

Avanzando hacia una bioeconomía circular: el papel de los bosques

Górriz Mifsud, E.^{1*}, Martínez de Arano, I.¹

*¹ Oficina regional para el Mediterráneo del Instituto Forestal Europeo, Recinto histórico Sant Pau,
Pabellón Sant Leopold, 08027 Barcelona.*

*Autor para correspondencia: elena.gorritz@efi.int

Resumen

El ritmo del cambio global se ha acelerado dramáticamente desde los años 50, llegando a alcanzar un nivel en el que las actividades humanas han devenido una fuerza que rivaliza con los procesos naturales. La población se ha más que duplicado y la actividad económica se ha multiplicado por diez. Esta gran *aceleración* ha mejorado los medios de vida y el bienestar de millones de personas pero también ha producido las mayores externalidades negativas jamás documentadas. Cambio climático, acumulación masiva de residuos, extinción de especies y agotamiento de los recursos terrestres pone en peligro estos mismos logros sociales.

Hay por tanto una clara necesidad de desfosilizar la economía y llevar a cabo un cambio radical en los patrones de consumo y producción. Una economía verde, circular y basada en recursos biológicos podría reemplazar el sistema económico actual lineal basado en combustibles fósiles que ha sustentado el desarrollo de los últimos 200 años.

Esto significa permutar hacia energía verde y productos de base biológica que reemplacen los materiales de fuentes no renovables e intensivos en combustible para su producción. Significa también la reducción de residuos y de la huella ecológica en general, simultáneamente contribuyendo al desarrollo económico y la creación de puestos de trabajo. En este nuevo paradigma, los montes y la gestión forestal tienen un importante rol a desempeñar. A fin de materializar este potencial, las especificidades regionales han de ser reconocidas y se precisan medidas políticas alineadas hacia esta transformación y senda de desarrollo.

Palabras clave: Biotecnología, Competitividad territorial, Economía baja en carbono, Economía circular, Economía verde, Transformación del modelo económico

1. Introducción. Del desarrollismo ilimitado a los umbrales justos y sostenibles

El ser humano viene utilizando los recursos naturales desde sus inicios. Sin embargo, la era actual ha empezado a acuñarse como el “Antropoceno” en tanto que el ser humano ha devenido la principal fuerza motora de transformación de la capa viviente planeta (Crutzen and Stoermer, 2000). Si bien todavía no existe consenso sobre el inicio del antropoceno, se suele considerar que comienza a partir de la revolución industrial. El fenómeno de la industrialización y la post-guerra mundial han conllevado la denominada “gran aceleración”, proceso que implica crecimientos exponenciales de diferentes parámetros de los sistemas terrestres y socio-económicos (Steffen *et al.*, 2015). Así, pues, se constata que, durante el siglo XIX, y sobre todo a partir de la década de 1950, se produce a nivel socio-económico un extraordinario aumento de la población, de la urbanización, de las inversiones extranjeras, del PIB, del transporte, o del turismo; y a nivel de recursos el incremento del uso energético, del agua embalsada, del empleo de fertilizantes y pesticidas, entre otros indicadores (Steffen *et al.*, 2015). Sin embargo, este extraordinario crecimiento se basa en un sistema económico lineal (extraer, procesar, usar y tirar) basado en recursos fósiles y no renovables, así como en la sobreexplotación de los recursos renovables a escala mundial.

A pesar de mejoras significativas de eficiencia, todavía existen grandes carencias en la gestión de la extracción, procesado y residuos, lo que conlleva múltiples externalidades negativas que acaban soportando el ecosistema terrestre y las comunidades en su ámbito de afectación. El recurso por antonomasia es el petróleo: de una utilización energética inicial, actualmente el portafolio de usos es tan amplio que lo encontramos en prácticamente todos los sectores y dimensiones (como ya ilustraba la Socony-Vacuum Oil Company en el denominado “*petroleum tree*” en 1957).

Rockström *et al.* (2009) determinaron los umbrales de seguridad para una serie de dimensiones ambientales y su estado actual, mostrando que la sociedad ya está excediendo tales umbrales en cuanto a pérdida de biodiversidad y los ciclos biogeoquímicos de nitrógeno y fósforo. La economista Kate Raworth añade la dimensión social a la noción de umbrales seguros del planeta, puesto que el desarrollo humano requiere de un uso de los recursos (Raworth, 2012). Bajo estas premisas, propone un espacio de seguridad y desarrollo humano que compatibilice la reducción de impactos ambientales globales (ej. agua dulce, salada, aire, biodiversidad o los usos del suelo, cambio climático) con el uso de recursos naturales para cubrir necesidades tangibles como alimentos, energía, vivienda o salud, y culturales como educación, equidad social, igualdad de género o voz política (*Figura 1*). Es lo que denomina “la economía donut”. Mantener el curso del planeta dentro de ese espacio de seguridad requiere un nuevo modelo económico capaz de cubrir las necesidades y de desacoplar la generación de prosperidad del consumo creciente de recursos naturales y la generación impactos ambientales negativos.

La búsqueda de nuevos modelos económicos en sintonía con los retos sociales y ambientales actuales se ha reflejado en diferentes corrientes de pensamiento (ej. Eco-

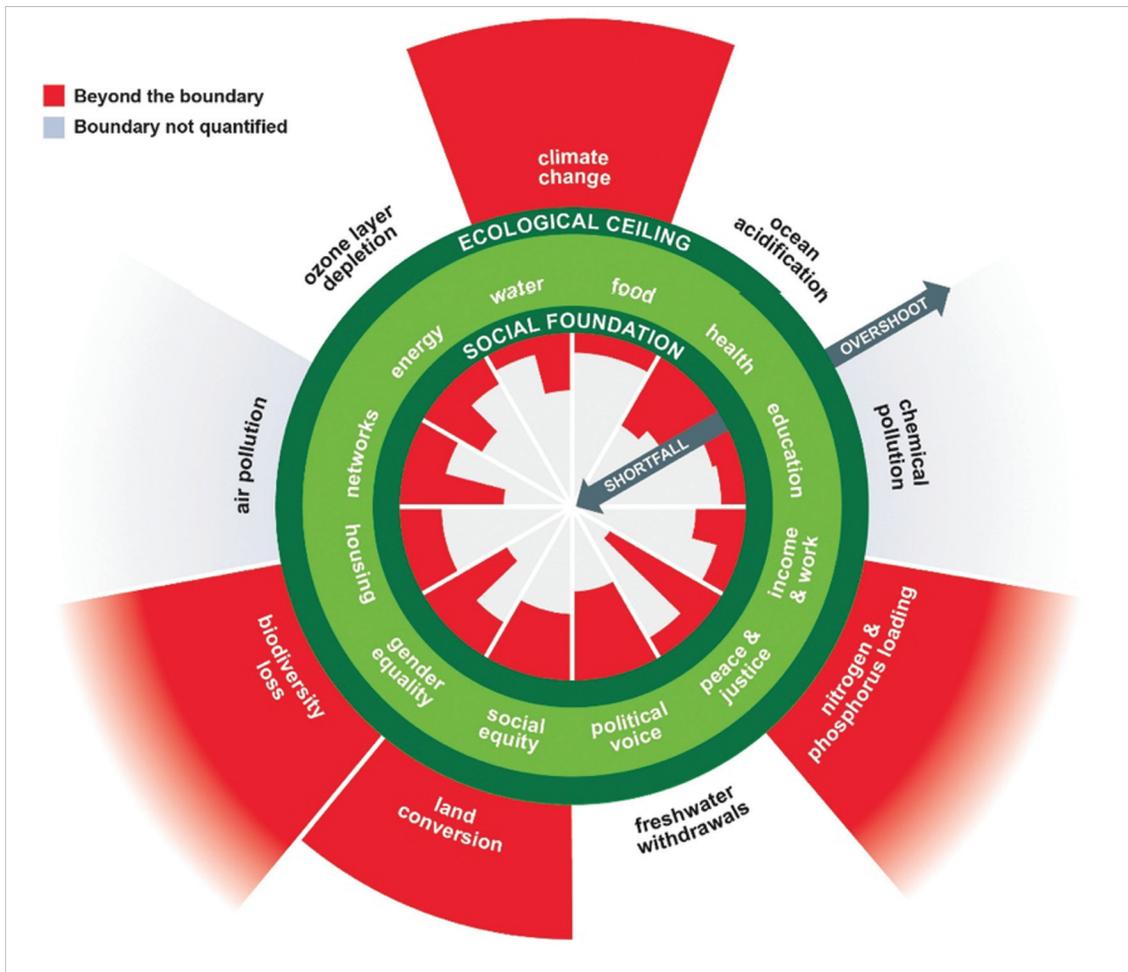


Figura 1. La economía “donut” ilustra el margen entre las necesidades humanas y los umbrales ecológicos del planeta.

Fuente: Kate Raworth y Christian Guthrie/The Lancet Planetary Health.

nomía del Bien Común, Decrecimiento) con iniciativas derivadas de variable implementación práctica. En los últimos años, sin embargo, se ha constatado la elevación de tales inquietudes a niveles de compromisos políticos globales y con una visión transversal. Ello queda reflejado en 2015 en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, y en los compromisos del Acuerdo de París de 2016 en cuanto al cambio climático. Desde un punto de vista de afectación sectorial, ambos acuerdos indican un *momentum* donde el sector forestal tiene la oportunidad de posicionarse por su ventaja comparativa frente a otros sectores, y así mejorar su estratégica contribución a la consecución de los respectivos objetivos. Para la gestión forestal destacamos, pues, los objetivos y las medidas del acuerdo de París hacia una economía baja en Carbono y la prevención y adaptación al Cambio Climático; mientras que de los ODS el objetivo 12 promueve el consumo y producción responsable.

El cambio de modelo económico ha de tener en cuenta el contexto socio-tecnológico en que se engloba. Así pues, ha de enmarcarse en procesos de urbaniza-

ción —creciente demanda urbana y despoblación rural—, procesos de globalización —y su consecuente relocalización de actividad económica hacia destinos competitivos—, incluyendo la creciente clase media de los países emergentes con sus consecuentes demandas. Asimismo, los fenómenos tecnológicos proveen de herramientas a utilizar: la revolución biotecnológica y la revolución digital, además de la robotización de la producción. El desarrollo digital permite acceder a nuevos mercados, promover nuevos servicios, disminuir las asimetrías de información y mejorar la disponibilidad del conocimiento técnico; también permite reducir costes de transacción y aumentar la competitividad, y desconcentrar eficientemente ciertas actividades económicas. Además, la digitalización de la sociedad está facilitando el desarrollo de un modelo capitalista de base comunitario, donde las redes de personas permiten crear masas críticas para conseguir movilizar proyectos con dificultades de desarrollo a través de los canales tradicionales (ej. *crowdfunding*, monedas virtuales, enfoque en la utilización en vez de en la propiedad de los recursos). La digitalización de los sectores productores de recursos renovables sienta las bases, pues, para el desarrollo de la Bioeconomía.

Por otra parte, los avances biotecnológicos abren una ventana de posibilidades de procesamiento de los recursos tradicionales para nuevos usos, p.ej. a través de gasificación, pirólisis, fermentación, nuevos compuestos. Estos avances suelen proceder de polos científico-tecnológicos que frecuentemente se concentran en áreas urbanas y que a menudos comportan importantes inversiones a medio-largo plazo.

2. Bioeconomía como parte de la solución

No hay un consenso sobre cómo definir la Bioeconomía. Sí que hay, sin embargo, unos componentes comunes. La Estrategia Europea de Bioeconomía la define como “la producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y sus residuos en productos de valor añadido, como alimentos, materiales, productos de base biológica así como bioenergía” (EC, 2017).

Dado el potencial del sector forestal para contribuir a un modelo bioeconómico, el fomento de la Bioeconomía ha devenido uno de los pilares de la estrategia del Instituto Forestal Europeo (EFI, 2016). A través de su red de países miembros e instituciones científico-técnicas asociadas, de sus actividades de divulgación sectorial, política y ciudadana, así como de investigación colaborativa se pretende promover su adopción a nivel político, industrial, silvicultural y de consumo. Ello se operacionaliza a través de facilitar la investigación de excelencia para desarrollar nuevas cadenas de valor, encuentros interdisciplinarios para divulgar el discurso bioeconómico, y el apoyo al diseño de instrumentos políticos con base científica para cristalizar el paso del paradigma de transformación económica a una hoja de ruta efectiva.

La Bioeconomía supone una revolución económica en tanto que se trata de una transformación sistemática. Sus objetivos son la sustitución de los combustibles fósiles (ej. gas, petróleo) y de los recursos no renovables en general (ej. basados en minería), así como la sustitución de los recursos renovables no sostenibles (ej. materia-

les con alta huella hídrica como el algodón, impactos ictícolas de la producción hidroeléctrica), simultáneamente mejorando el capital natural. ¿Cómo se implementa en la práctica? Reforzando las oportunidades de cambio en la oferta y demanda de tales productos.

De la parte de la oferta, el impulso de la Bioeconomía conlleva la promoción de nuevos usos y más eficientes de los recursos naturales renovables. En este marco los montes suponen la gran infraestructura verde, que permite nuevas cadenas de valor y modelos de negocio.

Desde la perspectiva de la demanda, la bioeconomía comporta la modernización industrial, cambios en los patrones de consumo de las familias, así como gobiernos proactivos que impulsen compras verdes e incentiven la producción y consumo de productos de base biológica para atraer inversión y consolidar los nuevos negocios.

3. La bioeconomía forestal como visión

La visión de la Bioeconomía es que los humanos cubramos nuestras necesidades de desarrollo a través de un uso prioritario de recursos biológicos y por tanto renovables. Se concibe que la era del petróleo es un periodo limitado de la Humanidad: se vivía de las producciones de la tierra hasta la introducción del petróleo (y combustibles fósiles en general) en el transporte y las industrias; y dado que sus reservas son limitadas y que los efectos de su uso y extracción están provocando cambios insostenibles en la habitabilidad del planeta, hay que prepararse para su sustitución. En la

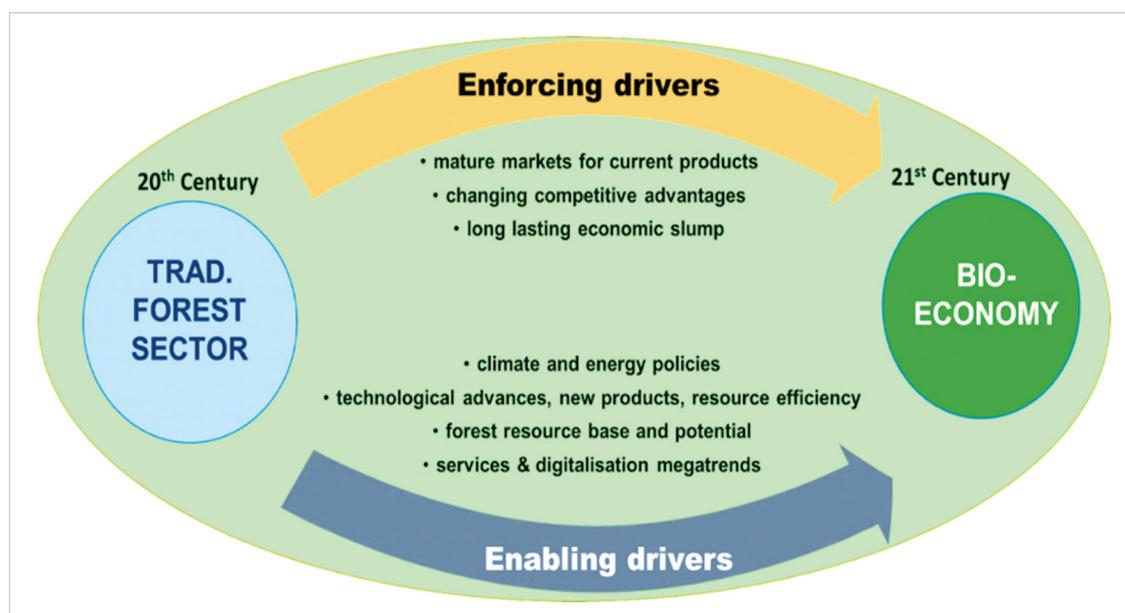


Figura 2. Factores ejecutivos y facilitadores para transformar el sector forestal tradicional hacia la Bioeconomía.

Fuente: adaptado de Hetemäki et al. (2014).

actualidad se están esbozando las líneas para conseguir esta sustitución, a través de avances tecnológicos que abren posibilidades a los productos de origen biológico en general, y a los materiales lignocelulósicos en particular (ej. madera, fibras vegetales, residuos agrícolas, cultivos energéticos...). Ello implica su producción y extracción, procesado, uso y gestión de los residuos. Representa en cierta medida una vuelta a la gestión de la tierra. La visión, pues, es que el sector forestal tradicional del siglo XX devendrá un sector relevante de la Bioeconomía del siglo XXI.

4. La bioeconomía como discurso

Los académicos identifican tres discursos dominantes sobre la Bioeconomía (Pülzl *et al.*, 2014; Secco, 2017), a saber: el bio-tecnológico, el bio-recurso, y el bio-ecológico. En los siguientes párrafos se trata de introducir cada uno.

El discurso “Bio-tecnológico” enfatiza la I+D+I biotecnológica en diferentes sectores de la economía, y su comercialización —a partir de la cual crea valor. El objetivo principal es el desarrollo económico mediante trabajos de alto valor añadido. La palanca del desarrollo es, pues, el avance en ciencia y desarrollo, y sigue un patrón de innovación linear. Ello supone grandes inversiones de capital que resultan en grandes industrias, por lo que la actividad suele concentrarse en unas pocas regiones. La OECD ha sido su promotor principal.

El discurso “Bio-recurso” se enfoca en el procesado y mejora de materias primas biológicas, su provisión y el desarrollo de nuevas cadenas de valor. Su objetivo es principalmente el crecimiento económico pero con un componente intrínseco de sostenibilidad. La creación de valor se da a través del procesado de recursos biológicos, nuevos productos y sus cadenas asociadas, incluyendo la reducción de residuos. La innovación resulta de la colaboración intersectorial para optimizar los usos del suelo, por lo que se trata de una innovación basada en redes de expertos. Las actividades relacionadas con esta visión bioeconómica son más accesibles al capital de asociaciones y redes de productores, y por tanto son capaces de estar más diseminadas en el territorio. La Comisión Europea está siendo el principal adalid de este discurso.

El discurso “Bio-ecológico” destaca sostenibilidad y procesos ecológicos. Su objetivo es principalmente la sostenibilidad del consumo y producción. La creación de valor se basa en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, o la alta calidad de productos con identidad territorial. La innovación se basa en la identificación de prácticas ecológicas y procede generalmente de las interacciones en red. La actividad tiene un fuerte componente territorial, y se puede desarrollar en regiones rurales o periféricas. Su promotor principal ha sido la Plataforma TP Organics y dirige principalmente hacia comunidades y PyMES.

Los discursos bioeconómicos dominantes son, hoy en día, el biotecnológico (especialmente en los países nórdicos) y el bio-recurso (en Centro-Europa). Sin embargo, la compatibilidad de los enfoques se puede materializar a través de las estrategias adaptadas a cada territorio. En este marco, EFI apuesta por una bioeconomía circu-

lar y sostenible (Hetemäki *et al.*, 2017). Sin estos dos adjetivos, la Bioeconomía pierde su legitimidad como paradigma de transformación hacia el futuro. Para conjugar estas características se precisa un diseño de estrategias inteligente e innovador, en el que no se trata de mantener el *status quo* y denominar de forma novedosa a lo que se ha venido haciendo siempre, sino de promover la competitividad y eficiencia de nuevas cadenas de valor.

Este diseño estratégico, el sector forestal ofrece posibilidades por sus sinergias frente a otros sectores productivos (Figura 3). La economía “bio” (basada en recursos biológicos) es más fácilmente “circular”. Imponer la “circularidad” implica una bioeconomía eficiente, ya que minimiza los residuos de las diferentes cadenas de valor y busca un uso a los mismos. El valor añadido del sector forestal en la Bioeconomía puede medirse a través del Análisis del Ciclo de Vida. Así, por ejemplo, herramientas de contabilidad de las cadenas de valor como ToSIA (Lindner *et al.*, 2010) cuantifican la eficiencia del secuestro de Carbono a lo largo de las cadenas forestales.

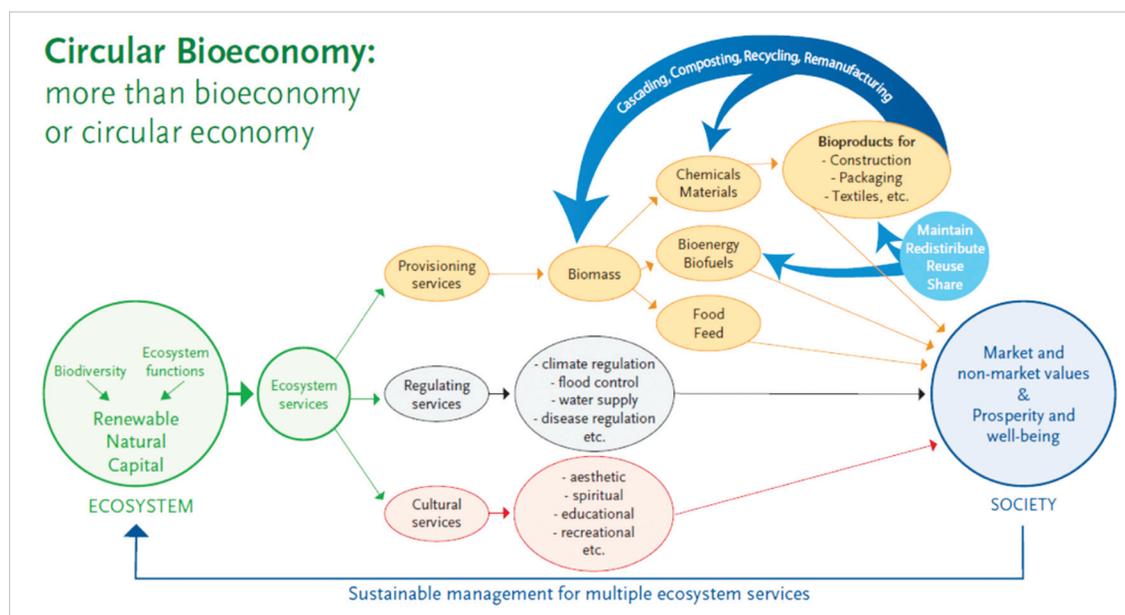


Figura 3. – Bioeconomía circular: relaciones entre servicios ecosistémicos, circularidad de los procesos productivos y la gestión sostenible de los recursos.

Fuente: Hetemäki *et al.* (2017)

Además, la Bioeconomía ha de ser sostenible a través de un uso racional de los recursos, compatibilizando los diferentes servicios ambientales de los montes. Imponer la sostenibilidad supone que la gestión forestal que optimice nuevos objetivos ha de estar sujeta asimismo a otras demandas sociales y tener en cuenta los umbrales ecológicos. El diseño, pues, de las actuaciones silvícolas enmarcadas en el desarrollo de una bioeconomía ha de buscar las sinergias con los servicios ambientales —ej. prevención de incendios (Verkerk *et al.*, 2018), mejora paisajística— y gestionar los posibles conflictos, ej. biodiversidad.

El desarrollo de la Bioeconomía trae aparejadas oportunidades sociales, como la inclusión social o el desarrollo rural. A menudo quedan eclipsadas por el criterio de competitividad de las actividades empresariales. Para ello las estrategias bioeconómicas han de promover las ventajas comparativas de cada territorio y sus comunidades, en cuanto a recursos naturales, infraestructura, dinamismo empresarial, capital humano y social, a fin de que se consoliden en el mercado global. Asimismo, ha de velar por la seguridad alimentaria, a fin de evitar procesos de acaparamiento de la tierra (*land grabbing*).

5. Bioeconomía y sector forestal: ¿Quo Vadis?

Para desarrollar el potencial del sector forestal en el marco de la Bioeconomía se plantean varios retos de futuro, a saber:

- a.– Desarrollo e implementación de estrategias de bioeconomía adaptadas a las realidades regionales.
- b.– Investigación, tecnología y capacidades en el ámbito de la bioeconomía.
- c.– Diseño y aplicación de instrumentos políticos facilitadores.
- d.– Financiación y capacidad inversión de riesgo.
- e.– Colaboración público-privada.
- f.– Desarrollo de estándares de calidad, seguridad y ambientales que aporten confianza y credibilidad a los nuevos productos y servicios bioeconómicos.

a) Estrategias adaptadas a las posibilidades y contexto social

Contrastando la oferta de recurso forestal ligno-celulósico con su potencial demanda, los países del norte de Europa presentan altos ratios de extensión forestal por ciudadano (4,17 ha/habitante), con una utilización activa (9,04 m³/hab.) (*Figura 4*). Existe un gran potencial para desarrollar su bioeconomía en base al recurso maderero, dada su abundancia, tradición silvicultural y accesibilidad. Los países boreales pueden cubrir una parte considerable de sus necesidades (energía, productos derivados de madera...) con madera propia y buscan desarrollar soluciones a gran escala. Los países nortños, pues, aspiran a aumentar la eficiencia productiva y a moverse hacia producciones en masa y de mayor valor añadido. En términos económicos, tratan de buscar nuevos usos que desplacen la frontera de posibilidades de producción.

Los países del sur de Europa, donde la superficie forestal per cápita es significativamente menor (0,43 ha/hab.) —aunque superando la centroeuropea (0,29 ha/hab.)—, presentan mucho menores niveles de cortas por habitante (0,42 m³/hab.) (*Figura 4*). Es posible, pues, un incremento del uso del recurso sin crear problemas de sostenibilidad. Sin embargo, a medio-largo plazo el potencial de la madera está limitado en cuanto a productividad en la región con déficit hídrico (mediterránea). Otros factores limitantes son la descoordinación de la propiedad fragmentada, la accesibilidad y la descapitalización de muchos montes. Las zonas más accesibles y

con mejores suelos compiten con usos agrícolas. Los precios de mercado, la infraestructura y la escala de los aprovechamientos determinan la movilización de la madera. Por tanto, en enfoque del sur hacia soluciones basadas en madera requeriría no sólo mejoras técnicas, sino también sociológicas para coordinar a los gestores silvícolas. Y donde la ventaja comparativa no esté en las economías de escala, el foco puede redirigirse hacia las economías de diversificación, ampliando las oportunidades de las masas forestales más allá de la madera —a través de los productos no madereros, con cadenas de valor de proximidad y tejiendo alianzas con el sector agrario y buscando productos de mayor valor añadido—.

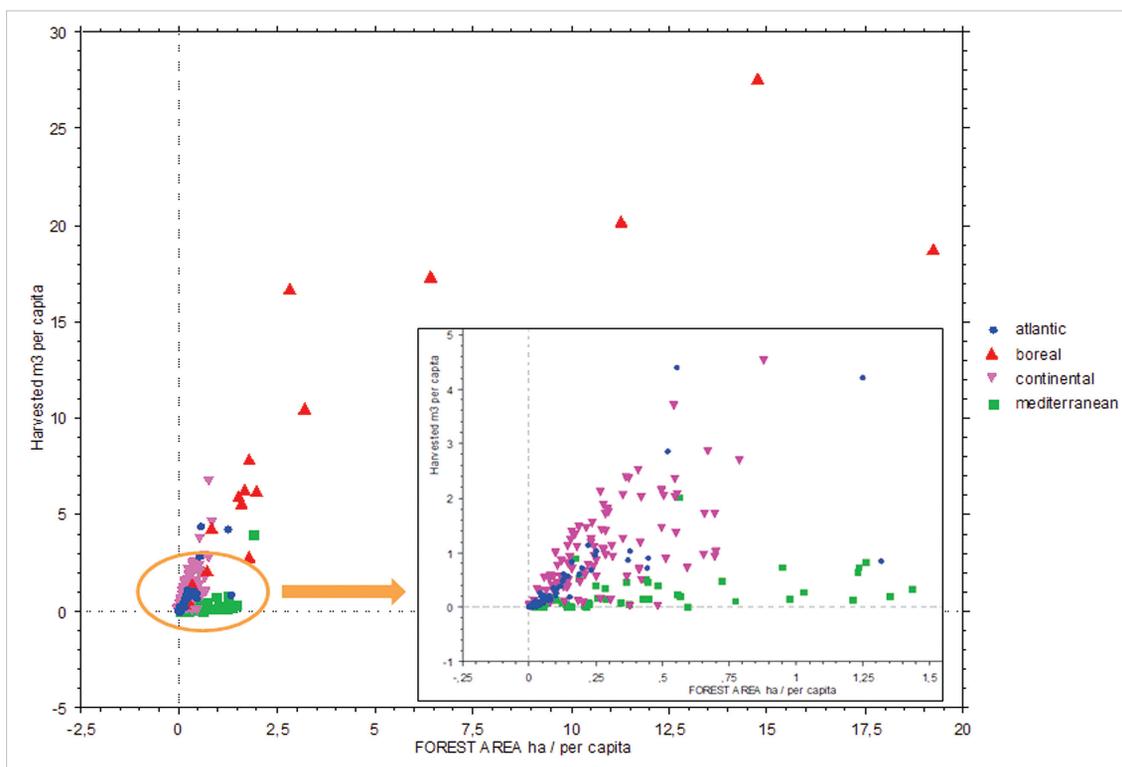


Figura 4. – Contraste de la superficie forestal por habitante y las cortas per cápita en las regiones NUTS2 de los países europeos, categorizados por las macro-regiones (leyenda).

Fuente: Martínez de Arano.

b) Investigación, Tecnología y Capacidades

La Bioeconomía precisa de avances científicos, y dado su carácter transversal el trabajo con nuevas disciplinas puede desencadenar las innovaciones. Enfocándose en las propiedades diferenciadoras, se cabe visualizar usos de corcho, resinas u hongos silvestres en ámbitos tan diversos como el agroalimentario, medicinal y estético, o de materiales (textiles, construcción, decoración). Los avances biotecnológicos aportan nuevas oportunidades para biomasa ligno-celulósica (ya se está esbozando el “árbol de usos ligno-celulósicos”). La creatividad de exper-

tos y agentes externos puede capturarse asimismo a través de procesos de innovación abierta.

c) Instrumentos políticos facilitadores

Los gobiernos pueden contribuir a impulsar la bioeconomía a través de herramientas como: promoción de la agrupación de la gestión silvícola, compras verdes, incentivos al consumo y producción verde (premiando y penalizando), así como fomento del desarrollo digital a través de su expansión en zonas rurales y su clara reglamentación. La normativa puede modificarse para compeler a las empresas hacia estándares u obligaciones de circularidad, de sustitución de materiales por aquellos con base biológica; sin embargo, debe tenerse en cuenta su afectación a la competitividad global de las empresas.

d) Financiación: capacidad inversión arriesgada

De parte del silvicultor, bien es sabido el riesgo de la inversión dados los largos turnos forestales. Adicionalmente, el desarrollo de una bioeconomía con nuevas cadenas de valor comporta a menudo cambios tecnológicos costosos. Por tanto, la apuesta por la Bioeconomía ha de ir acompañada de nuevos modelos de financiación (business angels, crowdfunding para micro-proyectos) con capacidad de inversión arriesgada a fin de establecer la demanda intermedia (industrial).

e) Colaboración público-privada

El desarrollo de una Bioeconomía precisa conjugar los diferentes objetivos y capacidades del sector público (maximización del bienestar, visión a largo plazo, volatilidad política) y los del sector privado empresarial (maximización de beneficios, beneficios a corto plazo para negocios estables) con los del sector privado ciudadano (maximización del bien colectivo, intereses comunes). Una estrategia bioeconómica que promueva una masa crítica necesita una hoja de ruta con acciones para cada uno de estos actores aparentemente dispares, a fin de complementarse. Ello puede derivar en las sinergias necesarias para la financiación de proyectos, consolidación de nuevas tendencias de consumo, o coordinar la gestión de montes públicos y privados, entre otros.

f) Estándares de calidad, seguridad y ambientales

Las novedades llevan aparejadas una incertidumbre; y el consumidor o promotor de la Bioeconomía será precisamente sensible a que dichas novedades cumplan los criterios de umbrales sociales y ambientales. ¿Este nuevo bioproducto realmente respecta otros servicios ambientales? ¿Es objetivamente equivalente al material al que sustituye? En esta línea, empiezan a desarrollarse sistemas de certificación, como el “Fashion loved by forest” en el sector textil respecto a la viscosa de origen forestal (www.canopystyle.org).

6. Conclusiones

Frente a los grandes retos socio-ambientales, la bioeconomía, la economía circular, la gestión forestal sostenible, etc son piezas de un mismo puzzle, ya que cada una enfatiza una dimensión de dichos retos. Sin embargo, precisan desarrollarse conjuntamente para una transformación holística y consolidada de la sociedad. Por ello la promoción de una Bioeconomía circular y sostenible aspira a conjugar sus diferentes inquietudes. Otros criterios pueden acompañar este cambio de paradigma, como el desarrollo rural o la inclusión social; por ahora quedan como beneficios colaterales en los discursos bioeconómicos dominantes.

Presentamos las líneas por las que el sector forestal ofrece oportunidades para dicho desarrollo bioeconómico, y desglosamos algunos de sus retos de futuro. Para su implementación real, el sector debe ser proactivo y posicionarse, buscar sinergias con sectores como el agrícola y de las energías renovables, y urgir que la retórica política se plasme en estrategias de Bioeconomía. Dichas estrategias requieren de una participación multidisciplinar y con un ámbito territorial que permita el análisis y ponga en valor las ventajas comparativas de cada región.

Las Estrategias de Bioeconomía han de ir acompañadas de instrumentos políticos que actúen como palanca. Se precisa premiar los procesos productivos con menor huella ecológica para fomentar la circularidad; la acción ejemplarizante de la administración a través de compras verdes; o la facilitación de las inversiones. Asimismo, para que la bioeconomía tenga impacto en el medio rural se requiere la digitalización rural, lo que implica una clara intervención política que compela a las empresas de telecomunicaciones a dotar a las zonas remotas con conexiones que les permita una igualdad infraestructural para desarrollar proyectos competitivos.

Pero el sector privado tiene un rol primordial. Con su base en el mercado, una Bioeconomía precisa de iniciativas empresariales donde los inversores apuesten por nuevas industrias, por cadenas de valor próximas, o por micro-proyectos arraigados en el territorio. Para que el sector forestal entre en esta dinámica, necesita un cambio no sólo tecnológico sino también social, y con vista a optimizar tanto la competitividad de las producciones con la provisión de otros servicios ambientales de los montes.

7. Agradecimientos

A Carmen Rodríguez y Antoni Trasobares por las discusiones inspiradoras sobre la temática.

8. Referencias bibliográficas

- Crutzen, P.J., Stoermer, E.F., 2000. The “Anthropocene.” *Glob. Chang. Newsl.* 17–18.
EC, 2017. *Review of the 2012 European Bioeconomy Strategy*. doi:10.2777/086770

- EFI, 2016. *European Forest Institute Strategy 2025*. European Forest Institute, Joensuu.
- Hetemäki, L., Hanewinkel, M., Muys, B., Ollikainen, M., Palahí, M., Trasobares, A., 2017. *Leading the way to a European circular bioeconomy strategy*. European Forest Institute, Joensuu.
- Hetemäki, L., Hoen, H.F., Schwarzbauer, P., 2014. Future of the European Forest- Based Sector and Bioeconomy. *European Forest Institute*, Joensuu.
- Lindner, M., Suominen, T., Palosuo, T., Garcia-Gonzalo, J., Verweij, P., Zudin, S., Päivinen, R., 2010. ToSIA—A tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains. *Ecol. Modell.* 221, 2197–2205. doi:10.1016/j.ecolmodel.2009.08.006
- Pülzl, H., Kleinschmit, D., Arts, B., 2014. Bioeconomy – an emerging meta-discourse affecting forest discourses? *Scand. J. For. Res.* 29, 386–393. doi:10.1080/02827581.2014.920044
- Raworth, K., 2012. A safe and just space for humanity. Can we live within the doughnut? *Oxfam Discuss. Pap.* 26.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., III, F.S.C., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., Wit, C.A. de, Hughes, T., Leeuw, S. van der, Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475.
- Secco, L., 2017. Social innovation & bioeconomy: meeting points and opportunities. In: *Society on the Move: Social Innovation for a Bio-Based Economy*. Barcelona.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., Ludwig, C., 2015. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *Anthr. Rev.* 2, 1–18. doi:10.1177/2053019614564785
- Verkerk, P.J., Martínez de Arano, I., Palahí, M., 2018. The bio-economy as an opportunity to tackle wildfires in Mediterranean forest ecosystems. *For. Policy Econ.* 86, 1–3. doi:10.1016/j.forpol.2017.10.016