbono y los procedimientos de certificación forestales que se precisan disponer. Como Carreño subraya; “el camino para gestionar los bosques será cooperativo o no será”.

AMUSAL, que representa a las sociedades laborales, una fórmula única en España que integra el modelo cooperativo y la inversión de capital. Dispone de un “Observatorio de Economía Circular” que pone en contacto las necesidades de empresas que tienen residuos con posibles emprendedores que puedan valorizarlos. Su experiencia e influencia sobre el ecosistema de economía circular la convierte en un actor privilegiado para articular alianzas y proyectos en el sector de la bioeconomía forestal.

Por último y de manera destacada, CRYNALIA, representa a las empresas (cooperativas de iniciativa social, asociaciones o fundaciones con fines socio-laborales) que han optado por solicitar la calificación de “empresas de inserción social”. Estas empresas, cooperativas o no, han de ser promovidas por entidades sin ánimo de lucro (con participación mínima del 51%), estar inscritas en los registros correspondientes de la Comunidad Autónoma, y cumplir con un porcentaje mínimo de plantilla que integre a personas vulnerables en proceso de inserción social. (30% plantilla durante los primeros 3 años y 50%, a partir del 4º). Además, deben aplicar el 80% de los beneficios a la mejora de sus estructuras y presentar anualmente un balance social (Plana, Díaz & Bernard, 2022).

Junto a la calificación como “Empresas de Inserción”, las empresas españolas pueden elegir ser calificadas como “Centros Especiales de Empleo de Iniciativa Social” si su plantilla está integrada por trabajadores con discapacidad en un 70%, lo que amplía las posibilidades de inclusión laboral que ofrece la economía social. Por ello, a juicio de los autores, nada sería mejor que promover cooperativas forestales, calificadas como empresas de inserción social o centros especiales de empleo para acometer proyectos de valorización de la biomasa forestal procedente de montes públicos como privados. De esta forma, además de conseguir objetivos medioambientales, se conseguirían objetivos sociales, como sugiere la doble materialidad de las normas de sostenibilidad (Meseguer, 2025)

Junto al impacto local, es importante valorar que las entidades de la economía social realizan una labor continua de transferencia de sus conocimientos y buenas prácticas a través de los siguientes mecanismos;

- Redes y publicaciones científicas divulgativas para docentes y profesionales de la economía social.
- Convenios de Colaboración que las tres Universidades de la Región de Murcia; UCAM, UMU y UPCT han suscrito para el intercambio de estudiantes con otras Universidades para estudios de postgrado en el ámbito del Emprendimiento, Dirección de Empresas Cooperativas y de Economía Social, Economía Circular y Sostenibilidad, especialmente relevantes por los vínculos de España con los países de América Latina.
- Hubs de Economía Social y cooperación con los ecosistemas de emprendimiento locales, como el ASSET (con sede en el País Vasco y de proyección internacional) y el HUB de Economía Social de la Región de Murcia, primero de ámbito regional en España, con un área de proyectos de cooperación internacional.

Fomento de la Economía Social y el Cooperativismo Forestal.

En 2016, la Región de Murcia aprobó un Plan Especial de Biomasa⁸ (Ana Ariza, 2021) para los montes públicos, que identifica 30 268 hectáreas susceptibles de aprovechamiento energético en montes públicos regionales. Para poder realizar proyectos piloto de biomasa forestal, en un contexto de infrafinanciación como el que hemos expuesto, desde Medio Ambiente se propuso de forma innovadora contemplar la comercialización de los productos obtenidos por los proveedores, como pago en especie⁹ y minoración del precio del contrato. Esta innovación introducida en la contratación pública permite una gestión innovadora de la biomasa en los montes públicos (30% del territorio) abaratando los costes para la Administración.

La Región de Murcia cuenta como hemos expuesto de un clima seco (con más de 300 días de sol al año) que ahorra el coste de secado de la madera para su uso como biomasa y por otro lado, lidera a nivel nacional en porcentaje de superficie forestal ordenada, con un 96,7 % de la superficie forestal pública certificada bajo planes técnicos de gestión forestal sostenible, para poder empezar de inmediato.

El problema identificado por los gestores públicos, junto a la falta de recursos económicos, es la falta de proveedores para acometer estos servicios de silvicultura para biomasa, ya que hemos determinado que son vistos como poco rentables en lugar de como sector emergente. Los expertos concluyen que ayudaría mucho disponer pronto de una planta de biomasa forestal en la comunidad autónoma para evitar los costes de desplazar la biomasa hasta el puerto de Cartagena para su exportación a países terceros interesados en comprar derechos de emisión de carbono o la materia prima para usos circulares. Porque no se trata de obtener ingresos, sino de mitigación climática.

La Economía Social propone ante estas necesidades, una gestión integrada del monte público y del monte privado para minimizar los costes y aprovechar el potencial ecosistémico de los bosques, articulada en torno a la cooperación público-privada con las siguientes acciones; Fomento de la agrupación de los propietarios de montes privados con un sistema de subvenciones e incentivos fiscales vinculados a los servicios ecosistémicos, en el marco de compromisos forestales; Diseño de formación y empleo en el sector de la silvicultura en las comunidades locales, en colaboración con las cooperativas de iniciativa social que además de impartir los cursos, pueden asumir los compromisos de empleabilidad de los programas experienciales; Intra-cooperación,

⁸ La Dirección General de Desarrollo Rural y Forestal, Resolución de 14 de octubre de 2016 ha procedido a dar aprobación al Plan Especial para la Biomasa Forestal en los Montes Públicos de la Región de Murcia. La aprobación impulsa la ordenación de una amplia superficie de monte en nuestra Región, lo cual es conforme al mandato que en este sentido se contiene en la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, dirigido a que los montes deben ser gestionados de forma sostenible, integrando los aspectos ambientales con las actividades económicas, sociales y culturales, con la finalidad de conservar el medio natural al tiempo que generar empleo y colaborar al aumento de la calidad de vida y expectativas de desarrollo de la población rural y a impulsar técnica y económicamente su ordenación.

⁹ Artículo 36.6 de La Ley de Montes 43/2003; “en los contratos que celebren las administraciones gestoras o titulares de montes demaniales para la realización de actuaciones de mejora en dichos montes, en las que se generen productos forestales con valor de mercado, estos podrán quedar a disposición del adjudicatario de los trabajos y el precio estimado de su venta constituir un elemento dentro del presupuesto de la actuación”.

según modelos de éxito del cooperativismo, para que los propietarios forestales puedan recibir servicios de asesoramiento en certificaciones forestales y comercializar conjuntamente los residuos forestales. Esta comercialización conjunta y cooperativa, para agricultores y propietarios forestales, puede ser tanto en sectores tradicionales y consolidados donde los residuos madereros tienen ya salida de mercado, como para los sectores emergentes y aún en experimentación europea, como los derechos de tokenización o de captura de carbono (Ver los diferentes subsectores de la Tabla 1).

En el caso de los sectores emergentes, como los mercados de créditos de carbono, se precisa de un conocimiento técnico y una negociación especializada. La experiencia alcanzada por el cooperativismo agrario para liderar los mercados de exportación de productos agroalimentarios avala que este sector puede liderar también la comercialización de biomasa forestal y créditos de carbono en los mercados internacionales si consigue sumar suficiente masa crítica de propietarios interesados.

Utilización por parte de las Administraciones de la Estrategia de Contratación Pública para favorecer la creación de cooperativas forestales y empresas de economía social. La Ley de contratos del sector público española obliga y alienta, desde 2018, en cumplimiento de directivas comunitarias de discriminación positiva, a que las administraciones usen sus propios presupuestos para reservar hasta el 10% de la licitación pública en favor de empresas de economía social. De esta forma, se pretende que sin incrementar el gasto público, una parte de este vaya destinada a proveedores que junto a los servicios que se necesitan cubrir (caso de los servicios forestales), trabajen junto a las administraciones en cumplir con otros objetivos como la lucha contra la despoblación y la inclusión de colectivos vulnerables.

En la Tabla 2 se muestra de forma resumida cómo funcionan las dos reservas de mercado en favor de la economía social que las Administraciones pueden activar cada vez que licitan un contrato, aunque sea deseable una planificación de esta junto a las entidades del Pacto.

Tabla 2

Reserva de mercado aplicable por todos los poderes adjudicadores en materia forestal.gi

Reserva obligatoria	Reserva discrecional
Se llama así porque los CPV,s de estos contratos se contabilizan dentro del 10% establecido en la norma estatal, pero no limita el porcentaje ni el tipo de contratos que se pueden reservar. De forma que una Administración puede planificar la reserva de mercado mediante una instrucción o acuerdo de gobierno anual.	Siempre que la Administración lo elija, pero solo sobre los códigos de contratación que le permite la norma. También, y en garantía del derecho de competencia, se limita a que el mismo proveedor solo se pueda beneficiar una vez de un contrato reservado, con un máximo de 3 años. En las siguientes licitaciones, el mismo proveedor podrá concurrir si la

Reserva obligatoria	Reserva discrecional
	licitación es abierta.
Beneficiarios;	Beneficiarios
Economía Social + Calificación especial como CEEIS o Empresas de Inserción	Entidades de Economía Social
Finalidad: Inclusión laboral de colectivos	Finalidad: Promover las empresas de economía social y las alianzas público-privadas en la prestación de servicios de interés general
77200000-2 Servicios relacionados con los bosques. 77231000-8 Gestión forestal. 77231800-6 Silvicultura. 77312000-0 Siembra y plantación. 77312100-1 Plantación de árboles.	85322000-2 Programa de acción municipal 75100000-7 Servicios de Administración Pública Otros CPV,s .

Fuente: Elaboración propia en base a la Ley de Contratos del Sector Público 2017. España.

Es importante que no se identifique a la economía social con microempresa o pymes. Una cooperativa puede llegar a ser una empresa líder, grande y avanzada tecnológicamente. La gran ventaja de la economía social es que se dimensiona a las necesidades; Crece cuando es necesario y se hace pequeña cuando el entorno lo requiere. En el ámbito forestal, y para la gestión de proyectos de silvicultura de resiliencia climática, serán necesarias empresas de todos los tamaños, cooperando entre sí y cooperando con empresas y entidades fuera de la economía social. Las Cooperativas de “Trabajo Asociado” son inicialmente las entidades más idóneas para formar brigadas forestales pequeñas, próximas a los montes, públicos y privados, para poder cubrir todos los montes y no solo los que gozan de una especial atención por parte de proyectos europeos.

Por último, las Administraciones pueden integrarse en entidades de Economía Social, bajo fórmulas mixtas o híbridas permitidas en la legislación. Estas modalidades son idóneas para la buena gobernanza y financiación de plantas de biomasa forestal, almacenes comarcales o locales de residuos y centros logísticos especializados en economía circular, por citar algunos.

Figura 2

Gestión integrada de los montes públicos y privados en colaboración con la Economía Social



Fuente: Elaboración propia. (IA)

Limitaciones al uso de la biomasa forestal como energía renovable según el principio de uso en cascada y excepción para prevenir incendios.

El uso de la biomasa forestal dependerá en buena parte de la consideración que las normas europeas den a la biomasa forestal como fuente de energía renovable, (Pascual Núñez, IX Congreso Forestal, Gijón 2025). El principio en cascada permite el uso de la biomasa forestal como energía siempre que no sea la única fuente que proporcione electricidad. Desde la Región de Murcia, los expertos solicitan que este principio atienda la excepcionalidad de los territorios en los que no hay otras energías asequibles o la precisan para su autonomía energética, así como en la necesidad para algunas zonas de hacer rentable el tratamiento de las masas forestales como medida esencial para prevenir incendios forestales de gran magnitud como ocurre en España.

Por otra parte, el *compliance* de las regulaciones europeas medioambientales¹⁰ impacta en

¹⁰ La CS3D fue adoptada en 2024 y entrará en vigor de forma progresiva a partir de 2027. Su objetivo es garantizar que las empresas identifiquen, prevengan, mitiguen y rindan cuentas de los efectos negativos sobre los derechos humanos y el medio ambiente derivados de sus actividades, las de sus filiales y sus socios comerciales en toda la cadena de valor. Se enmarca en el Pacto Verde Europeo (European Green Deal) y en la Estrategia de Finanzas Sostenibles de la UE.

La directiva se aplicará de forma escalonada a empresas europeas y prevé alcanzar a empresas extracomunitarias con facturación y tamaño equivalente en la UE. Aunque se centra en grandes empresas, afectará indirectamente a pymes proveedoras, ya que las grandes corporaciones deberán exigir información y cumplimiento a

el resto del mundo al obligar a las empresas europeas no solo a tener prácticas sostenibles con el medio ambiente, sino también a exigir de sus proveedores a que las tengan, aunque no estén obligados a reportar informes de sostenibilidad (Meseguer-Sánchez, V-Alcalá, 2025).

Según la FAO, (Global Forest Resources Assessment 2024), la superficie forestal del planeta Tierra ocupa actualmente alrededor de 4 060 millones de hectáreas, lo que equivale aproximadamente al 31% de la superficie terrestre mundial (promedio global; 0,52 hectáreas de bosque por persona). Europa concentra el 25%, seguido de América del Sur (21%), África (17%), América del Norte (19%) Asia (15%) y Oceanía (5%). De ahí que promover un uso sostenible de los recursos forestales, implementando la biomasa forestal como estrategia de mitigación del cambio climático, es una política de interés internacional que necesita del apoyo de la comunidad científica y de políticas públicas que incentiven la economía social.

Incluso sin apoyo financiero público, Zambrano-Farías et al, (2022) mantiene que el papel que desempeñan las microempresas es esencial tanto en sociedades emergentes como en sociedades con economías boyantes lo que le ha permitido progresar a pesar del limitado apoyo de organizaciones gubernamentales, comerciales y financieras (de Jorge-Moreno et al., 2010; De Zoysa & Kanthi-Herath, 2007; Halabi et al., 2010; Steinerowska-Streb, 2012) y que su por su naturaleza, las microempresas ofrecen bienes y servicios más asequibles a la comunidad porque suelen tener un precio más bajo (Rodríguez-Arrieta et al., 2019).

Conclusiones

El presente estudio confirma que la biomasa forestal, gestionada bajo criterios de sostenibilidad y resiliencia climática, constituye una herramienta estratégica tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático de los montes en territorios especialmente vulnerables, como la Región de Murcia. La pérdida de masa forestal asociada a sequías prolongadas, aumento de temperaturas y abandono de la actividad forestal exige un cambio de paradigma en las políticas forestales, superando enfoques meramente conservacionistas para avanzar hacia modelos de gestión activa con base científica.

Los resultados obtenidos a partir del análisis documental, las entrevistas a expertos y el estudio de proyectos europeos permiten afirmar que la bioeconomía forestal no debe concebirse únicamente como un subsector energético o de economía circular, sino como un sector transversal

sus socios comerciales.

La Directiva de Diligencia Debida en Materia de Sostenibilidad Corporativa (CS3D) forma parte de un paquete omnibus de gobernanza sostenible empresarial que incluye, entre otras, las siguientes normas clave: - Directiva sobre información corporativa en materia de sostenibilidad (CSRD): obliga a las empresas a informar de forma estandarizada sobre su impacto ambiental, social y de gobernanza (ESG). - Reglamento de Taxonomía de la UE: establece qué actividades económicas se consideran sostenibles desde el punto de vista ambiental. - Reglamento (UE) 2023/1115 sobre productos libres de deforestación: exige trazabilidad y garantías de sostenibilidad para materias primas como madera, soja, aceite de palma o cacao. - Normativa sobre gobernanza climática y finanzas sostenibles (por ejemplo, informes de riesgos climáticos, bonos verdes europeos, etc.). En resumen, la CS3D es el pilar jurídico que obliga a las empresas a actuar, mientras que la CSRD les exige informar, y la Taxonomía define qué es sostenible.

de servicios ecosistémicos, donde la valorización de la biomasa forestal cumple una doble función: reducir emisiones de gases de efecto invernadero y financiar tratamientos silvícolas preventivos que disminuyen el riesgo de incendios forestales de gran magnitud.

Los casos analizados (la caldera de biomasa del Hospital Virgen de la Arrixaca y la planta de biomasa forestal de García Carrión) evidencian que la integración de biomasa forestal en infraestructuras públicas y procesos industriales privados es técnicamente viable, económicamente eficiente y ambientalmente beneficiosa. Ambos ejemplos demuestran, además, su potencial de escalabilidad y transferibilidad a otros territorios, adaptando los requisitos a sus condiciones climáticas y de biodiversidad, reforzando su valor como buenas prácticas internacionales.

No obstante, el estudio identifica barreras estructurales que limitan el despliegue del sector, entre las que destacan la insuficiente financiación pública para la transferencia tecnológica, la escasez de proveedores especializados en selvicultura certificada y la incertidumbre regulatoria sobre el papel de la biomasa forestal en el marco de las energías renovables. Estas limitaciones ponen de relieve que el desarrollo de la bioeconomía forestal no puede depender exclusivamente de dinámicas de mercado.

En este contexto, la economía social emerge como un instrumento clave para articular soluciones estables y equitativas. La promoción de cooperativas forestales, empresas de inserción y otras fórmulas de emprendimiento colectivo permite alinear los objetivos ambientales, sociales y económicos, garantizando la reinversión de beneficios en los territorios rurales y favoreciendo un reparto justo del valor generado. La experiencia de la Región de Murcia, a través de sus pactos de economía social y de la contratación pública responsable, ofrece una hoja de ruta deseable para la Región de Murcia, que podría ser replicable en otros países, especialmente en América Latina, donde la biodiversidad forestal y las desigualdades territoriales plantean retos similares.

Finalmente, el estudio concluye que la valorización sostenible de la biomasa forestal, integrada en políticas públicas de economía social y respaldada por mecanismos de certificación de servicios ecosistémicos y mercados de carbono, representa una oportunidad real para avanzar hacia un modelo de desarrollo territorial bajo en emisiones, socialmente inclusivo y con impacto global. Su implementación efectiva requiere visión a largo plazo, cooperación multinivel y un compromiso decidido de las administraciones públicas, la comunidad científica y los actores de la economía social.

Agradecimientos

Este estudio ha sido posible gracias al Contrato de Colaboración en Investigación en el marco del Programa de “Doctorado Industrial” entre la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y la Unión de Cooperativas de Trabajo Asociado de la Región de Murcia (UCOMUR).

Financiamiento

La investigación citada se ha llevado a cabo en el marco del proyecto cofinanciado por la Agencia Ejecutiva Europea de Clima, Infraestructuras y Medio Ambiente mediante el Programa LIFE de la UE [LIFE21-CCM-ES-LIFE TOKEN CO₂/101074388]. La información y las opiniones expresadas en este entregable son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan

necesariamente la opinión oficial de la Unión Europea. Ni las instituciones y organismos de la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre pueden ser considerados responsables del uso que pueda hacerse de la información contenida en este documento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Contribución de los autores

Elena Díaz-Martínez: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, redacción – borrador original.

Víctor Meseguer-Sánchez: Conceptualización, curación de datos, administración del proyecto, redacción – revisión y edición, recursos, supervisión.

Isabel Martínez-Alcalá: Conceptualización, curación de datos, validación, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Referencias bibliográficas

- Ana Atienza Pérez. (2021) Aprovechamiento de Biomasa en la Región de Murcia bajo criterios de gestión forestal sostenible. Jornada Técnica Día Internacional de los Bosques. Proyecto europeo INTERREG (PROFORBIOMED: Promoción Biomasa Forestal Residual en el Mediterráneo)
https://sftt.info/descargas/021021/PONENCIA_DIB_BIOMASA_MURCIA_ANA_ATIENZA.pdf
- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. (2025). Sistematización del Laboratorio de Innovación en Políticas Públicas de Economía Circular.
<https://intercoonecta.aecid.es/Gestin%20del%20conocimiento/Sistematizaci%C3%B3n%20del%20laboratorio%20de%20innovaci%C3%B3n>
- Brás, I., Silva, E., Raimondo, R., Saetta, R., Mignano, V., Fabbricino, M., & Ferreira, J. (2024). Valorisation of forest and agriculture residual biomass—The application of life cycle assessment to analyse composting, mulching, and energetic valorisation strategies. *Sustainability*, 16(2), 630. <https://doi.org/10.3390/su16020630>
- Bardales Domínguez, M. (2024). Caracterización y metodología de evaluación de la biomasa forestal del ecosistema pino-encino como fuente de energía rural sostenible en áreas naturales de honduras (Doctoral dissertation, Universidad de Granada)
<https://doi.org/10.3390/su141811114>
- Carballada, Á. M. (2020, Julio). La industria forestal de España en la Economía circular, ¿ su integración es posible?. In *Anales de geografía de la Universidad Complutense* (Vol. 40, No. 2, p. 439). Universidad Complutense de Madrid. <https://doi.org/10.5209/aguc.72982>
- Clauser, N. M., Vallejos, M. E., & Área, M. C. (2023). Nuevas estrategias para mercados emergentes: Biorrefinerías integradas para la producción de pellets y productos de alto valor. En A. M. Lupi, M. C. Área, & P. Escobar (Eds.), *Ciencia y tecnología forestal en Argentina*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
<https://www.researchgate.net/publication/375094752>
- Congreso Internacional Life Token CO2: Innovación, Sostenibilidad y Acción Climática (Comunicaciones. Murcia. 2024). <https://lifetoken-co2.eu/co2-token/>

- Cukor, J., Vacek, Z., Vacek, S., Linda, R., & Podrázský, V. (2022). Biomass productivity, forest stability, carbon balance, and soil transformation of agricultural land afforestation: A case study of suitability of native tree species in the submontane zone in Czechia. *Catena*, 210, 105893. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105893>
- Durán Sánchez, J. L. (2024). La necesaria interpretación extensiva del concepto normativo de aprovechamiento forestal a la vista de los avances técnicos en las metodologías de cuantificación del carbono secuestrado por los montes. *Revista De Derecho Urbanístico Y Medio Ambiente*, 58(369), 137–176. Recuperado a partir de <https://revista.proeditio.com/rdu/article/view/6602>
- Gidden, Matthew J.; Joschi, S.; Armitage, Jack J., et al. (2025). A prudent planetary limit for geologic carbon storage. *Nature* (645), 124–132. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09423-y>
- Guarco, A. (2017). *Revista Idelcoop*, No 226, Agenda cooperativa para defender el planeta ISSN 0327-1919. P. 111-118 / Sección: V Cumbre Cooperativa de las Américas. <https://www.idelcoop.org.ar/revista/226>
- León, C. Y. Nuevos empleos en el sector forestal y de bioeconomía (2025) <https://medioambiente.ugtcl.es/wp-content/uploads/2025/01/Nuevos-empleos-en-el-sector-forestal-y-de-bioeconomia-en-CyL.pdf>
- Marín Enríquez, Ó. E. (2022). La mercantilización del medio ambiente: los bancos de conservación de la naturaleza en México y España (Doctoral dissertation, Universidad de Granada). <https://digibug.ugr.es/handle/10481/73984>
- Mather-Gratton, Z. J., Larsen, S., & Bentsen, N. S. (2021). Understanding the sustainability debate on forest biomass for energy in Europe: A discourse analysis. *Scientific Reports*, 11, 3986. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246873>
- Martínez Paredes, D. (2016). Estudio del recurso de biomasa en la Región de Murcia como fuente de obtención frío/calor: impacto social y económico. URI: <http://hdl.handle.net/10317/5384>
- Meseguer, Víctor, and Ana Ceron Morales. (2019). Responsibility and the University in the light of “Laudate sí” to achieve the objectives of sustainable development. *Revista de Direito Brasileira*, 23, 132. Gale Academic OneFile. <https://doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2358-1352/2019.v23i9.5474>
- Meseguer-Sánchez, V., Martínez-Alcalá, I., & De Santis, P. (2024). Ecological and digital transition: “Travelling” in parallel for an everlasting future more sustainable. *Rivista Di Studi Sulla Sostenibilita*, (2024/2). <https://doi.org/10.3280/riss2024-002004>
- MITECO. (2018). *El cambio climático y los bosques en España*. Análisis del impacto del cambio climático en los bosques españoles y estrategias nacionales de gestión. Publicado por: Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/cc_bosques_2018_tcm30-479022.pdf
- Murillo, S. E. P., Robles, A. M. S., Nevárez, E. M. Z., & Tomalá, K. L. C. (2025). Análisis de las técnicas de aprovechamiento de biomasa en América Latina. *Revista Iberoamericana de educación*, 9(1), 73-94. <https://doi.org/10.31876/rie.v9i1.289>
- Orbe, L. B. (2022). Desarrollo de una herramienta metodológica para evaluar el potencial de crecimiento de la bioeconomía forestal circular en una región europea (Doctoral dissertation, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea).

- <https://addi.ehu.es/handle/10810/55496>
- Rosa, F., Di Fulvio, F., Lauri, P., Felton, A., Forsell, N., Pfister, S., & Hellweg, S. (2023). Can forest management practices counteract species loss arising from increasing European demand for forest biomass under climate mitigation scenarios?. *Environmental Science & Technology*, 57(5), 2149-2161. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.2c07867>
- Pascual Núñez, M. Biomasa Forestal en la Unión Europea: Nuevos Criterios, Viejas Contradicciones (2025). 9º Congreso Forestal España. <https://9cfe.congresoforestal.es/wp-content/uploads/2025/9cfe-1257.pdf>
- Pérez Palazón, R., Atienza Pérez, A., & García Martínez, A. (2019). Gestión forestal en la región de Murcia: La bioenergía como apoyo financiero para la gestión forestal. *Montes*, (137). <https://shorturl.at/yptyf>
- Pérez Palazón, P. (2015). Biomass, an opportunity for our forests. *Forêt Méditerranéenne*, 36(2), 121-126. <https://hal.science/hal-03556717/document>
- Plana, E., Diaz, M & Bernard, C. (2025): “Las Cooperativas de Iniciativa Social en España: contexto y características en 2022”, *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 113, 131-160. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10088605>
- Prado Córdoba, P. M. (coord.) (2025). *Economía circular: sostenibilidad y economía social de mercado*. Asociación de Investigación y Estudios Sociales (ASIES). Fundación Konrad Adenauer de la República Federal de Alemania (KAS). https://asies.org.gt/wp-content/uploads/2025/09/Economia_-circular.pdf
- Rodríguez-Chaves Mimbreno, B. (2021). Nuevo Pacto Verde, Next Generation EU y la PAC 2021-2027. Europa cuenta con nuestros montes ¿Actuamos en consecuencia? En García-Álvarez García, G., Jordano Fraga, J., Lozano Cutanda, B., y Nogueira López, A. (Coords.), *Observatorio de políticas ambientales 2021*. 754-785. https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2021/10/2021_10-Recopilatorio-116-AJA-October.pdf
- Serrano, J., Mejía, W., Ortiz, J., Sánchez, A., & Zalamea, S. (2017). *Determinación del potencial de generación eléctrica a partir de biomasa en el Ecuador*. Revista de la Facultad de Ciencias Químicas, 17, 41-61. Universidad de Cuenca. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/1592>
- Zambrano-Farías, F. J., Sánchez-Pacheco, M. E., & Correa-Soto, S. R. (2021). Análisis de rentabilidad, endeudamiento y liquidez de microempresas en Ecuador. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 11(22), 235-249. <https://doi.org/10.17163/ret.n22.2021.03>