



LAS BIOINDUSTRIAS EN EL ENTORNO DE LA BIOECONOMÍA

NECESIDADES, OPORTUNIDADES Y BENEFICIOS

Pilar Caro y Ion Arocena
Asociación Española de Bioempresas-ASEBIO

Resumen

Las sociedades avanzadas se enfrentan actualmente a grandes retos ante un escenario de recursos naturales limitados y finitos, y cambio climático, para el abastecimiento seguro de alimentos, productos y energía, además de la creación de empleos y crecimiento en zonas rurales y desindustrializadas.

La implementación de soluciones provenientes de la biotecnología, a través de su bioindustria, y el desarrollo de las cadenas de valor relacionadas, así como la aparición de nuevos agentes como las biorrefinerías, se han convertido en un elemento clave en el desarrollo de la bioeconomía, la generación de empleo y el estímulo del desarrollo rural, al ofrecer modelos de crecimiento más sostenibles y respetuosos con el medioambiente mediante la generación de tecnologías y procesos más sostenibles y eficientes para el desarrollo de nuevos materiales y (bio)productos, y el abastecimiento suficiente de alimentos seguros, saludables y de calidad. Sin embargo, esta transición hacia nuevos modelos de desarrollo y crecimiento más sostenibles desde la perspectiva social, económica y medioambiental requiere que el apoyo y la promoción a estos desarrollos se fije como una prioridad a largo plazo.

Este capítulo busca vislumbrar las oportunidades de la biotecnología y su sector industrial en el contexto del desarrollo de la bioeconomía, e identificar las barreras y recomendaciones para su desarrollo e implementación efectiva. Lo anterior depende en gran medida de la aceptación en el mercado de los productos biotecnológicos y de la existencia de un contexto social y regulatorio que lo posibilite y promueva. Así mismo, es necesario mejorar las capacidades del tejido innovador español, mediante la colaboración del sistema de ciencia y tecnología con las entidades públicas y privadas españolas, para convertir al sector español en un referente mundial de economía sostenible dentro de Europa.

Abstract

Advanced societies currently face major challenges in a scenario of limited and finite natural resources, and climate change, with regard to the secure supply of foodstuffs, products, and energy, in addition to the creation of employment and growth in rural and deindustrialised areas.

Implementing biotechnology solutions, via bioindustries, and developing the related value chains, as well as the appearance of new elements such as biorefineries, have become key elements in bioeconomy development and employment generation, as well as stimulating rural development, by offering more environmentally conscious and sustainable growth models through more sustainable and efficient technologies and processes for developing new materials and (bio)products, and the supply of sufficient secure, healthy, and high-quality foodstuffs. However, this transition towards new, more sustainable development and growth models from the social, economic, and environmental perspective, needs the support and promotion of these developments to be set as a long-term priority.

This chapter seeks to glimpse the opportunities of biotechnology and its industrial sector in the context of bioeconomy development, and identify the barriers and recommendations for its development and effective implementation, which depend, to a large extent, on the market's acceptance of biotechnology products and the existence of a social and regulatory context that enables and promotes these, as well as improving the capabilities of Spanish innovation, through science and technology collaborating with public and private organisations in Spain, to transform Spain into a global benchmark of sustainable economy within Europe.

La humanidad se enfrenta a grandes retos para mantener los parámetros de calidad de vida en un escenario de cambio climático y una población mundial en ascenso. El documento *La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa*¹ expone e identifica los retos trascendentales para nuestra civilización que tienen que ver con cuestiones

¹ COM (2012) 60 final.

clave para el desarrollo y crecimiento ante las nuevas condiciones y retos. Algunos de ellos son la adopción de medidas para la gestión sostenible de los recursos naturales, la reducción de la dependencia de los recursos no renovables, la atenuación del cambio climático, la creación de puestos de trabajo y el desarrollo de la industria, manteniendo la competitividad europea. El cumplimiento de estos grandes retos sociales de carácter global requiere del compromiso y la colaboración por parte de todos los agentes para la puesta en práctica de estrategias claramente definidas, en cuanto al tipo de actuaciones y plazos, que contribuyan a impulsar modelos productivos más respetuosos con el medioambiente².

La bioeconomía engloba a las entidades y organismos que desarrollan un conjunto de actividades económicas mediante las cuales se utilizan de manera sostenible los recursos renovables de origen biológico y sus flujos de residuos. Se busca su conversión en productos con valor añadido, como alimentos, piensos, bioproductos, bioplásticos, biocombustibles, biofertilizantes y/o bioenergía. Así, la bioeconomía, y el tejido industrial y científico que le da soporte, aparece cada vez más como una pieza fundamental para el futuro desarrollo económico y social, al integrar la utilización óptima de los residuos producidos por el sector primario, la población y la industria con la producción industrial de (bio)productos de valor añadido que pueden sustituir a los derivados del petróleo, así como con el desarrollo de una alimentación segura, promoviendo y asegurando el uso sostenible de los recursos y limitando su impacto medioambiental.

La Comisión Europea ha apostado fuertemente por la transición y adopción de nuevas formas de producción, consumo y transformación hacia un escenario de cero residuos en Europa³, mediante la adopción de un paquete de medidas para ayudar a las empresas y los consumidores europeos en su evolución hacia un modelo de economía más sólido y circular, donde se utilicen los recursos de modo más sostenible⁴. Estas medidas persiguen extraer el máximo valor y uso de todas las materias primas, productos y residuos, fomentando el ahorro energético y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, al cerrar el círculo de los ciclos de vida de los productos a través de un mayor reciclado y reutilización, lo que aporta beneficios tanto al medioambiente como a la economía.

Estos nuevos modelos que presentan la posibilidad de una gestión sostenible de los recursos suponen una revolución de la forma en que la sociedad obtendrá fuentes vitales de alimentos, energía y carbono. Reducirán de forma significativa el proceso de dependencia del petróleo y de otras fuentes de energía tradicionales, acoplándose a las nuevas necesidades sociales y condiciones ambientales. Se trata pues de una verdadera revolución de los sistemas productivos, los mecanismos de implementación y colaboración y las estructuras económicas.

El posicionamiento temprano de España en la generación de crecimiento sostenible en base al conocimiento, y el liderazgo en iniciativas que fomentan la economía circular y la bioeconomía, será un elemento clave para el continuo desarrollo de nuestra industria y su

² SECRETARÍA DE ESTADO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN. MINEICO y MAPAMA (2015).

³ COM (2014) 398 final.

⁴ COM (2015) 614 final.

posicionamiento nacional e internacional de una manera competitiva. En este contexto, la biotecnología se ha consolidado como la herramienta que aúna el conocimiento de diferentes disciplinas científicas y tecnológicas capaces de aportar a los sistemas de producción soluciones eficaces y compatibles con el medioambiente. La biotecnología y su industria aportan ciertas ventajas y beneficios que incrementan su competitividad frente a otros procesos o sectores convencionales, que tienen que ver con cuestiones como el impacto medioambiental, el consumo de recursos y la generación de residuos⁵. De hecho, los avances logrados en los últimos años en el campo de la biotecnología han puesto de manifiesto el potencial que esta ofrece para la fabricación de productos y biomateriales de interés general de una manera más sostenible, respetuosa y eficiente, al posibilitar la reducción en el consumo de recursos (materias primas, energía, agua, fertilizantes) por una mayor utilización de materias primas renovables, así como residuos y subproductos de otros procesos de producción, reduciendo así su generación y su impacto medioambiental, y el incremento en el reciclaje de los mismos. En este sentido, también ha promovido el desarrollo de tecnologías limpias de origen biológico que permiten la sustitución de procesos químicos de producción por otros nuevos basados en tecnologías enzimáticas, que conllevan un menor consumo de energía y una menor emisión de gases de efecto invernadero (GEI), al tiempo que permiten una mayor reutilización y aprovechamiento de la materia prima, aumentando así el valor de la cadena de producción, y, por tanto, el rendimiento del proceso.

Al mismo tiempo, la biotecnología también es capaz de aportar soluciones específicas en otros sectores mediante: i) el desarrollo de tecnologías y productos eficaces y compatibles con el medioambiente en los sistemas de producción agraria y alimentaria, como es el desarrollo de variedades mejor adaptadas a distintas zonas de cultivo (en cuanto a rendimiento y costes de cultivo, requerimientos hídricos, tolerancia a distintos tipos de estrés abiótico, y/o eficiencia en el uso de fertilizantes); ii) el diseño de nuevos métodos de control biológico y protección frente a patógenos de diversa naturaleza; iii) la mejora de las características funcionales, sensoriales y nutricionales de los alimentos; y iv) el desarrollo de tecnologías, procesos y materiales que permiten la optimización del procesado y la conservación de los alimentos. Todo ello conlleva una utilización de los recursos naturales, mejor y más efectiva, un mayor rendimiento en la producción, y el desarrollo de nuevos productos de interés social, con propiedades más saludables o atractivas para el consumidor. De esta forma se mejora la salud y la nutrición de los consumidores y se minimiza el impacto ambiental, al reducir la merma y desperdicio de los recursos y materia prima.

Por todo lo expuesto, la biotecnología agroalimentaria e industrial se posicionan como una de las principales alternativas para una producción de alimentos seguros y funcionales, y de tecnologías, materiales, productos y energía más limpios y sostenibles, constituyendo el núcleo central de la bioeconomía.

Así, las bioindustrias establecen las bases que harán posible esta transformación, proveyendo de tecnología y herramientas que permitan el desarrollo de productos y procesos basados

⁵ FEDIT (Centros Tecnológicos de España). Observatorio Químico del MITYC, actual Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (diciembre de 2008).

en materias primas renovables con efectos ambientales neutros o positivos, un pronunciado desarrollo económico local y una buena percepción social. Una realidad orientada a generar innovación en el ámbito de la producción y el uso sostenible de biomasa.

Desde el punto de vista de la industria, el que la balanza se incline hacia los procesos y tecnologías obtenidos a través de la biotecnología frente a procesos tradicionales para la implementación de soluciones procedentes de la bioeconomía y las cadenas de valor relacionadas, depende principalmente de factores económicos como los costes de producción o la aceptación en el mercado de los productos de base biológica o bioproductos. Aunque también es necesario el desarrollo del estado de la técnica, la garantía de un suministro sostenible de materia prima, y la conciencia de los consumidores y los gobiernos sobre la necesidad de considerar como factores económicos el impacto medioambiental, el consumo de recursos y la generación de residuos. La sostenibilidad, por tanto, se presenta como una cuestión clave, haciendo de la biotecnología un elemento esencial, ya que aporta ciertas ventajas y beneficios que incrementan su competitividad frente a otros procesos convencionales en términos de eficiencia económica, social y medioambiental.

La biotecnología y el apoyo a las bioindustrias son elementos claves para afrontar los grandes retos que tiene el planeta con objeto de evitar llegar a un punto de no retorno. Para ello es necesario establecer esquemas fiables y estables de transferencia de este conocimiento y generar economía y riqueza en torno a esas soluciones. En España, contamos con 2.800 grupos de investigación trabajando en áreas relacionadas con este campo⁶ y con 2.982 empresas que realizan actividades relacionadas con la biotecnología o en las que la biotecnología es una actividad principal y/o exclusiva⁷, lo que demuestra que España posee un sector de la I+D comprometido e innovador, y con grandes capacidades de desarrollo. Estos retos a los que se enfrenta la sociedad y nuestro tejido empresarial solo pueden ser abordados con el impulso de modelos de desarrollo más sostenibles, que requieren de una mayor interrelación e implementación de la ciencia del conocimiento, de los agentes implicados en la cadena de valor, y la promoción de la investigación de calidad e innovadora en el sector, tanto en el entorno público como en el privado.

Se abre así un escenario donde cobran especial relevancia nuevos agentes, como es el caso de las biorrefinerías. Estas infraestructuras se posicionan como un instrumento clave para contribuir al establecimiento de un verdadero sector productivo basado en la bioeconomía, en el que se articule la conversión de las biomasas en bioproductos, contribuyendo así a la transición hacia la economía circular y la bioeconomía a la par que se evita la penalización asociada a la generación y/o vertido de residuos de origen biológico⁸. El desarrollo de las biorrefinerías integradas supone un gran avance y permitirá aumentar la competitividad de estos bioprocesos al instaurar nuevos conceptos empresariales que den respuesta a la creciente demanda por parte de muchos sectores de la población y del sector privado, mediante la generación de

⁶ Secretaría de Estado de I+D+i, CARMEN VELA (2017).

⁷ ASEBIO (2017).

⁸ BIOPLAT y SusCHEM-ESPAÑA (2017).

innovaciones tecnológicas y soluciones sostenibles, que lleven implícito el ahorro energético y de recursos, a la vez que procuran la protección del medioambiente. Aunque todavía existen obstáculos importantes que requieren de un enorme esfuerzo y compromiso en investigación básica y del estado de la técnica para su desarrollo e implementación.

La investigación, el desarrollo y la consecuente implantación comercial de la bioeconomía y sus productos en el mercado europeo constituyen una parte fundamental de los objetivos y prioridades de la UE en materia de crecimiento, inversiones, agenda social e innovación industrial, con la consiguiente oportunidad que generan para la creación de empleos locales y la integración social. Esta capacidad de dar respuesta a retos sociales tan interrelacionados como la seguridad alimentaria, la escasez de los recursos naturales, la dependencia de los recursos fósiles y el cambio climático hacen de la biotecnología una herramienta clave para la implementación de nuevos modelos que sustenten el desarrollo de la bioeconomía, con un especial foco hacia la industria altamente innovadora que se desarrolla dentro o en relación con esta área.

1. Barreras para el desarrollo de la innovación desde la industria

En el contexto socioeconómico actual, la bioeconomía está siendo impulsada por una multitud de factores ya comentados, como es el caso del crecimiento demográfico, las cuestiones medioambientales, la diferenciación de productos y las oportunidades de reducción de costes. Las barreras detectadas para el desarrollo de la biotecnología, en general, y en este ámbito de la bioeconomía en particular, son muy numerosas. De la capacidad que se tenga para superarlas dependerá su éxito de implantación y, por ende, su impacto económico y social. En nuestro caso, la I+D+i española en biotecnología se encuentra en su camino con numerosas barreras de diversa índole⁹ que impiden su adecuado desarrollo y que se detallan a continuación.

1.1. Barreras económicas

Uno de los principales problemas del desarrollo de estas innovaciones y su implantación es la reducida disponibilidad de financiación. En España, los recursos destinados a la I+D+i son ligeramente superiores al 1 % del PIB (1,19 %)¹⁰, muy lejos del objetivo del 3 % marcado por la Agenda de Lisboa, observándose también objetivos de financiación de la I+D+i privada por debajo de lo esperado, (46 % alcanzado sobre el total, frente al 66 % del objetivo de Lisboa)¹¹.

Además, la introducción o el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos, así como el desarrollo comercial de un producto en biotecnología en las empresas, particularmente en las pymes, requiere de fuertes inversiones de capital que generalmente necesitan de unos largos

⁹ FEDIT (2008).

¹⁰ FECYT (2016).

¹¹ OBSERVATORIO SOCIAL DE 'LA CAIXA' (2017).

plazos para ser rentabilizadas. Todo ello conlleva un elevado grado de incertidumbre que dificulta aún más el acceso a la financiación, con la consiguiente ralentización o paralización de los desarrollos previstos.

Para hacer frente a esos costes económicos las empresas necesitan disponer de diferentes fuentes de financiación en general, y de capital-riesgo en particular. La transferencia de la investigación básica a la producción industrial es especialmente sensible, ya que requiere inversiones notables cuando aún el riesgo tecnológico y de mercado es elevado. Se necesita un enfoque integrado de financiación de la I+D+i que cubra la cadena de valor completa, de forma que la investigación se convierta en productos comercializables y crecimiento económico. Este empuje de la industrialización y comercialización puede mejorarse aún más mediante mecanismos *market pull* como, por ejemplo, mediante el establecimiento de mecanismos de compra/contratación pública, la discriminación positiva de precios a corto plazo o las normativas de etiquetado (por ejemplo, «producto de base biológica o *ecolabel*»), o el establecimiento de una serie de medidas encaminadas a incentivar las inversiones a la producción y comercialización, tales como incentivos fiscales o facilidades crediticias. En el mismo sentido, otra idea interesante sería la de favorecer desde la Administración Pública la utilización por industrias y consumidores de productos que cumplan unos criterios de sostenibilidad establecidos y socialmente aceptados.

1.2. Barreras regulatorias, normativas y legislativas

Habría que tener en cuenta que las invenciones biotecnológicas, además de requerir elevadas inversiones de capital, y precisar largos ciclos de desarrollo, están sujetas a una exigente normativa. Si bien los distintos agentes de la bioeconomía (económicos, sociales y técnicos) entienden la necesidad de que la regulación sea restrictiva y preventiva, debería fomentarse el desarrollo de procesos regulatorios más sencillos y directos, basada en una aproximación más equilibrada entre los riesgos y los beneficios, basándose para ello en la ciencia disponible. De esta forma se generaría un sistema más estable y predecible, en base a una implementación y cumplimiento más fácil y asequible, evitando cargas administrativas y económicas añadidas. Un exceso de regulación o una forma equivocada de implementarla puede suponer una barrera para el avance de la I+D+i.

En esta misma línea, la protección eficaz de los resultados de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación constituye un elemento fundamental para impulsar la innovación tecnológica y el beneficio socio-económico, cumpliendo a su vez con el compromiso de difusión y divulgación del conocimiento. Desde Europa se han realizado grandes esfuerzos para desarrollar un marco normativo a nivel europeo sobre protección de la propiedad intelectual y patentes, que constituye el resultado de la voluntad política colectiva de los países europeos de establecer un sistema de patentes uniforme en Europa. En este sentido, ayudas especiales

para reducir la carga administrativa y el coste de la protección de la propiedad intelectual o de las búsquedas en las etapas tempranas serían muy útiles, especialmente para las pymes.

1.3. Barreras de nivel técnico

El desarrollo de la bioeconomía a nivel nacional requiere del establecimiento de una visión estratégica a medio/largo plazo, basada en una continuidad de las políticas públicas de apoyo al desarrollo de la ciencia y la tecnología, que las preserve de los vaivenes políticos. Esto solo es posible si existe una visión y compromiso compartido a nivel de todos los agentes implicados. Esta visión debe incluir la definición de unos objetivos claros y estables, la priorización de líneas de investigación para evitar la dispersión de esfuerzos y de financiación, y una reducción de la burocracia.

A la hora de sustituir los procesos industriales tradicionales por otros más sostenibles, la industria biotecnológica también se ve limitada por una serie de barreras tecnológicas, que incluye el coste de la materia prima, el grado de madurez y la disponibilidad de las tecnologías y el nivel de apoyo al mercado para los productos de base biológica.

El uso de la biomasa como materia prima supone una gran oportunidad, aunque el desarrollo, estabilidad y competitividad de los procesos biotecnológicos industriales depende fuertemente de la disponibilidad garantizada de una cantidad de biomasa suficiente y segura, y de que sus precios sean competitivos. Sin embargo, en la actualidad, la producción se encuentra en un momento delicado, principalmente por el aumento de la demanda mundial de alimentos y una limitada disponibilidad de estas materias primas, limitando su uso para otros fines y, presionando los precios al alza. Es necesario desterrar cualquier incertidumbre sobre su disponibilidad y asegurar un suministro suficiente y estable de biomasa, primando, por supuesto, la producción de alimentos frente a cualquier otro uso, a unos precios competitivos, mediante la concienciación de las oportunidades potenciales a los productores y beneficios a los consumidores con respecto al fomento del uso de los cultivos existentes y novedosos, así como de los desechos y residuos como fuentes alternativas de biomasa, asegurando además el desarrollo de infraestructura para la recolección, almacenamiento y transporte de biomasa, y una regulación que soporte y promueva su uso¹².

Asimismo, es necesario un desarrollo y mejora de la tecnología y el estado de la técnica, que permita el uso de nuevas materias primas, así como el desarrollo de nuevos productos, de una forma efectiva. Las herramientas de la biotecnología suponen una oportunidad para ampliar el rango de materias primas a utilizar dentro de los procesos, y para reducir el uso de sustancias peligrosas, minimizar el consumo de energía y la generación de residuos, que reduzca nuestra dependencia de recursos fósiles. Además, supone una alternativa para generar modelos de alimentación sostenible que aseguren un uso eficiente de los recursos y la conservación de

¹² DUPONT-INGLIS y BORG (2017).

la biodiversidad. En cualquier caso, todavía las tecnologías, las herramientas y los desarrollos tecnológicos en algunas áreas de la biotecnología (uso de coproductos de procesamiento, tecnologías de separación y procesos de bioconversión y procesamiento) son relativamente inmaduros en comparación con los de la química convencional, por lo que requieren de una mayor investigación y desarrollo, ya que todavía es difícil evaluar los beneficios de la implementación y los riesgos asociados.

1.4. Barreras estructurales

La escasa orientación de la oferta tecnológica pública a las necesidades del mercado, y la incipiente, pero poco desarrollada, cultura de la colaboración y transferencia científica, no han promovido ni potenciado hasta la fecha la colaboración entre los distintos agentes del desarrollo de la bioeconomía y la innovación en España (universidades, organismos públicos de investigación, centros tecnológicos, e industria). Sin duda, una receta que implique menos burocracia y más contacto directo, sin intermediarios, entre el investigador y el desarrollador del producto final para el desarrollo de un sistema de relaciones bajo-demanda, además de la creación de instrumentos de transferencia tecnológica y de formación de personal especializado en la gestión de estos aspectos sería la clave del éxito.

Del mismo modo, el desarrollo actual de la ciencia y tecnología requiere, en muchas ocasiones, de la utilización de grandes infraestructuras e instalaciones para dar cobertura y servicio a las necesidades de toda la comunidad científico-tecnológica y las empresas. Esto les permite adaptar y mejorar sus capacidades y prestación de servicios o posibilidades de desarrollo para alcanzar una mayor competitividad en el ámbito internacional.

1.5. Barreras sociales

Todas estas acciones podrían tener un efecto positivo, pero sin duda serán más eficaces si se combinan con un plan de comunicación coherente para crear la conciencia sobre el potencial de la biotecnología, el uso de recursos renovables y los beneficios que puede proporcionar una bioeconomía basada en el conocimiento.

Uno de los principales elementos tractores en el desarrollo de la bioeconomía y la biotecnología es la demanda social. Entre ellos, uno de los más críticos es la percepción de la sociedad. En muchas ocasiones se suele incidir en los riesgos de las nuevas tecnologías, enmascarando en muchos casos los grandes beneficios que la biotecnología puede ofrecer a la sociedad, perjudicando la percepción social. No se trata de ocultar los riesgos, sino de tratar de trasladarlos de forma clara, completa y sin manipulación, basándonos para ello en la mejor ciencia disponible.

Por tanto, para afrontar los retos sociales antes mencionados y las barreras que limitan la implantación de la bioeconomía, la biotecnología y su industria se requiere del desarrollo de

un entorno político y económico propicio que estimule la investigación y la innovación, así como políticas y estrategias de apoyo para difundir y apoyar el desarrollo de sus tecnologías y herramientas, la aprobación de los nuevos (bio)productos, el fomento del espíritu empresarial, y el desarrollo del mercado. El apoyo y compromiso político para mejorar las sinergias y la coherencia entre las políticas y actuaciones de los distintos ministerios y autonomías es imprescindible para crear una sólida política de bioeconomía en España, con fuerte vinculación con el territorio, el sector primario y la generación de mercados de alto valor añadido.

2. Retos y oportunidades de la industria innovadora

Como hemos observado, las bioindustrias se enfrentan a una serie de obstáculos importantes para el despliegue y desarrollo de la bioeconomía. Entre algunas de las medidas que deberían desarrollarse para favorecer el desarrollo y promoción de la biotecnología y su industria estarían:

Ámbito financiero

1. Fomento de la inversión en investigación, innovación y capacitación, con objeto de generar conocimiento y transferirlo eficazmente al mercado. Deberá promoverse el conocimiento por parte de las entidades financieras privadas y de capital riesgo, con objeto de ampliar su oferta de instrumentos de financiación adaptados a las peculiaridades del sector y sus agentes.
2. Introducir un marco político y de incentivos que sea estable transparente, y sostenible a largo plazo y que permita promover la bioeconomía, proporcionando estímulos de mercado que estimulen la comercialización y la demanda de productos de base biológica o bioproductos. Para ello será necesaria la implantación de mecanismo facilitadores, tales como incentivos financieros o reducciones fiscales, para fomentar las inversiones, o la contratación y programas de compra pública, el desarrollo de mecanismos normalizados de evaluación de sostenibilidad y la creación de etiquetas diferenciadoras para ayudar en la creación de mercados de los bioproductos.
 - a) Fomentar la adopción de bioproductos en los programas de adquisición, en base a los beneficios de sostenibilidad, económicos, sociales y de rendimiento del uso de estos.
 - b) Considerar una directiva para ordenar la contratación pública de materiales de origen biológico, planteando una jerarquía de objetivos para diferentes categorías de materiales y aplicaciones, basada en los volúmenes, el impacto y la disponibilidad.
 - c) Promover el desarrollo y la convergencia de las etiquetas de sostenibilidad comúnmente reconocidas y aceptadas y la aplicación generalizada de dichas etiquetas por parte de los fabricantes.

- d) Definir, crear y mantener un conjunto de indicadores y técnicas de medición para permitir el establecimiento de objetivos y la monitorización del progreso.
 - e) Establecer medidas de discriminación positiva y de fijación de precios, como por ejemplo la reducción del IVA en los productos de base biológica si se demuestra que son más sostenibles, o el establecimiento de una cuota de mercado mínima.
3. Proporcionar apoyo estatal para minimizar los riesgos financieros inherentes a la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y productos, mejorando y aumentando la financiación de los proyectos de demostración y otros relacionados con las biorrefinerías a gran escala. Hay una necesidad de mejorar la visibilidad y la alineación de los diferentes regímenes de financiación, de demostración y las vías de integración de estos.
- a) Utilizar los fondos nacionales y de la UE, así como los préstamos del Banco Europeo de Inversiones, para facilitar las asociaciones público-privadas para la creación de proyectos de demostración.
 - b) Desarrollar planes de financiamiento público-privado para consorcios multi-empresas que construyan proyectos de escala de demostración y biorrefinerías innovadoras.
 - c) Desarrollar esquemas de financiamiento específicos para instalaciones pioneras de bioproducción y alentar la formación de coaliciones de empresas activas en la cadena de valor para construir proyectos a pequeña escala y crear soluciones integradas.

Ámbito técnico

1. Desarrollar y mejorar las relaciones entre los actores convencionales y no convencionales de la biotecnología, mediante un ejercicio de mapeo que permita identificar los clústeres existentes, teniendo en cuenta las cadenas de valor existentes y futuras y el desarrollo de modelos público-privados idóneos que promuevan la transferencia.
2. Desarrollo de las líneas prioritarias de investigación que deben seguirse para la consecución y resolución de los grandes retos sociales. Sería deseable un mayor grado de concreción en este aspecto, para así evitar la dispersión de esfuerzos y de financiación y facilitar una mejor gestión de los limitados recursos disponibles.
3. Mejorar las oportunidades para los productores de materia prima en el ámbito de la bioeconomía. Se debe crear conciencia sobre las oportunidades potenciales (tanto utilizando cultivos existentes y nuevos), como la posibilidad de utilizar nuevos tipos de biomasa y recursos de distinto origen, garantizar un precio justo de mercado para las materias primas y el desarrollo de una infraestructura eficiente de recogida, almacenamiento y transporte de la biomasa.

- a) Se necesita una evaluación de los flujos de residuos y el desarrollo de tecnologías capaz de hacer frente a la variabilidad inherente de los desechos y residuos.
 - b) La legislación y políticas nacionales necesitarán ser modificadas para adaptarse a este nuevo escenario y garantizar así el uso de residuos y otros desechos en el desarrollo y producción de materiales y productos.
4. Promover el uso de co-productos de procesamiento. El uso inteligente y eficiente de la biomasa puede ayudar a desarrollar más productos por unidad de biomasa. Esto significa hacer un mejor uso de biomasa a través de un enfoque en cascada que obtenga el máximo rendimiento de co-productos que actualmente tienen una aplicación limitada en el mercado. La optimización de las tecnologías de separación será necesaria para recuperar los co-productos potencialmente comercializables.
 5. Mejorar la bioconversión y los pasos de procesamiento (*downstream*). La optimización de la bioconversión y el procesamiento posterior de los productos biotecnológicos industriales podría reducir significativamente los costes y mejorar la eficiencia de la producción. Para ello es necesaria la optimización de cepas microbianas para la producción de nuevos productos, mejorando su resistencia a los contaminantes presentes. Existe la necesidad de asegurar la mejora continua de las tecnologías de biotecnología industrial para asegurar la competitividad; por tanto, la I+D+i debe ser financiada a través de los distintos niveles de la tecnología, no solo dentro de las tecnologías emergentes.

Ámbito estructural

1. Identificar, aprovechar y construir sobre las capacidades de la UE para el desarrollo y utilización de grandes infraestructuras e instalaciones piloto y de demostración para dar cobertura y servicio a las necesidades de los agentes de las cadenas de valor. Es necesario facilitar el acceso a plantas piloto flexibles y orientadas a la investigación y permitir a las empresas utilizar infraestructuras y plantas de escalado durante la fase de investigación y desarrollo, para probar y refinar los procesos industriales, ofrecer más servicios y complementar sus necesidades, reduciendo los plazos de entrega y los costes de inversión, y permitiendo a las empresas comprender mejor los costos operativos reales y las fortalezas y debilidades de los procesos tecnológicos.

Ámbito de la educación y la concienciación social

1. Mejorar la percepción pública y la conciencia de la biotecnología y los productos de base biológica. La posible percepción negativa de la sociedad hacia la biotecnología, principalmente en relación con algunos temas polémicos, debe ser combatida de un modo más eficaz, mediante una información clara y veraz, que ponga de manifiesto

los enormes beneficios de estas, así como sus posibles, limitados y controlados riesgos. A pesar de los beneficios sociales y medioambientales que pueden suponer o traer los productos de la biotecnología industrial y agroalimentaria, los clientes y usuarios finales no son necesariamente conscientes de lo que significa la biotecnología o la propuesta de valor que ofrecen estos productos. Promover campañas de información específicas dirigidas a clientes y usuarios finales pueden ayudar a desarrollar el mercado.

- a) Realizar campañas sostenidas de comunicación de alta calidad, difusión y promoción de bioproductos sostenibles y de oportunidades de contratación pública.
- b) Crear conciencia de las nociones fundamentales relativas a los productos de base biológica, y los beneficios asociados, como su contribución a la reducción de combustibles fósiles y la mitigación del cambio climático, a la revitalización de la economía rural, la seguridad de los materiales y el potencial de innovación generada localmente.
- c) Crear paquetes de información para tipos de productos específicos, informando de forma clara y precisa sobre sus características (aplicaciones, proveedores, beneficios, ciclos de vida, perfiles de sostenibilidad y perfiles de costes de productos y materiales biológicos en el mercado).

La biotecnología en general, y la biotecnología industrial y agroalimentaria, en particular, deben ser consideradas como uno de los sectores clave sobre los que debe sustentarse el avance de la sociedad española en la implantación del modelo de bioeconomía, al contribuir al desarrollo económico, la competitividad industrial y la mejora de la calidad de vida, contribuyendo así a un futuro más sostenible. En consecuencia, la Administración pública, desde su responsabilidad y competencia, debe poner todos los instrumentos a su alcance para permitir, facilitar y promover el adecuado desarrollo de la biotecnología y su tejido empresarial, con actuaciones en diversos ámbitos, entre los que se incluyen la regulación normativa y legislativa, la financiación, la educación y formación, y la divulgación e información¹³.

3. Beneficios

La creación de nuevos modelos productivos de alto valor añadido y la consolidación de otros en el ámbito de la bioeconomía fortalecerá el tejido industrial español, además de la consecuente creación de riqueza y mantenimiento de puestos de trabajo, fundamentalmente en áreas rurales, al ser donde se encuentran los recursos. Todo esto implicaría a su vez importantísimas ventajas medioambientales, claves para la consecución de los compromisos en

¹³ Las medidas y barreras definidas se han basado en el trabajo desarrollado dentro del proyecto BIO-TIC (EuropaBio; BIO-TIC, 2015).

materia de cambio climático. Por ello, aprovechamos para mostrar a continuación algunos de los principales beneficios que se derivan de la aplicación de la biotecnología¹⁴:

3.1. Beneficios socioeconómicos

Entre los principales beneficios socioeconómicos de la implementación de la biotecnología en el desarrollo del modelo de bioeconomía pueden destacarse los siguientes:

- Creación de empleo, innovador y de calidad, vinculado al reconocimiento del tejido industrial español y sus nuevos desarrollos, consolidando la competitividad del sector industrial y del sector agrícola.
- Dinamización del medio rural como consecuencia de una estrecha cooperación a lo largo de la cadena de valor que incluya a los productores locales de materias primas agrícolas, forestales, costeras y a las biorrefinerías, aumentando la rentabilidad de dichas regiones y el equilibrio territorial.
- Creación y establecimiento de canales de comunicación estables, eficientes y multilaterales, de modo que se fomente la innovación biotecnológica y la transferencia de conocimiento y su traslación a la sociedad, capitalizando el beneficio socioeconómico y medioambiental, aumentando la ventaja competitiva nacional e incrementando la competitividad comercial.
- Producción de una variedad de productos de alto valor añadido, como alimentos, productos (bio)químicos, bioplásticos y otros biomateriales nuevos e innovadores o bioenergía, respondiendo a la creciente demanda de la población, en base a esquemas más sostenibles y respetuosos con el medioambiente.
- Reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y mejora de la sostenibilidad económica y medioambiental de la producción primaria y de las industrias de transformación.
- Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y fomento del ahorro energético, al cerrar el círculo de los ciclos de vida de los productos a través de un mayor reciclado y reutilización.
- Mejora de la rentabilidad de las instalaciones mediante el aprovechamiento de los subproductos generados en sus propios procesos ligado a un aumento de las capacidades de la bioindustria al promover la colaboración entre los distintos agentes.

¹⁴ Los beneficios definidos se han basado en el trabajo desarrollado por las Plataformas Tecnológicas BIOPLAT y SusChem-España) (2017).

3.2. Beneficios medioambientales

La aplicación de la biotecnología y sus múltiples herramientas presentan una serie de oportunidades sociales y beneficios ambientales directamente relacionados con el uso eficiente de los recursos renovables, reduciendo la generación de residuos, o el consumo de los recursos naturales escasos, y limitando el riesgo de daños al medioambiente y determinados hábitats. De esta forma se mejoran las oportunidades de conservación de la biodiversidad. Entre los principales beneficios medioambientales pueden destacarse los siguientes:

- Ahorro en la gestión y tratamiento de residuos y en el consumo de los recursos naturales escasos (materias primas, energía, agua, aire) al hacer los procesos más eficientes y sostenibles, mejorando el rendimiento.
- Aprovechamiento de determinados residuos orgánicos como materias primas de procesos industriales (residuos cero).
- Disminución sustancial de gases de efecto invernadero y otros gases contaminantes (CO, CO₂, HC, NOX y SOX) a la atmósfera al sustituir los combustibles fósiles.
- Contribución a la conservación de la biodiversidad y a su mantenimiento, generando un menor impacto en el hábitat.
- Reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, y la mitigación del cambio climático, lo cual constituye una obligación absolutamente ineludible e inaplazable.

En resumen, España en particular, y Europa en general, se enfrentan a múltiples desafíos, para mejorar y mantener una posición competitiva en la economía mundial, donde es cada vez más necesario tomar medidas a largo plazo y realizar una adecuada planificación para su desarrollo en el contexto de la bioeconomía, mediante el soporte y apoyo al tejido empresarial y la generación de modelos más sostenibles en términos de eficiencia económica, social y medioambiental. Se precisa de un apoyo expreso de las administraciones públicas capaz de promover la conexión entre la investigación y la industria, de fomentar la colaboración y desarrollar canales de comunicación estables, eficientes y multilaterales entre los distintos agentes del sistema ciencia-tecnología-empresa con los usuarios finales, responsables políticos y sociedad civil, y de instrumentalizar los mecanismos político-administrativos necesarios que minimicen los trámites burocráticos y las barreras legislativas que puedan entorpecer un desarrollo óptimo de las biotecnología al servicio de la bioeconomía.

Referencias bibliográficas

ASEBIO (2017): «Informe ASEBIO 2016». Recuperado de http://www.asebio.com/es/documents/InformeASEBIO2016_final_1_tabla.pdf.

- COM (2012): 60 final. *La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa*.
- COM (2014): 398 final. *Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa*.
- COMISIÓN EUROPEA (2015): «Comunicado de prensa 'Cerrar el círculo'». Bruselas, 2 de diciembre de 2015. Recuperado de: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6203_es.htm.
- COMISIÓN EUROPEA: «Paquete sobre la economía circular: preguntas y respuestas»; http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_es.htm.
- DUPONT-INGLIS, J. y BORG, A. (2018): «Destination bioeconomy—The path towards a smarter, more sustainable future»; en *New Biotechnology* (40); pp. 140-143.
- FECYT (2016): «Indicadores. Gasto en I+D». Recuperado de: <https://services.icono.fecyt.es/indicadores/Paginas/default.aspx?ind=134&cidPanel=1>.
- FEDIT (CENTROS TECNOLÓGICOS DE ESPAÑA) (2008): «Tendencias en el uso de la biotecnología en el sector químico». Observatorio Químico del MITYC. Actual Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Recuperado de: http://marinponsasociados.com/pdfindustria/tendencias_en_el_uso_de_biotecnologia.pdf.
- FEDIT (CENTROS TECNOLÓGICOS DE ESPAÑA) (2008): «Tendencias en el uso de la biotecnología en el sector químico». Observatorio químico industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Actual Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Recuperado de http://www.minetad.gob.es/industria/observatorios/SectorQuimico/Actividades/2008/Centros_Tecnologicos_de_Espana/OIQuimico_Analisis_de_lineasID_Emergentes.pdf.
- OBSERVATORIO SOCIAL DE 'LA CAIXA' (2017): «Investigación e Innovación: ¿qué nos jugamos?». Recuperado de https://observatoriosociallacaixa.org/documents/22890/102496/DOS-SIER3_Sept2017_CASTELLA.pdf/79586d89-148f-9e9f-eccb-328e4cdf0cb.
- PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS ESPAÑOLAS DE BIOMASA PARA LA BIOECONOMÍA (BIOPLAT) y PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS ESPAÑOLAS DE QUÍMICA SOSTENIBLE (SUSCHEM-ESPAÑA) (2017): *Manual sobre las Biorrefinerías en España*. Recuperado de http://www.suschem-es.org/docum/pb/2017/publicaciones/Manual_de_Biorrefinerias_en_Espana_feb_2017.pdf.
- PROYECTO BIO-TIC (2015): *A roadmap to a thriving industrial biotechnology sector in Europe*. EuropaBio; BIO-TIC
- SECRETARÍA DE ESTADO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, MINEICO y MAPAMA (2015): «Estrategia española de Bioeconomía Horizonte 2030». Recuperado de <http://bioeconomia.agripa.org/download-doc/102163>.
- VELA, C. (2017): «Ciencias de la Vida y de la Materia»; *Simposio Internacional: Los retos del Planeta y propuestas de soluciones desde la bioeconomía*. Madrid.