



C3-BIOECONOMY

Circular and Sustainable Bioeconomy

International Journal of Circular and Sustainable Bioeconomy



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Índice

| | |
|--|-----|
| EDITORIAL..... | 3 |
| Bioeconomía, estrategias e impacto..... | 11 |
| La bioeconomía como herramienta para el crecimiento económico sostenible..... | 31 |
| Políticas y Negocios para la Bioeconomía en ALC: Un proceso en marcha | 73 |
| MONOGRÁFICO: La red INNOVAGRO y la bioeconomía | 91 |
| Revalorización de la cadena agroalimentaria a través de la innovación: Grupo La Caña | 113 |
| La Bioeconomía como línea estratégica del Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3..... | 123 |



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa



Junta de Andalucía





C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

EDITORIAL

José Carlos Gómez Villamandos
Presidente del ceiA3



Estimados lectores de la revista C3-BIOECONOMY: Circular and Sustainable Bioeconomy:

Como presidente del ceiA3 me complace daros la bienvenida a este primer número de la revista, una revista internacional de innovación en Bioeconomía Circular y Sostenible, de periodicidad anual y centrada específicamente en el ámbito agroalimentario y forestal. La revista, tiene una vocación multisectorial, aceptará trabajos de todos los sectores del sistema innovador, especialmente del sector empresarial y académico, y versarán sobre innovación en alimentación, agricultura y silvicultura, y bioproductos y bioprocesos relacionados con el sector agroalimentario y forestal.

La bioeconomía engloba todos los sectores y sistemas basados en los recursos biológicos, sus funciones y principios, incluyendo agricultura, silvicultura, pesca, alimentación y bioindustrias, y es un sector clave para incentivar el crecimiento en las zonas rurales y costeras. La Estrategia de Bioeconomía de Europa aborda la producción de recursos biológicos renovables y su conversión en productos fundamentales y bioenergía. Desde su actualización en 2018, la Estrategia de Bioeconomía se centra en acelerar el despliegue de una bioeconomía europea sostenible para maximizar su contribución a la Agenda 2030 y sus



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa



Junta de Andalucía





Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así como al Acuerdo de París: “La bioeconomía debe ser circular, de manera que los recursos biológicos se mantengan el mayor tiempo posible en la cadena productiva con el fin de lograr que no existan recursos sin aprovechamiento.” Una bioeconomía sostenible contribuye a la modernización y el fortalecimiento de la base industrial, a través de la creación de nuevas cadenas de valor y unos procesos industriales más ecológicos y rentables; es el segmento renovable de la economía circular, que puede transformar los biorresiduos, residuos y descartes en recursos valiosos y generar innovaciones e incentivos para ayudar a los minoristas y a los consumidores a reducir el desperdicio de alimentos; y fomenta ecosistemas saludables, contribuyendo a la restauración de los mismos.

Compartimos una visión conjunta del futuro de la agricultura, de la ganadería, de nuestros bosques, hacia la búsqueda de la sostenibilidad y del aseguramiento alimentario, por un lado y, por otro lado, de la calidad y de la seguridad alimentaria. En este sentido, nos encontramos con dos realidades: zonas que necesitan de un abastecimiento alimentario, es decir, personas a las que les tenemos que asegurar esa alimentación, pero también una sociedad con mayores exigencias de calidad y seguridad alimentaria, y que es más sensible a los factores sociales, medioambientales, de desperdicio alimentario o de bienestar animal. Sobre estas realidades debemos seguir trabajando conjuntamente, para lo cual, la Bioeconomía se configura como una estrategia capaz de paliar parte de las preocupaciones presentes.

La Bioeconomía tiene que ser una cuestión de conciencia social, no solamente en aspectos de políticas y de actividad investigadora e innovadora, sino que debe incluir su contenido en líneas de formación y educación para que sus objetivos y planteamientos calen en productores, operadores económicos y consumidores. Es algo que sin duda está evolucionando y es que, los ciudadanos, como consumidores, están exigiendo un mayor compromiso medioambiental de la cadena de producción de alimentos, que incluyan

aspectos de sostenibilidad, reciclado de materiales, reducción de la huella de carbono y el compromiso del sector hacia el mantenimiento sostenible de nuestro mundo, siguiendo el lema del VII Programa Mundial de Acción Medio Ambiental “vivir bien dentro de los límites de nuestro planeta”.

Es fundamental que los ecosistemas de innovación, donde administraciones, universidades, sector privado y sociedad se den la mano, se hablen, compartan conocimiento y planteen las necesidades que tienen y entre todos seamos capaces de darle respuesta a esas necesidades y resolver los grandes retos que tenemos por delante en ese aseguramiento de alimentación y en esa mejora de la calidad y de la producción sostenible.

Favorecer la agregación entre instituciones, la internacionalización y la interconexión entre agentes son principios fundacionales del campus y con base a esos principios y tras un intenso trabajo de diseño, dinamización y puesta en común de ideas surge esta revista, donde ceiA3, que actúa como un catalizador para reflexionar sobre las políticas en materia de Bioeconomía, recoger las necesidades del sector agroalimentario y promover su vínculo con la comunidad científica y divulgar las soluciones innovadoras, y los casos de éxito al tejido del conocimiento el sector y la sociedad. Todo ello alineado con su estrategia de Bioeconomía y contando con la especial participación del IICA y un prestigioso elenco de expertos en la materia y pretende ser una vía más de concienciación y transferencia de su ámbito a la sociedad.

Tras este primer número, que lanzamos con gran ilusión, auguro una enorme participación en la revista y grandes logros asociados a la misma.

Reciban un cordial saludo.

José Carlos Gómez Villamandos - Presidente del ceiA3





C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

EDITORIAL

José Carlos Gómez Villamandos
President, ceiA3



Dear readers of C3-BIOECONOMY: Circular and Sustainable Bioeconomy:

As president of the ceiA3, I am pleased to welcome you to this first issue of the journal, an international publication centering on innovation related to the Circular and Sustainable Bioeconomy, published annually, and more specifically focused on the agri-food and forestry spheres. The journal aspires to a multisectoral scope, thus accepting works from all sectors in the innovative system, especially business and academia, exploring innovations in food, agriculture and forestry, in addition to bioproducts and bioprocesses related to the agri-food and forestry sectors.

The Bioeconomy encompasses every sector, along with systems based on biological resources, their functions and principles, including agriculture, forestry, fisheries, food and bio-industries, constituting a key force to generate growth in rural and coastal areas. The Bioeconomy Strategy for Europe addresses the production of renewable biological resources and their conversion into essential products and bioenergy.

Since its updating in 2018, the Bioeconomy Strategy has focused on accelerating the deployment of a sustainable European bioeconomy in order to maximize its contribution to the 2030 Agenda and its Sustainable Development Goals (SDGs), as well as to the Paris Agreement: "The Bioeconomy



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa



Junta de Andalucía





must be circular, in such a way that biological resources are kept for as long as possible in the production chain, in order to ensure that no resources go unused." A sustainable bioeconomy contributes to the modernization and strengthening of the industrial base through the creation of new value chains and greener and more cost-effective industrial processes. It constitutes the renewable segment of the Circular Economy, able to transform bio-waste, waste and disposables into valuable resources. At the same time it gives rise to innovations and incentives to help retailers and consumers reduce food waste, promoting healthy ecosystems and contributing to their restoration.

We share a joint vision of the future of agriculture, livestock, and our forests, based on a quest for sustainability and food security, quality and safety. In this regard we are faced with two realities: areas and people that require a secure food supply, but also a society characterised by greater demands in terms of food quality and safety, and one that is more sensitive to social, environmental, food waste and animal welfare factors. We must continue working together to tackle these realities, and in this effort the Bioeconomy constitutes a strategy capable of addressing a portion of current concerns.

The Bioeconomy must be a question of social conscience, entailing policies furthering innovative research and activity, but also integrating its content into lines of training and education so that its objectives and approaches affect producers, economic operators and consumers. This is something on which progress is definitely being made, as consumers are demanding a greater environmental commitment from the food production chain, which includes aspects of sustainability, the recycling of materials, reduced carbon footprints, and a commitment by the sector to the sustainable maintenance of our world, in accordance with the motto of the VII World Environmental Action Program "Living well within the limits of our planet".



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

It is essential that innovation ecosystems, in which governments, universities, the private sector and society converge, talk to each other, share knowledge and articulate the needs they have so that, together, we are able to respond to these needs and overcome the great challenges that we have ahead to guarantee food supplies and improve food quality and sustainable production.

Favouring alliances between institutions, internationalization, and interconnections between agents are founding principles of the campus. Based on them, and after hard work on the devising, dynamization and pooling of ideas, this journal arose, in which the ceiA3 functions as a catalyst to reflect on policies in the field of the Bioeconomy, gauge the needs of the agri-food sector, and promote links with the scientific community, sharing innovative solutions and success stories with the knowledge network, the sector, and society, all in accord with its Bioeconomy strategy.

Special participation by the IICA and a prestigious group of experts in the field aims to serve as one more instrument to raise awareness and for transfer between the field and society.

After this first issue, which we release with the greatest enthusiasm, I look forward to and expect great participation in the journal and outstanding achievements associated with it.

Sincerely,

José Carlos Gómez Villamandos President, ceiA3





C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Bioeconomía, estrategias e impacto

Alfredo Aguilar¹

Autor de Correspondencia: alfredo.aguilar@efbiotechnology.org

Resumen:

La bioeconomía tiene quince años de existencia y en esos años se ha extendido por más de cincuenta países y regiones de todo el mundo. Surgió como medio de buscar una alternativa a la economía basada exclusivamente en la explotación del petróleo y de otros recursos fósiles. La bioeconomía se adapta por su naturaleza al clima, desarrollo agrícola, industrial y socioeconómico de un país o región y a su entorno político. En la actualidad, hay un gran consenso a nivel global sobre el hecho de que la bioeconomía ha de ser circular, sostenible, usar materias primas renovables y aceptar los límites ecológicos del planeta. La experiencia de estos años permite reflexionar sobre la forma de incrementar el impacto de la bioeconomía aprendiendo de aquellas experiencias exitosas. En el presente artículo se postulan los siguientes temas: necesidad de una coherencia entre la bioeconomía y las otras políticas; generar un amplio consenso social y político; las estrategias y los planes de acción deben de ser inclusivos y combinar estrategias con acciones concretas. Se avanza asimismo unas consideraciones entre los conceptos de bioeconomía, sostenibilidad y biodiplomacia.

Palabras clave: bioeconomy, sostenibilidad, biodiplomacia, recursos naturales, economía circular

Bioeconomy, strategies and impact

Alfredo Aguilar¹

Abstract:

Bioeconomy has been in existence for fifteen years and in those years, it has spread to more than fifty countries and regions around the world. It emerged as a means of seeking an alternative to an economy based exclusively on the exploitation of oil and other fossil resources. Each specific bioeconomy is adapted by its nature to the climate, agricultural, industrial and socioeconomic development of a country or region and to its political environment. At present, there is a great consensus at a global level that the bioeconomy must be circular, sustainable, use renewable raw materials and accept the ecological limits of the planet. The experience of these years allows us to reflect on how to increase the impact of the bioeconomy by learning from those successful experiences. In this article the following themes are proposed: need for coherence between the bioeconomy and other policies; generate a broad social and political consensus; strategies and



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa



Junta de Andalucía





action plans must be inclusive and combine strategies with concrete actions. It also advances some considerations between the concepts of bioeconomy, sustainability and biodiplomacy.

Key Words: Bioeconomy, sustainability, biodiplomacy, natural resources, circular economy

¹ Working Group Bioeconomy, ESAB, European Society for Applied Biocatalysis, Frankfurt Am Main, Alemania; Ex – Jefe de Unidad Biotecnologías, (Comisión Europea), Bruselas (Bélgica), alfredo.aguilar@efbiotechnology.org.

1. RAZONES PARA UNA BIOECONOMÍA

Las razones que movieron a las dos grandes regiones del planeta, la Unión Europea (UE) y los EE. UU., en la primera década del siglo XXI, a desarrollar iniciativas a favor de una bioeconomía fueron diferentes, y en consecuencia sus objetivos, estrategias e iniciativas también lo fueron. La UE imprimió al concepto de bioeconomía, una sólida base científica y técnica, con objeto de desarrollar los conocimientos científicos para hacer un planeta más “verde” y menos dependiente del petróleo. Así, el concepto de Bioeconomía basada en el conocimiento o KBBE, por sus siglas en inglés fue desarrollado en 2005 por la Comisión Europea y dos años más tarde por Alemania que ocupaba en aquellos momentos la presidencia de la UE. Ése fue el primer paso decisivo para definir un marco de actuación y procurar que otras políticas como la agrícola, industrial o de medio ambiente, entre otras convergieran hacia el nuevo concepto de bioeconomía. Unos años más tarde, en 2012 la UE adoptó la Estrategia en Bioeconomía (European Commission, 2012). Es importante señalar aquí, que ninguno de estos documentos surgió de la nada o de la improvisación. Hubieron de pasar diez años entre la adopción de una estrategia europea sobre Biotecnología (European Commission, 2002) y la estrategia en bioeconomía y treinta años desde el primer programa europeo de biotecnología y la adopción de la Estrategia de Bioeconomía (Patermann & Aguilar, 2018) (Aguilar et al, 2013). Es importante resaltar este aspecto ya que iniciativas de esta envergadura no solo requieren decisión e iniciativas políticas claras, también necesitan que exista una variedad de instrumentos de gestión, madurez en las

políticas sectoriales y un gran consenso socioeconómico y político. Sin estos prerequisites es muy probable que cualquier iniciativa, por muy loable que sea, esté condenada al fracaso por la dificultad y ausencia de seguimiento o de implementación.

Por su parte, los EE. UU. basaron su estrategia en garantizar en la medida de lo posible el suministro energético en un momento en que las relaciones políticas con varios países exportadores de petróleo pasaban por una tensa situación (National Bioeconomy Blueprint, 2012). Los objetivos principales eran estimular el desarrollo económico basado en la innovación y acercar esas innovaciones al mercado de forma que permitieran a EE. UU. seguir manteniendo el liderazgo en temas de innovación.

En los años posteriores al 2012 más de 50 países de todos los continentes han desarrollado iniciativas o estrategias en relación con la bioeconomía. Este artículo no permite hacer un análisis, siquiera superficial, de todas y cada una de esas iniciativas y estrategias; El lector interesado puede consultar las referencias publicadas por la Oficina del Consejo de Bioeconomía Alemana donde se describe las diferentes iniciativas que existen en la actualidad (Bioeconomy Policies Part I, Part II & Part III). Muchas de estas iniciativas se inspiraron de las estrategias de Alemania, país pionero en Bioeconomía, de la UE y de los EE. UU. Quizá tan sorprendente como el número de estrategias nacionales y muchas más de carácter regional, es la diversidad de estas estrategias. No existe, contrariamente, a lo que algunos adelantaban de una forma demasiado reduccionista, una sola bioeconomía, sino una gran diversidad de bioeconomías adaptadas cada una al clima específico, a la agricultura, al desarrollo socioeconómico y científico-técnico, etc. Sin embargo, es necesario insistir en el hecho fundamental que deben de reunir todas las bioeconomías, que es el desarrollo de un sistema socioeconómico basado en el uso sostenible de los recursos biológicos respetando, además, los límites ecológicos del planeta.



Si la base del conocimiento fue el punto de partida de la bioeconomía de la UE, este abordaje se ha complementado a lo largo de los años con una visión más holística: hacer compatible y sinérgica la bioeconomía con otras políticas comunitarias, a la vez que se busca un apoyo decidido y claro de la sociedad. La bioeconomía necesita para tener éxito, guardar un delicado equilibrio entre el empuje de la ciencia y de la tecnología, apoyado principalmente por el sector público y un tirón del mercado y de la sociedad, estimulado a su vez por los sectores agrícolas, industriales y financieros y dentro de un marco de políticas coherentes. En cada una de estas etapas, la consulta, participación y apoyo de la sociedad en su conjunto en la preparación y toma de decisiones es absolutamente imprescindible. En este sentido, la UE adaptó en 2018 su Estrategia de Bioeconomía del 2012 en la que aspectos como sostenibilidad, economía circular, así como la imperiosa necesidad de conocer los límites ecológicos de la bioeconomía pasaron a formar parte de forma inseparable del concepto de bioeconomía (European Commission, 2018).

En los últimos años ha surgido un amplio movimiento social, principalmente entre los jóvenes de todo el mundo, reclamando a los poderes públicos un uso más racional de los recursos biológicos a la vez que exigen cambiar un sistema productivo desfasado que hipoteca el desarrollo de las generaciones futuras. Hay iniciativas incipientes, tanto de instituciones como de particulares tratando de que iniciáticas tales como el calentamiento global, la seguridad alimentaria, el incremento de población y la preservación del medio ambiente, incluido el de los océanos sean abordados desde una perspectiva global. Así, primarían los intereses de la humanidad en su conjunto sobre los legítimos, pero más limitados de las prioridades nacionales o regionales (Marvik & Philp, 2020) (Aguilar & Patermann, 2020). En este sentido se ha propuesto la biodiplomacia como un nuevo instrumento adicional a los ya existentes para una gestión global y eficaz de los recursos biológicos y de los grandes retos a los

que se enfrenta el planeta, como cambio climático, seguridad alimentaria e incremento de la población humana, entre otros (Aguilar & Patermann, 2020).

Muy recientemente, el IACGB, International Advisory Council on Global Bioeconomy, ha publicado en la última Cumbre Global de Bioeconomía 2020, GBS2020, su cuarto informe en el que hace un análisis crítico muy interesante de la evolución de las políticas e iniciativas en los distintos países del mundo en relación con la bioeconomía, así como su evolución en los últimos años (International Advisory Council on Global Bioeconomy, IACGB, 2020). De particular interés en este contexto es también el Comunicado o declaración final del GBS2020, que orienta sobre las distintas sensibilidades y los desafíos globales a los que se enfrenta la bioeconomía (IACGB, 2020).

Es claro que la bioeconomía está llamada a desarrollar un papel importante en la agenda política y social actual del futuro a corto y medio plazo. Sin embargo, su grado de implicación y de consideración política y social dependerá en gran medida en la forma en la que la bioeconomía, o bioeconomías respondan a la demanda social de abordar y resolver, o al menos mitigar o adaptarse a los retos globales a los que la humanidad se viene enfrentando. Es importante recordar una vez más que la bioeconomía no es una disciplina científica, ni tampoco una tecnología, ni incluso un sector industrial. El concepto de la bioeconomía se genera por la integración de todas estas disciplinas, tecnologías y sectores agrícolas e industriales, integrados en un contexto socioeconómico y con el objetivo político de gestionar un uso de los recursos naturales de forma sostenible y económicamente viable (Aguilar et al, 2019).

2. BIOECONOMÍA Y OTRAS POLÍTICAS

Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de una estrategia sobre bioeconomía es el de asegurar una coherencia con otras políticas e iniciativas, tanto nacionales o regionales, así como el asegurarse el apoyo de los sectores



socioeconómicos. Nunca se insistirá suficientemente en la imperiosa necesidad de implicar a la sociedad en su conjunto en todas y cada una de las etapas, tanto de la preparación, como en su implementación. Siendo la bioeconomía una actividad con vocación de tener un impacto socioeconómico positivo, es preciso que su implementación sea armónica, coherente y sinérgica con el conjunto de las otras políticas ya existentes.

Es de particular importancia garantizar la máxima conexión e interacción con las políticas llamémoslas tradicionales, como la agrícola, industrial, o medioambiental. Bastantes de los beneficios de la bioeconomía, como nuevos puestos de trabajo, nuevas tecnologías, impacto positivo sobre el medio ambiente, entre otras, se formarán en las interfaces de esas políticas con la bioeconomía. Es por tanto crítico el cuidar esas interacciones y promover diálogos, asistencia y atención con vistas a permitir que tanto las políticas tradicionales como la bioeconomía salgan reforzadas de esas interacciones. A continuación, se describen muy sucintamente algunas de las iniciativas de la Unión Europea, con las que ha habido interacciones mutuas positivas entre bioeconomía y otras políticas. Dada la complejidad de las múltiples interacciones, solo se mencionarán aquellas iniciáticas de la UE cercanas a la investigación y a la innovación:

- Food 2030. En esta iniciativa del 2015, la UE prioriza la seguridad alimentaria en Alimentación y Nutrición mediante una producción de alimentos sostenible y saludables y accesibles para toda la población (European Commission, 2015).
- Blue Growth. Esta iniciativa trata de ser una respuesta de la UE a la Agenda de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, y en particular a su objetivo nº 14: "Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos" (European Commission, 2019).
- Bio-Based Products and Processing. Esta iniciativa conjunta de la Unión Europea y de las bioindustrias europeas tiene como objetivo promover y

desarrollar nuevas tecnologías que sirvan para la transformación sostenible de los recursos biológicos renovables (Reglamento (UE) nº 560/2014) (Mengal et al, 2018) (Ruíz Sierra et al, 2020).

- International Bioeconomy Forum. El objetivo de esta iniciativa es asegurarse que la bioeconomía reciba la importancia que merece a escala internacional y en concertación con iniciativas globales en marcha como COP21, los ODS, objetivos de desarrollo sostenibles, economía circular, seguridad alimentaria y al mismo tiempo promover investigación e innovación a nivel internacional para contribuir a los objetivos políticos de la bioeconomía (European Commission, 2020).

Recientemente, las autoridades de la UE han adoptado la iniciativa del Pacto Verde Europeo. El ambicioso Pacto Verde, de un gran calado político, pretende que Europa se esfuerce y consiga de cara al año 2050 ser el primer continente climáticamente neutro. El Pacto Verde conlleva una hoja de ruta para dotar a la UE de una economía sostenible y próspera. La realización de este objetivo exigirá la transformación de los retos climáticos y medioambientales en oportunidades en todos los ámbitos de nuestro entorno de forma que se logre una transición justa e integradora para todos (El Pacto Verde Europeo, 2019). El Pacto Verde Europeo establece un plan de acción para impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular, así como restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación ambiental. El Pacto Verde describe igualmente las inversiones necesarias y las herramientas de financiación disponibles y explica cómo garantizar una transición justa e inclusiva. Para alcanzar este ambicioso objetivo, será necesario actuar en todos los sectores de nuestra economía a través de todos y cada uno de los países y regiones de la UE. En particular, mediante la inversión en tecnologías respetuosas con el medio ambiente; en el apoyo a la industria innovadora; en el desarrollo y despliegue de sistemas de transporte público y privado más limpios, más baratos y sanos para los usuarios, los seres vivos y el



medioambiente; contribuyendo a descarbonizar el sector de la energía y garantizar que los edificios sean más eficientes desde el punto de vista energético. Por último, la UE desea tomar el liderazgo a nivel internacional para colaborar con otros socios regionales e internacionales para mejorar las normas medioambientales mundiales.

La UE también proporcionará apoyo financiero y asistencia técnica para ayudar a las personas, las empresas y las regiones más afectadas por la transición hacia la economía verde. Esto se denomina el Mecanismo para una Transición Justa. Ayudará a movilizar al menos 100.000 millones de euros durante el período 2021-2027 en las regiones más afectadas.

El Pacto Verde Europeo tiene bastantes elementos convergentes con la Estrategia Europea de la Bioeconomía, aunque esas sinergias no se hayan evidenciado en los documentos iniciales del Pacto Verde. Es de esperar que los desarrollos ulteriores de las actuaciones y programas del Pacto Verde, así como de la Estrategia Europea de Bioeconomía pongan en evidencia de una forma más visible una mayor sinergia y convergencia en sus acciones.

Más allá de la UE, representantes de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE y de Noruega, han señalado la absoluta necesidad de integrar el concepto de bioeconomía en una perspectiva más amplia relativa a una estrategia renovable del ciclo del carbono que integre la producción de biomasa con el ciclo industrial del carbono (11). Esta línea de pensamiento coincide con la postulada previamente por Aguilar y Paternmann (2020), en la que señalan la urgente necesidad de abordar de una forma global los grandes retos o desafíos que tiene la humanidad en este momento y que de no hacer nada, se agravarán irreversiblemente. Estos autores postulan que no es posible abordar de una forma sectorial o parcelada los grandes retos del planeta, y que como se ha mencionado anteriormente son bien conocidos: cambio climático, seguridad alimentaria, incremento de la población humana, entre otros. Cada uno de estos desafíos tiene innumerables consecuencias en

distintas áreas y sectores de nuestra vida. Además, los desafíos a los que nos enfrentamos están íntimamente ligados entre sí. Es utópico pensar que el único efecto del cambio climático sea el calentamiento global y que, luchando contra el calentamiento global desde una óptica reduccionista, se resolverá el problema. El cambio climático tendrá, de hecho, está teniendo ya efectos devastadores en la agricultura en determinados países, en la transmisión de zoonosis y otras enfermedades y en consecuencia provocará migraciones y desplazamientos de poblaciones humanas de dimensiones y consecuencias insospechadas, incluso en términos de seguridad y conflictos armados. Se requiere, por tanto, un abordaje holístico, guiado por Naciones Unidas y apoyado por las regiones y países comprometidos con estas políticas sostenibles de manera que sirva de estímulo y revulsivo de forma que otros países se incorporen a este esfuerzo colectivo. Para que este proceso tenga éxito es necesario reemplazar, al menos para la gestión de los recursos biológicos del planeta, la diplomacia clásica de los países, en el que prima el interés nacional frente al colectivo, por una biodiplomacia donde primen los intereses globales de la humanidad. Nuestra supervivencia como especie, al menos en la forma en que la conocemos actualmente, dependerá de la forma en que los líderes políticos tomen conciencia de la dimensión de los problemas a los que nos enfrentamos la humanidad como especie, y amplíen su horizonte y su campo de visión política. Los lectores interesados pueden consultar en la referencia nº 12, un desarrollo más elaborado de las interacciones entre bioeconomía, biodiplomacia y los desafíos globales del planeta relacionados con la biosfera.

El Club de Roma ha publicado recientemente un estudio, complementario al anterior en el que se aborda en profundidad las consecuencias catastróficas que conllevaría la continuación de los modelos económicos de la actualidad, insostenibles y depredatorios con el medio ambiente y con los límites ecológicos del planeta (Ulrich Von Weizsäcker & Wijkman, 2018). Dicha obra analiza igualmente alguna de las nuevas teorías económicas que se han venido



desarrollando en los últimos decenios que promueven un desarrollo económico y una explotación de los recursos biológicos sostenible que garantice los recursos existentes para las generaciones futuras.

El concepto de bioeconomía ha evolucionado enormemente desde su aparición hace quince años. En 2009 la OCDE dio a la bioeconomía una definición bastante restrictiva: "La bioeconomía se ocupa de las actividades económicas relativas a la invención, desarrollo producción y uso de productos y procesos biológicos" (The Bioeconomy to 2030, 2009). Es decir, la bioeconomía sería una economía como las demás, pero basada en productos de origen biológico. La UE en su estrategia Europea de la Bioeconomía de 2012 ya mencionaba que, "La bioeconomía se ocupa de aquellas partes de la economía que usan recursos biológicos renovables procedentes de la tierra y del mar, - tales como cultivos, bosques, peces, animales y microorganismos – para producir alimentos, materiales y energía." (European Commission, 2012). En este caso se introducía el concepto de recursos renovables. Por su parte, la Cumbre Global de Bioeconomía de 2015 o GBS por sus siglas en inglés, introdujo en la definición de bioeconomía el concepto de sostenibilidad: "La bioeconomía consiste en la producción y utilización de recursos biológicos basados en el conocimiento, procesos y principios biológicos innovadores para proporcionar bienes y servicios de manera sostenible en todos los sectores económicos" (Communiqué Global Bioeconomy Summit, 2015). Pero no es finalmente hasta 2018, cuando la UE, en su revisión de la Estrategia de Bioeconomía, que los conceptos de sostenibilidad, economía circular, y sobre todo la necesidad de conocer y comprender los límites ecológicos de la bioeconomía, entran a formar parte integral del concepto de la bioeconomía (European Commission, 2018).

3. IMPACTO DE LA BIOECONOMÍA: LECCIONES PARA EL FUTURO

Hasta muy recientemente la bioeconomía, o mejor, las distintas estrategias de las bioeconomías se han venido construyendo de forma "top down" o de

arriba abajo. Generalmente, desde círculos políticos, basados en los sectores técnicos y científicos y basadas en el conocimiento científico y tecnológico de los seres vivos. Estos abordajes han servido durante algo más de una década para construir el andamiaje de las acciones a desarrollar para poner en práctica las bioeconomías. Dado el alto nivel de especialización de algunos contenidos de la bioeconomía, estos abordajes han sido, posiblemente y a pesar de algunas críticas, los únicos posibles en las circunstancias en que se desarrollaron dichas estrategias. Es necesario reconocer que un buen número de esas estrategias han sido muy exitosas y continúan desarrollando acciones y proyectos concretos con impacto visible para la sociedad y el tejido socioeconómico. Sin embargo, las estrategias de un buen número de países y regiones que se construyeron sin esos consensos adolecen frecuentemente de un limitado impacto en sus sociedades respectivas.

Un análisis exhaustivo de las causas de las razones por las que un cierto número de estrategias e iniciativas en bioeconomía no se han trasladado a los tejidos sociales y económicos requeriría un análisis bastante más profundo de lo que permite este artículo. No obstante, a continuación, se esbozan brevemente algunas de las razones que podrían haber hecho naufragar la puesta en práctica de, por otro lado, buenas estrategias de bioeconomía.

Necesidad de un amplio consenso social y político. La primera ha sido para algunos líderes e instituciones, el pensar que la elaboración de una estrategia era un fin en sí mismo, y no el principio de un largo proceso que culminaría con la incorporación en la sociedad de buenas prácticas de bioeconomía. Algunas de estas estrategias se han limitado a ser una declaración política de intenciones y les ha faltado el desarrollo de un plan de trabajo y un plan de seguimiento. Frecuentemente, la bioeconomía se ha visto por bastantes líderes como iniciativas de partido, dando lugar a que cambios en el color político del gobierno o de la administración en cuestión, se vete o en el mejor de los casos se ignore cualquier iniciativa en bioeconomía de las administraciones anteriores.



En las estrategias que se han convertido en éxitos de implementación y aceptación social se observa en todas y cada una de las etapas de preparación de estrategias, como de ejecución de los planes de acción, un amplio dialogo con los actores científicos, técnicos, industriales y sociales, así como la búsqueda de consenso con las otras fuerzas políticas. Este proceso alarga, sin duda, la elaboración de la estrategia, pero permite recoger sensibilidades y aspectos específicos importantes para determinados sectores. Permite igualmente, el asumir por la mayoría de la sociedad y sus representantes la corresponsabilidad en la planificación y gestión de las estrategias y sus mecanismos de acción.

Las estrategias y sus planes de acción deben de ser inclusivos. Un factor crítico para una amplia aceptación social es prestar una atención particular para no dejar a ningún sector social fuera de los aspectos positivos o beneficiosos de la bioeconomía. Una estrategia que apoye y beneficie a un determinado sector a costa de otro, o que los posibles beneficios no redunden en el conjunto de los actores sociales tendrá probablemente una vida muy corta. Un ejemplo paradigmático de esto es el desarrollo inicial de los OGM, organismos modificados genéticamente, allá por los años ochenta del siglo pasado en el que los beneficios estaban concebidos casi exclusivamente para los productores de semillas y los agricultores, y en los que la opinión pública no tuvo apenas voz. El resultado es conocido por todos y de esa lección se debería tomar nota de una vez por todas que en los temas en los que interaccionen aspectos científico-técnicos, con un amplio impacto social en sectores muy sensibles tales como alimentación, medio ambiente, salud, etc., es absolutamente imprescindible obtener un amplio consenso social. Este consenso social se basa en varios factores: una información fehaciente y veraz; un dialogo sin líneas rojas en el que intervengan todos los actores y sectores con intereses legítimos en el tema y, por último, generar un proceso de codecisión y co-gobernanza que favorezca la corresponsabilidad en la toma de decisiones.

La evidencia científica y la fiabilidad tecnológica son elementos absolutamente imprescindibles, pero es crítico para una implementación exitosa de una estrategia en bioeconomía generar un clima de confianza entre los distintos actores en el que se comparta un objetivo común.

Combinar estrategias con acciones concretas. La bioeconomía no se desarrolla solamente con la elaboración de ambiciosas estrategias ni tampoco con la ejecución de proyectos descoordinados unos de otros en ausencia de estrategia alguna. Existen, desgraciadamente ejemplos suficientes que demuestran que estrategias concebidas y elaboradas sin un amplio diálogo y consenso social y sin un plan de acción que las acompañen, no llegan a tener apenas impacto. Por otra parte, la ejecución de proyectos y acciones sin una planificación estratégica y un seguimiento de resultados y de impacto, tiene, en general, un efecto movilizador solo temporal mientras duren las acciones y los proyectos. Es necesario, por tanto, combinar indisolublemente estrategias con acciones concretas y que generen resultados visibles. En este sentido es crítico hacer converger conceptos de alto nivel tales como:

- la preservación del capital natural de nuestro planeta, tanto biológico como no biológico;
- conectar economía y ecología;
- mantener las condiciones de sostenibilidad y habitabilidad de la biosfera.

Entre las acciones concretas y verificables se encontrarían:

- acciones muy específicas con impacto concreto y medibles sobre el terreno sobre el que se actúa;
- programas y planes de acción conducentes a la creación de empleo y a la creación de programas y planes conducentes a desarrollar un crecimiento económico sostenible. Todas estas acciones concretas deberían ser evaluadas



por comités independientes. Este apartado se ha desarrollado recientemente en profundidad por Wohlgemuth et al (2021).

4. BIOECONOMÍA, SOSTENIBILIDAD Y BIODIPLOMACIA

Posiblemente la evolución más importante en el desarrollo de bioeconomía en los últimos años ha sido la incorporación del concepto de sostenibilidad en un ecosistema local y encuadrar la bioeconomía dentro de los límites ecológicos del planeta a un nivel más global. Frente a la actitud depredatoria seguida en los dos últimos siglos respecto a la extracción y consumo de los combustibles fósiles, la bioeconomía pone esos dos conceptos claves como marco de su actuación. No es posible hacer, como algunos han intentado, trasladar el modelo económico de la economía derivada de los recursos fósiles y hacer una traslación mecánica a la bioeconomía. En una reciente monografía en la que han colaborado numerosos autores de habla española se desarrollan los conceptos de bioeconomía teniendo como telón de fondo la sostenibilidad, el desarrollo de una bioeconomía circular y su relación con la sociedad en su conjunto (Aguilar et al, 2018).

Por otra parte, la bioeconomía es una actividad que por su naturaleza pivota alrededor de numerosos sectores industriales, agrícolas, científico-técnicos y por supuesto sociales sobre la que no es posible tener una visión reduccionista. En este sentido, la bioeconomía pretende contribuir, con todas sus potencialidades, pero también siendo consciente de sus limitaciones, a las discusiones que tienen lugar en la actualidad a escala global sobre los grandes retos del planeta. Recientemente se ha propuesto el desarrollo de una biodiplomacia que teniendo como base conceptual una bioeconomía circular sostenible, articule y gestione los recursos biológicos del planeta. Esta gestión debería ser radicalmente diferente a la que se ha venido haciendo con los recursos fósiles de forma que se puedan garantizar los recursos biológicos a las generaciones futuras y garantizar la sostenibilidad de nuestro planeta (Aguilar & Patermann, 2020). En este sentido los autores proponen, además, que los

grandes retos del planeta, tales como seguridad alimentaria, incremento de la población, cambio climático, preservación del medio ambiente, entre otros, sean tratados de una forma integrada y gestionada por las Naciones Unidas en base de una biodiplomacia aceptada por un número importante de países.

En resumen, la bioeconomía está destinada a jugar un papel muy importante en nuestras sociedades. Para ello es necesario un cambio en el paradigma productivo y de consumo de recursos de forma que la sostenibilidad presente y futura de los recursos biológicos esté garantizada. Esta actitud nos concierne a todos, científicos, tecnólogos, agricultores, empresarios, entidades financieras y por supuesto al conjunto de la sociedad. De nuestra actitud responsable y decidida, depende el futuro de las generaciones venideras.

REFERENCIAS

- AGUILAR, A., MAGNIEN, M. & THOMAS, D. (2013). Thirty years of European biotechnology programmes: from biomolecular engineering to bioeconomy. *New Biotechnology*, 5, 410-425.
<https://doi.org/10.1016/j.nbt.2012.11.014>.
- AGUILAR, A. & PATERMANN, C. (2020). Biodiplomacy, the new frontier for bioeconomy. *New Biotechnology*, 59, 20-25.
<https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.07.001>.
- AGUILAR, A., RAMÓN, D. & EGEA, F.J. (Eds.) (2018). Bioeconomía y desarrollo sostenible. Cajamar Caja Rural. Recuperado de:
<https://www.publicacionescajamar.es/publicaciones-periodicas/mediterraneo-economico/mediterraneo-economico-31-bioeconomia-y-desarrollo-sostenible>.



AGUILAR, A., TWARDOWSKI, T. & WOLHGEMUTH, R. (2019). Bioeconomy for sustainable development. *Biotechnology Journal*, 14(8), 1800638, 1-11. <https://doi.org/10.1002/biot.201800638>.

Bioeconomy Policy-Synopsis and Analysis of Strategies in the G7. (2015). Berlin, Office of the German policy Council. Recuperado de: https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/04/BOER_Laenderstudie_1_.pdf.

Bioeconomy Policy (Part II). Synopsis of National Strategies around the World. (2015). Berlin, Office of the German policy Council. Recuperado de: https://biooekonomierat.de/fileadmin/international/Bioeconomy-Policy_Part-II.pdf.

Bioeconomy Policy (Part III) Update Report of National Strategies around the World. (2018). Berlin, Office of the German policy Council. Recuperado de: https://biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/GBS_2018_Bioeconomy-Strategies-around-the_World_Part-III.pdf.

Communiqué Global Bioeconomy Summit 2015. Making Bioeconomy work for Sustainable Development. (2015). Global Bioeconomy Summit. Recuperado de: https://gbs2015.com/fileadmin/gbs2015/Downloads/Communique_final_neu.pdf.

El Pacto Verde Europeo. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones. COM/2019/640 final. (2019). Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>.

En route to the Knowledge-Based Bio-Economy in Europe (2007). German Presidency of the European Union. Cologne. Recuperado de: https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/Cologne_Paper.pdf.

European Commission (2002). Life sciences and biotechnology, a strategy for Europe. Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the Council, the Social and Economic Committee and the Committee of the Regions. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/%20LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0027:FIN:EN:PDF>.

European Commission (2012). Innovating for sustainable growth. A bioeconomy for Europe. Recuperado de: https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf.

European Commission. (2018). A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated bioeconomy strategy. Recuperado de: https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf.

European Commission. (2020). World Bioeconomy Forum 2020. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/jrc/en/event/conference/world-bioeconomy-forum-2020>.

European Commission. International ocean governance: an agenda for the future of our oceans. (2019). Recuperado de: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/ocean-governance_en.

European Commission, Food 2030. (2015). Recuperado de: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/bioeconomy/food-2030_es.

International Advisory Council on Global Bioeconomy, IACGB. (2020). Expanding the Sustainable Bioeconomy – Vision and Way Forward. Communiqué of the Global Bioeconomy Summit 2020. Recuperado de: https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020_IACGB-Communique.pdf.



- International Advisory Council on Global Bioeconomy, IACGB. (2020). Global Bioeconomy Policy Report (IV): A decade of bioeconomy policy development around the world. Recuperado de: https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS-2020_Global-Bioeconomy-Policy-Report_IV_web.pdf.
- MARVIK, O.J., PHILP, J. (2020). The systemic challenge of the bioeconomy. A policy framework for transitioning towards a sustainable carbon cycle. EMBO Reports, 21(10), 1-6. <https://doi.org/10.15252/embr.202051478>.
- MENGAL, Ph., WUBBOLTS, M., ZICA, E., RUIZ, A, BRIGITT, D., PIENIA, A. & BLACK, S. (2018). Bio-based Industries Joint Undertaking: The catalyst for sustainable bio-based economic growth in Europe. New Biotechnology, 40 Part A, 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.002>.
- National Bioeconomy Blueprint (2012). The White House. Washington. Recuperado de: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf.
- PATERMANN, C. & AGUILAR, A. (2018). The origins of the bioeconomy in the European Union. New Biotechnology, 40 Part A, 20-24. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.002>.
- Reglamento (UE) n° 560/2014 del Consejo, de 6 de mayo de 2014, por el que se establece la Empresa Común para las Bioindustrias. Diario Oficial de la Unión Europea. L 169/130, 7.6.2014, p. 130–151. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0560&from=ES>.
- RUIZ SIERRA, A., ZICA, E., LANGE, L., LLORENTE RUIZ DE ARZÚA., P., CANALISA, A., MALLORQUÍN ESTEBAN, P., PAIANO., P. & MENGAL, Ph. (2020). The bio-based industries joint undertaking: A high impact initiative that is transforming the bio-based industries in Europe. New Biotechnology, 60, 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.09.003>.

The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda. (2009). OECD. Recuperado de: <https://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/thebioeconomyto2030designinga-policyagenda.htm>.

ULRICH VON WEIZSÄKER, E. & WIJLMAN, A. (2018). Come on! Capitalism, short-termism, population, and the destruction of the planet. Club of Rome. New York, Springer.

WOHLGEMUTH, R., TWARDOWSKI, T. & AGUILAR, A. (2021). Bioeconomy Moving Forward Step by Step – A Global Journey. New Biotechnology, 61, 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.11.006>.





C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

La bioeconomía como herramienta para el crecimiento económico sostenible

Manuel Lainez¹

Autor de Correspondencia: manuel@lainezbtc.com

Resumen:

El desarrollo tecnológico ha permitido diversificar los productos obtenidos en el marco de la bioeconomía, desde los alimentos, los productos forestales, los textiles y la energía, hasta los extractos y compuestos activos y una amplia gama de bioproductos. El nuevo contexto socioeconómico, en el que es imprescindible descarbonizar la economía o promover la economía circular, ha impulsado el desarrollo de la bioeconomía circular, especialmente en el marco del nuevo marco del Green Deal de la Unión Europea. La utilización de las biomásas generadas en España, especialmente las residuales procedentes del ámbito agroalimentario, del forestal, del urbano, tanto de los RSU como de los lodos de depuradora, son una oportunidad para el desarrollo económico. Las tecnologías que se están desarrollando permiten obtener compuestos químicos básicos, combustibles, biopolímeros, o compuestos con distintos tipos de actividad y funcionalidad, que pueden ser las materias primas para una nueva actividad económica. Se analizan los retos y las oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía en España, así como la necesidad de realizar un análisis del ciclo de vida de cualquiera de los productos que se vayan a poner en el mercado, tanto los que vayan al consumidor final como los que se suministren a los sectores industriales. Los sectores industriales tradicionales como el de la energía, el de la gestión de residuos, el textil, el de la construcción, el del envase y embalaje, el de los vehículos a motor o el de la maquinaria y equipos, pueden suponer una oportunidad de negocio para las actividades ligadas a la bioeconomía, a través de la obtención de bioproductos.

Palabras clave: Bioeconomía circular, bioproductos, sectores industriales, Pacto Verde

The bioeconomy as a tool for sustainable economic growth

Manuel Lainez¹

Abstract:

Technological development has made it possible to diversify the products obtained in the framework of the bioeconomy, from food, to forest products, textiles, energy, extracts, active compounds and a wide range of bioproducts. The new socio-economic context, in which it is essential to decarbonize and promote the circular economy, has furthered the development of the circular bioeconomy, especially within the new framework of the European Union Green Deal. The use of biomass generated in Spain, especially residual biomass from the agri-food, forestry and urban spheres, both from MSW and sewage sludge, constitute an opportunity for economic development. The technologies that are being developed make it possible to obtain basic chemical compounds, fuels, biopolymers, and compounds apt for different types of activities and functions, potential raw materials for new economic activity. The challenges and opportunities



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa



Junta de Andalucía



involved in the development of the bioeconomy in Spain are analyzed, as well as the need to carry out an analysis of the life cycle of the products that are going to be placed on the market, both those for end consumers and those supplied to industrial sectors. Traditional industrial sectors, such as energy, waste management, textiles, construction, packaging, motor vehicles, machinery and equipment, can represent opportunities for business for activities linked to the bioeconomy through the generation of bioproducts.

Key Words: Circular bioeconomy, bioproducts, industrial sectors, Green Deal

¹ Director de Lainez Biotrends Consultoria Estratégica, (España), manuel@lainezbtc.com.

1. INTRODUCCIÓN

La bioeconomía engloba al conjunto de todas las actividades económicas relacionadas con la producción, transformación y utilización, directa o indirecta, de recursos de origen biológico. Consiste, según Ronzón *et al* (2020), en producir y transformar biomasa para el suministro de alimentos, piensos, materiales, energía y servicios relacionados con los ciudadanos.

Tradicionalmente englobaba la producción de alimentos, productos forestales, textiles y energía. Sin embargo, con el desarrollo de diferentes tecnologías el número de productos finales derivados han ido creciendo, por la vía de la obtención de extractos o compuestos activos, aplicados a la nutrición y la farmacia, o la transformación en biocompuestos diversos como podrían ser los bioplásticos o los biocombustibles.

La bioeconomía es una actividad importante en la Unión Europea y en España. De acuerdo con el Knowledge Bioeconomy Center (KBC, 2020), perteneciente al JRC, en 2017 empleó a alrededor de 17,5 millones de personas y generó aproximadamente 614.000 millones de euros de valor añadido. Esto representa alrededor del 8,9% de la población activa de la UE-27 y genera el 4,7% del PIB de la UE-27. En España, de acuerdo con la misma fuente, generó en 2017 un volumen de ventas de 219 millones de €, que se corresponde con un valor añadido de 65 millones €. Además, dio empleo a 1,42 millones de personas. Por tanto, como país, representamos el 8% del empleo, el 10% de las ventas y el 11% del valor añadido de la bioeconomía comunitaria.

En los últimos meses, en el marco de la arquitectura del Green Deal lanzado por la presidenta de la Comisión Europea, se considera que la bioeconomía circular constituye una pieza importante (Ronzón *et al* 2020). Este nuevo concepto surge de la interacción entre la bioeconomía y la economía circular, destacando como aspectos comunes la mejora del uso de los recursos y la ecoeficiencia, la reducción de la huella de carbono, la reducción de la demanda de carbono fósil, y la valorización de los residuos (Carrol y Dammer, 2018). No obstante, como recogen en su trabajo, la economía circular no está completa sin la bioeconomía y viceversa.

El Pacto Verde europeo se identifica por la Comisión Europea como la ruta para dotar a la UE de una economía sostenible, entendiendo que la realización de ese objetivo transformará los retos climáticos y medioambientales en oportunidades en todos los ámbitos políticos y que logremos una transición justa e integradora para todos (EU, 2020). En este artículo trataremos de demostrar por qué la bioeconomía está en el centro de esas nuevas políticas.

2. EL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO GLOBAL Y EUROPEO

2.1. Cambio climático

A lo largo del siglo XX y en las dos últimas décadas estamos observando un incremento continuado de las temperaturas medias mundiales. Los años 2015 a 2018 han sido los cuatro años con temperaturas medias más elevadas desde que se dispone de registros y se hace una medición de estos. La temperatura media global anual es hoy (UE, 2019) 0,85°C más elevada que a finales del siglo XIX. Este hecho ya se analizó a principios de este siglo por Crowle (2000), concluyendo que el calentamiento durante el siglo pasado no tiene precedentes, y que solo alrededor del 25% del incremento podía ser atribuido a la variabilidad natural, mientras que el resto, la mayoría, se debía a los aumentos en los gases de efecto invernadero.

Cramer *et al* (2018) han puesto en evidencia que en la ribera del mediterráneo la previsión, aceptada globalmente, de que el calentamiento a mediados de siglo puede provocar que la temperatura se eleve 2 °C por encima de los niveles preindustriales, puede ser superada con muchas probabilidades. Este aumento de temperatura vendrá acompañado por fenómenos meteorológicos extremos como periodos más largos de sequías, concentración de la pluviometría e inundaciones, etc. Todas estas circunstancias tendrán un efecto devastador sobre la naturaleza y provocará cambios irreversibles en muchos ecosistemas, con la consiguiente pérdida de biodiversidad. También se traducirá en enormes costes para nuestra economía y mermará la capacidad de los países de producir alimentos.

2.2 Economía circular

El desarrollo económico mundial a lo largo de todo el siglo XX se ha producido en paralelo a una demanda creciente e ininterrumpida de recursos naturales: materiales de construcción, biomásas, combustibles de origen fósil y minerales de todo tipo, incluidos los industriales. Esa demanda acumulada ha iniciado un crecimiento superior al habitual, especialmente con el desarrollo económico de China, Brasil, México, etc. (Krausmann *et al*, 2009). Estos autores concluían con la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso de las materias primas, desacoplando el crecimiento económico del consumo de materiales y de energía.

En caso de no abordarse alguna estrategia descarbonización, y de control de empleo de los recursos, los autores anteriores preveían un descenso alarmante de la biodiversidad y la naturaleza y, en el corto plazo, de algunos recursos como tierra, agua dulce, pesca, petróleo y gas de origen fósil, metales preciosos y de uso industrial, etc. Este mismo equipo, unos años más tarde, (Krausmann *et al*, 2017) concluyen que, para reducir la demanda futura de materiales y energía, y las emisiones de gases de efecto invernadero, será necesario desvincular los servicios de las existencias y los flujos de materiales

mediante, por ejemplo, una utilización más intensiva de los recursos disponibles, una vida útil más prolongada y un diseño más eficiente.

De forma paralela a estos trabajos científicos, la Fundación Ellen Mc Arthur para la economía circular publicaba, en 2012, su documento "Hacia la economía circular" que se introducía con el siguiente texto: "ante los fuertes aumentos de la volatilidad en la economía mundial y los signos de agotamiento de los recursos, la justificación para un nuevo modelo económico es cada vez más fuerte. Muchos argumentan que es el momento adecuado para llevar este concepto de "economía circular" un paso más allá".

En estos años nuestra sociedad está avanzado desde una economía lineal, en la que extraemos materias primas para incorporarlas en los procesos productivos, obteniendo unos productos que van al mercado, de cuyos residuos nos deshacemos tras su utilización, a una economía del reciclado en la que tratamos de reutilizar una parte de los residuos de la cadena de producción y utilización, a una economía circular (Figura 1).

La transición de la economía lineal a la economía circular requiere reducir progresivamente la de recursos naturales e incrementar la utilización de recursos renovables. Comporta un enfoque diferente en cada una de las fases del proceso productivo y de vida útil de los productos. A continuación, resumimos algunos de los puntos esenciales (COM, 2020, 98 final):

- Obtención de materias primas: debe priorizarse la obtención de materias primas secundarias, es decir, aquellas que se obtienen a través de la recuperación de materiales y materias primas de los residuos generados en los procesos productivos
- Ecodiseño: es el diseño del producto desde su origen debe estar pensado para:
 - maximizar su vida útil a través de la reparación y reutilización de productos que ya están siendo utilizados

- facilitar la recuperación de materiales y materias primas una vez finalizada la vida útil del producto
- Producción: utilizando materias primas secundarias y minimizando tanto la de residuos como el consumo de materias primas
- Uso (vida útil): debe buscarse la máxima durabilidad del producto, facilitando su reparación y mantenimiento y su reutilización
- Tratamiento de los residuos: de enfocado a su reciclaje, facilitando su transformación en materiales y materias primas secundarias que originen un nuevo proceso productivo.

Figura 1. Diagrama de la economía circular. Fuente: UE.



2.3 Políticas europeas y españolas

La Unión Europea, en el marco de su política de residuos, decidió modificar su estrategia de gestión, pasando de unas medidas basadas en la eliminación de los residuos y la valorización, a través del reciclado, a otra basada en prevenir la generación y en la preparación para su reutilización y reciclado. A finales de 2015 la Comisión Europea lanzó el Paquete de Economía Circular.

Buena parte de las 54 medidas de este paquete focalizaban la atención en cinco sectores de la economía: los plásticos, el sector agroalimentario, las materias primas críticas, el sector de la construcción y la demolición y el sector de la biomasa y los productos de base biológica. En cada uno de estos sectores se establecen unos objetivos generales, por fechas concretas, en los que obliga

a los países a adoptar medidas concretas de recogida selectiva de residuos (urbanos, biológicos, textiles) y de cantidades recicladas (papel, cartón, vidrio, plásticos, etc).

La Unión Europea ha estado comprometida con los esfuerzos internacionales para enfrentar el cambio climático. A nivel europeo, se puso en marcha un paquete integral de medidas políticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través del Programa Europeo de Cambio Climático (ECCP). En diciembre de 2019 la nueva Comisión Europea lanzó el Green Deal, como estrategia para responder a los retos climáticos y ambientales globales, para promover el crecimiento en una sociedad moderna, próspera, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, climáticamente neutral en 2050 (COM 2019). Propone un conjunto de políticas transformadoras:

- Neutralidad climática en 2050, cuyo objetivo es reducir las emisiones entre 50 – 55% para 2030.
- Energía limpia, accesible y segura, promoviendo descarbonizar el sistema energético.
- Economía limpia y circular, basada en una nueva estrategia industrial orientada a desarrollar una actividad de bajas emisiones y con productos y servicios sostenibles, climáticamente neutros y circulares.
- Construcción y renovación y movilidad sostenible e inteligente.
- En el sistema sanitario se buscará la transición hacia la economía circular con sistemas de producción más eficientes, mejor almacenamiento y envasado, consumo saludable, reducción de las pérdidas y el desperdicio alimentario, transformación y transporte agrícola más sostenible y ciudadanos mejor informados.
- Preservar y restaurar los ecosistemas y el capital natural, basado en una nueva estrategia de biodiversidad, así como reducir la contaminación.

La economía circular se ha vuelto a impulsar en la Unión europea, específicamente, reformulando el paquete de economía circular (EIB, 2020).

En España en junio de 2020 se adoptó la Estrategia Española de Economía Circular. Además, en los meses de junio y julio pasados se han presentado dos anteproyectos de Ley de Residuos y de Ley de Cambio climático. En el primer caso, al hablar de los biorresiduos, se establece la obligatoriedad de recogida separada para los municipios a partir de 2023. En el caso de los plásticos se prevé la prohibición de los de un solo uso a partir del 3 julio de 2021. El resto de los plásticos de un solo uso se deben reducir en un 50% en 2026 y un 70% en 2030. En el segundo se proponen fechas y objetivos de reducción, similares a los europeos.

Todas estas políticas nos llevan a un escenario, a corto plazo, en el que va a ser necesario buscar el aprovechamiento integral de los recursos de origen biológico. Lo que hasta ahora eran subproductos o residuos deben valorizarse y transformarse en nuevos productos que vayan al mercado. De esta manera conseguimos tres objetivos de manera simultánea: mejoramos la eficiencia en los procesos productivos; alargamos la vida económica de los recursos naturales y reducimos la huella de carbono de todos los productos. Además, estamos promoviendo la sinergia industrial, generando nuevas cadenas de valor en la economía.

3. LAS OPORTUNIDADES DE TRANSFORMACIÓN DE LA BIOMASA

El lanzamiento de la estrategia europea de bioeconomía en 2012 desencadenó un conjunto de trabajos para cuantificar las posibilidades de esta nueva área del conocimiento y la economía. Para ello era imprescindible, como indicaban M' Barek *et al* (2014), generar un procedimiento y unas bases de datos que permitieran cuantificar la disponibilidad de biomásas en Europa. De hecho, este grupo del JRC publicaron el procedimiento de trabajo y el flujo de las biomásas en Europa (Gurria *et al*, 2017). Diferenciaban tres grandes grupos de residuos según su origen: biomasa agraria, pesquera y forestal.

En un trabajo posterior, del mismo grupo (Camia *et al*, 2018) señalaban que la agricultura genera 956 Mt de biomasa, de las que el 46% era residual. Una parte de ella puede tener un valor económico (por ejemplo, cuando se utilizan

para el lecho de animales o para la producción de bioenergía), aunque comentan que también es importante como proveedor de servicios ecosistémicos, al mantener los niveles de carbono orgánico en el suelo o prevenir su erosión. En el ámbito forestal recogen que el 32% de la biomasa leñosa aérea total corresponde a ramas, tocones y copas en conjunto, denominadas otros componentes de la madera y que representan en torno a 95 Mt anuales. Otro ámbito descrito es la producción total de macro y microalgas fue de 0,23 Mt de masa húmeda en 2015 (que corresponde aproximadamente a 0,027 Mt de peso seco).

Thorenz *et al* (2018) realizaron una aproximación utilizando fuentes similares, cuantificando en 107 Mt los residuos agrícolas en Europa. Sus resultados identifican a la paja de trigo como la fuente más prometedora en el sector agrícola, seguida del rastrojo de maíz, la paja de cebada y la paja de colza, que contienen una concentración total de lignocelulosa de más del 80% de materia seca. En el sector forestal, la corteza de residuos de dos especies de coníferas, el abeto y el pino, es la fuente más prometedora, con aproximadamente un 70% de lignocelulosa. También estimaron que solo un 8% de los residuos totales se estaban explotando.

Son más abundantes los trabajos que cuantifican las biomásas que pueden ser utilizada para su conversión en bioenergía que incorporan otros productos como los residuos sólidos urbanos o los lodos de depuradora. Algunos trabajos (Scarlat *et al.*, 2018, o las propias publicaciones de la Comisión). El suministro de biomasa para bioenergía (es decir, energía primaria) en la UE alcanzó 140 Mt en 2016. De esta, el 96% fue procedente de la UE y el 4% restante se importó de países no pertenecientes a la UE. La biomasa procedente de la UE se transforma principalmente en energía en el Estado miembro en el que se produce, y solo el 7,2% se convierte en energía en otro Estado Miembro.

Hamelin *et al* (2019) han realizado un trabajo para estimar la producción de biomásas en la UE y ubicarlas geográficamente. Incluyen cuatro grandes actividades generadoras de biomásas: la agricultura (paja, estiércol, residuos

de poda, plantaciones permanentes); la silvicultura (residuos forestales); el manejo de vegetación urbana (residuos de la gestión de áreas verdes urbanas y vegetación de caminos); y el desperdicio de alimentos (desperdicios de procesos alimentarios agroindustriales, incluyendo los residuos municipales biodegradables). En la Figura nº 2 mostramos el resultado

En España podemos utilizar una combinación de trabajos a la hora de cuantificar las biomásas disponibles, entre los que destacamos los de IDAE (2011) y de BIOPLAT-SUSCHEM (2017), así como los datos del INE (2018) a la hora de cuantificar los lodos de depuradora. Dentro de las categorías de biomásas residuales podemos considerar los siguientes grupos:

- Biomasa agrícola residual, consistente en restos de cultivos como paja, tallos, hojas, ensilados, así como restos de podas, que alcanzarían una cifra de 30,5 Mt
- Biomasa forestal, procedente de cultivos forestales (especies principalmente leñosas producidas mediante las actividades de cultivo en terreno forestal, cosecha y, en caso necesario, del procesado de las materias primas recolectadas; también se consideran los cultivos forestales no madereros, como plantas aromáticas o medicinales), de los aprovechamientos forestales (operaciones silvícolas en las masas forestales) o de los residuos forestales (limpieza y en el mantenimiento de las masas forestales y los espacios verdes), se evaluó en 18,7 Mt al año.
- Biomásas procedentes de los residuos de las producciones ganaderas, entre los que encontramos estiércoles y purines, camas para animales o gallinazas. Aunque en la actualidad tienen una demanda importante en el sector agrícola, especialmente los más sólidos, pueden ser destinados a su transformación. En España se cuantifican en 72 Mt al año.
- Biomásas residuales procedentes de la pesca y la acuicultura. No se cuantifican de forma separada en ninguno de los documentos que venimos utilizando como referencia.
- Hay unas biomásas especiales, procedentes de la cadena de valor cárnica, a las que habitualmente se les presta poca atención, por estar sometidas a

una regulación compleja: son los Subproductos de Origen animal con destino distinto a la alimentación humana (SANDACH), que incluyen desde cadáveres de animales de las granjas hasta decomisos de los mataderos hasta subproductos de las industrias cárnicas. El volumen que se produce en nuestro país, y la riqueza en determinados ingredientes (grasas, proteínas, enzimas u hormonas), pueden hacer interesante su consideración. En España se producen al año 350 t de este grupo de subproductos.

- Biomásas residuales de la industria agroalimentaria, en las que se incluyen tanto productos no comestibles, como pieles, cáscaras o partes de pescados descartados, como productos que no llegan al mercado por no reunir los requisitos de higiene o calidad requeridos, como los residuos generados en los procesos productivos necesarios para la obtención de alimentos y bebidas (quesos, grasas, aceites, vino, cerveza, congelados, conservas, etc). en España se estimaba una producción de 83 Mt al año.
- Biomásas residuales de la industria de la madera, del papel y del sector textil, que se estiman, en España, en 6 Mt.
- Fracción fermentable de los residuos sólidos urbanos, que integraría todos los componentes orgánicos, que será obligatorio separar en nuestros municipios en 2023, así como los lodos de depuradora. En su conjunto representan en torno a 26 Mt de productos.
- Los lodos de depuradora representaron en 2018 1,2 Mt de materia seca, que se gestionan mediante el uso agrícola el 87%, la valorización energética el 5,5% y el depósito en vertedero el 7,5%.

Por otra parte, las plataformas tecnológicas describen la potencialidad de la utilización de cultivos susceptibles de ser aprovechados para la obtención de biomasa, que la estiman en 39,4Mt. Los agrupan en herbáceos y leñosos. Los herbáceos se pueden clasificar, según el producto principal que se obtiene de ellos, en:

- Alcohóligenos. Especies utilizadas para la producción de bioetanol a partir de procesos de fermentación alcohólica de azúcares simples. Comprenden tanto a los azucarados como a los amiláceos e insulínicos.

- Lignocelulósicos. Especies herbáceas con alto contenido en lignocelulosa (celulosa, hemicelulosa y lignina) y de alta producción.
- Oleaginosos. Especies de las que se cosechan fracciones ricas en aceites (semillas o frutos), que se destinan a la producción de biodiesel y otros biocarburantes, así como otros productos (por ejemplo, para la fabricación de biopolímeros o la preparación de compuestos para cosmética).

Por otra parte, los cultivos leñosos pueden ser lignocelulósicos (la mayoría) o alcoholígenos.

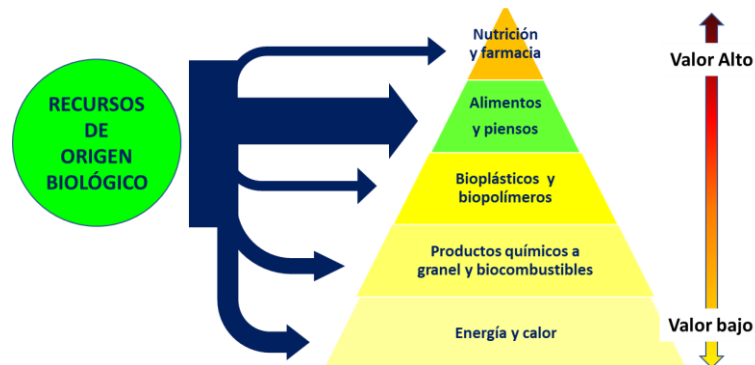
El KBC (2020) ha publicado los flujos de la biomasa que forma parte de la bioeconomía. De acuerdo con esa información, en España se producen anualmente 56.246 Mt de biomasa, que junto con 19.051 Mt importadas y 272 Mt de origen desconocido, generan una disponibilidad de 75.569 Mt. De esta cantidad, 47.237 Mt van al sistema alimentario, 518 Mt a la elaboración de biomateriales y 27.814 Mt se pierden o tienen un destino desconocido. De las procesadas, 4.351 Mt se exportan. Todos estos valores se expresan en forma de materia seca. Es evidente que tenemos una biomasa residual que podría ser valorizada. Para poder tener una visión del futuro debemos profundizar en el grupo de los productos químicos que se están obteniendo en la actualidad a partir de esta materia prima.

4. LAS POSIBILIDADES DE TRANSFORMACIÓN DE LA BIOMASA

El destino de la mayor parte de los recursos biológicos procedentes de la actividad agrícola, ganadera, pesquera extractiva o de la acuicultura es el consumo humano. Directa o indirectamente, tras una preparación, o tras una transformación más o menos intensa, se convierte en alimentos que van al consumidor. No obstante, el destino de todos estos recursos de origen biológico puede ser otros diferentes. En la Figura 2 recogemos una síntesis de las posibilidades de utilización en el marco de la bioeconomía. Es posible extraer diferentes compuestos con un elevado valor añadido, que pueden ir a los sectores de la nutrición especializada o la farmacia. También pueden transformarse en bioplásticos y biopolímeros, o productos químicos a granel, o

biocombustibles. La última opción es transformar esos recursos en energía o calor si no hubiese posibilidades de utilizarlo de otra manera.

Figura 2. Posibilidades de utilización de la biomasa en el marco de la bioeconomía



Tal y como se muestra en la figura, a medida que se va bajando en la pirámide el valor de los productos obtenidos es menor. Por ello, en la utilización de la biomasa se aplica el principio de utilización en cascada, procedente del ámbito de la valorización de los residuos: extraer de la biomasa, en primer lugar, los ingredientes o productos que tengan mayor valor.

La producción de alimentos ha sido la actividad tradicional de la bioeconomía. En el campo alimentario las posibilidades de desarrollo e innovación de este sector son ilimitadas. Las mencionaremos, aunque no entraremos en ellas en esta revisión. Las clasificaremos en función del objetivo que persiguen:

- Responder a la diversidad y diferenciación de la demanda de los consumidores, en diferentes mercados, culturas, valores, conveniencias, experiencias, grupos de edad, necesidades nutricionales o incluso compromisos sociales.
- Responder a los retos sociales en materia de sostenibilidad (circularidad de procesos, huellas ambientales, bioplásticos, ecodiseños, etc), de seguridad

alimentaria (con reducción de alérgenos o toxicidades específicas de determinados grupos, tecnologías como blockchain o presiones y nuevos materiales o aditivos que pueden, a su vez alargar la vida útil), o de nutrición y salud (incorporando funcionalidad en algunos ingredientes, o nuevos ingredientes con funcionalidades adicionales, o reduciendo el empleo de determinados componentes)

- Mantener la relación coste /calidad /servicio que les permite ser un sector dinámico y competitivo en el mercado nacional y en el exterior tienen la oportunidad de trabajar en el ámbito organizativo, en la integración de nuevas tecnologías, tanto clásicas -biotecnología, nanotecnología o ecología- como emergentes – automatización, robótica, sensorica. Inteligencia Artificial-, o en la mejora de la conservación de alimentos, con diferentes combinaciones de temperatura, presión o incorporación de aditivos.

Vamos a centrar más la atención en las posibilidades de transformación de las biomásas en productos diferentes a los alimentos, siguiendo la revisión de. Iffland *et al* (2015). Como señalaban este mismo equipo en otro documento similar (Aeschelmann *et al*, 2017), es posible la obtención de cualquier derivado del petróleo a partir de biomasa, utilizando diferentes rutas metabólicas. En este resumen hemos tenido en consideración también los trabajos de BIOPLAT-SUSCHEM (2017), Pietrowsky *et al* (2018), Parisi *et al* (2018), Villarán *et al* (2018), OCDE (2018), JRC (2019) y Patinha Caldeira *et al*, 2020. Los derivados que podemos obtener los clasificaremos en varios grupos:

- Combustibles:
 - Biometano, o biogás (CH_4) se crea mediante procesos microbianos anaerobios, a partir de diferentes materias primas (carbohidratos, grasas y proteínas).
 - Bioetanol: se obtiene mediante diferentes procesos, materias primas y microorganismos, que pueden utilizar azúcares C5/C6. El etanol también se puede obtener mediante procedimientos anaerobios.

- BTL (Biomasa a líquido) es un combustible sintético que se obtiene mediante un proceso en varias fases que se inicia con una pirólisis.
- Biodiesel: se genera mediante una reacción de transesterificación a partir de diferentes fuentes de triglicéridos de origen vegetal o animal, que incluyen aceite de soja, colza o palma. Es un sustitutivo del diésel derivado del petróleo.
- Aceites combustibles de origen vegetal: determinados aceites vegetales pueden adicionarse directamente en el diésel utilizado por los vehículos de motor. En teoría pueden utilizarse directamente como gasolina.
- Aceites vegetales hidro tratados: es un producto que procede de aceites vegetales hidrogenados, que puede considerarse similar al biodiesel, pero con una vida útil más larga.
- Compuestos químicos básicos (building blocks).
 - Ácido acético: es un compuesto básico para la producción de PVA (polivinil acetato), cuando reacciona con el etileno para formar monómeros de acetato de vinilo. Los procesos para su obtención son variados, aunque suelen basarse en una fermentación acidogénica.
 - Ácido láctico: se produce a través de procesos de fermentación de la biomasa. Es la base para la formación de ácido poliláctico (PLA), que puede reemplazar al poliestireno de origen fósil.
 - Ácido succínico: es un producto intermedio del ciclo de ácido cítrico y un producto final del metabolismo anaeróbico de la glucosa.
 - 1,3-propanediol (PDO): se puede obtener a partir de la fermentación del glicerol o usando la glucosa como materia prima. Se puede utilizar como material base para la elaboración de fibras PTT (tereftalatos de politrimetileno).
 - 1,4-butanediol (BDO): es otro importante químico básico al poder reemplazar al etilenglicol en la obtención del termoplástico polibutileno tereftalato (PBT). Se puede obtener a partir del ácido succínico o mediante fermentación de azúcares con *E. coli*.

- 5. Hidroximetilfurfural (HMF): se produce a partir de la deshidratación de azúcares como la fructosa y glucosa. Es un producto intermedio muy versátil a la hora de sintetizar polímeros, ofreciendo varias posibilidades. Por ejemplo, se puede utilizar para producir ácido furandicarboxílico (FDCA), que, a su vez, se puede emplear para sustituir el PET en botellas, poliamidas, poliuretanos, termoestables y plastificantes.
- Etileno: este monómero se puede obtener por la fermentación de la glucosa produciendo etanol, que después se deshidrata mediante catálisis. También se ha obtenido a partir de la fermentación de materiales lignocelulósicos.
- Monoetilenglicol (MEG): es un compuesto básico para la fabricación de polímeros como el PEF y el PET. También se puede utilizar solo, por ejemplo, para descongelar aviones o como agente de transferencia de calor. Se puede sintetizar a partir de la biomasa por varias vías, por ejemplo, a partir del etileno, vía glucosa y etanol.
- Isopreno: Se pueden usar varias materias primas para formar isopreno de base biológica, por ejemplo, glicerol, CO₂ o glucosa con varios microorganismos. En la industria química se usa como material de partida para obtener goma, pesticidas o neumáticos. Además, junto con el ácido acrílico de base biológica, se puede hacer reaccionar para dar ácido tereftálico, que es uno de los monómeros utilizados en la síntesis de PET.
- Ácido acrílico: Se puede producir a partir de glicerol, como un subproducto de la obtención de biodiésel. Se puede utilizar para formar ácido poliacrílico, que es un componente importante en adhesivos y recubrimientos. Además, puede formar varios copolímeros.
- Ácido 2,5-furandicarboxílico (FDCA): Se puede obtener por oxidación del HMF. Tiene una estructura muy similar al ácido tereftalato, uno de los monómeros usados para la obtención del PET, lo que permite obtener su análogo furano, el PEF.

- Para-xileno (pX): SE obtiene a partir del HMF, provocando su reacción con etileno. Es un building block importante tanto para la producción de poliéster. A su vez, la oxidación del p-xileno da lugar al ácido tereftálico, que es un precursor importante del PET.
- Ácido tereftálico (TPA): se puede obtener a partir de P-xileno, o con ciclo adición de ácido acrílico e isopreno de origen biológico. El TPA es uno de los monómeros utilizados para fabricar, entre otros compuestos, los siguientes polímeros: Poli (tereftalato de trimetileno) (PTT), que se utiliza principalmente en fibras textiles; PBT (= poli (tereftalato de butileno)), un polímero técnico para aplicaciones especiales; PET (tereftalato de polietileno), utilizado en envases como botellas.
- Materiales para la producción de biopolímeros:
 - Polietileno: la polimerización del etileno permite la obtención de polietileno
 - Polibutileno succinato (PBS): Se puede obtener mediante varias técnicas de polimerización a partir de 1,4-butanediol y ácido succínico. Es un poliéster con propiedades mecánicas comparables al polipropileno, pero es biodegradable. Además, tiene posibilidades termoplásticas y puede ser combinado con otros polímeros como PLA, cambiando sus propiedades.
 - Ácido Poliláctico (PLA): Se produce principalmente mediante la formación del dímero de lactida y la posterior polimerización por apertura de anillo. El PLA es un poliéster termoplástico alifático con una amplia gama de aplicaciones (por ejemplo, artículos de servicio de alimentos, fibras tejidas y no tejidas, impresión 3D) y se puede procesar con el equipo estándar de la industria petroquímica.
 - Polihidroxiálcanoatos (PHA): se puede obtener mediante fermentación utilizando gran cantidad de sustratos (glucosa, maltosa o sacarosa, por ejemplo). Es un poliéster, con características

diferenciales en función de la longitud de las cadenas, pudiendo ser termoplástico o elastomérico.

- Poliamidas o nylons: se pueden obtener a partir del aceite de ricino.
- Furanoato de Polietileno (PEF): Utiliza como monómero el 2,5-FDCA e incluso el otro monómero etilenglicol puede ser reemplazado por BDO para crear un nuevo polímero, el PBF. Puede reemplazar el PET en productos como botellas; tienen mayor estabilidad térmica, pero, a la vez, un menor punto de fusión, por lo que puede ser procesado a bajas temperaturas.
- Tereftalato de polietileno (PET), elaborado a partir de los buildings blocks, es un biopolímero bien conocido, por su utilización para la elaboración de botellas y fibras.
- Polímeros obtenidos a partir de celulosa y almidón. La celulosa suministra la estructura a las plantas, por lo que es muy estable, mientras que el almidón es un material de reserva. Ambos están compuestos, básicamente, por glucosa: no obstante, mientras el almidón se rompe fácilmente en glucosa, en el caso de la celulosa y la hemicelulosa hay uniones con ácidos fenólicos y grupos acetilo que lo dificultan, siendo necesaria la intervención de determinadas bacterias y hongos para romper los enlaces dentro de estos materiales. A partir de ahí se pueden obtener:
 - Celulosas puras, que son la base para la producción de fibras (Rayon, Modal, Lyocel) y films (celofán o esponjas)
 - Derivados de celulosas, cuyos éteres se usan como aditivos o viscosantes, o los éteres que pueden ser usados como espumas termoplásticas y composites o materiales compuestos.
 - Polímeros elaborados a partir de almidón.
- Alquil glucósidos, con acción tensioactiva: la reacción de la glucosa con alcoholes de cadena larga. El resultado es un producto con capacidad para formar emulsiones combinando fases oleosas y acuosas.

- Lubrificantes y aceites hidráulicos: los aceites vegetales podrían ser utilizados con ese objetivo.
- Compuestos activos, que pueden ser extraídos para su empleo como ingredientes y aditivos en la industria alimentaria fundamentalmente, aunque también pueden ir a la farmacia o a la agroindustria. La gama de ingredientes con actividad funcional que podemos encontrar es inmensa, por lo que sólo haremos referencia a grandes grupos de productos:
 - Carotenoides, que son los pigmentos de color rojo, amarillo, anaranjado o púrpura de las frutas y los vegetales, que se dividen en carotenos y xantofilas. Tienen aplicaciones en nutrición especializada y farmacia por prevenir la fotosensibilidad, el daño genético y las transformaciones neoplásicas.
 - Compuestos fenólicos y flavonoides: han mostrado una gran variedad de actividades biológicas, como antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias, inmunomoduladora, antiviral, anti proliferativa, anti mutagénica, vasodilatadora o preventiva de enfermedades coronarias y neurodegenerativas.
 - Inulina, con sus efectos prebióticos, mejorando la absorción intestinal de minerales, disminuyendo el riesgo de arterioesclerosis.
 - Glucosinatos, como metabolitos de las brasicáceas, con efecto preventivo en cáncer de colon.
- Derivados de vegetales obtenidos mediante biofermentación de subproductos de origen agrícola, utilizando microorganismos y biocatalizadores (otros microorganismo y enzimas) que dan lugar a un fluido del que se extraen productos purificados. Los productos finales que se pueden obtener son de diversa naturaleza. Haremos referencia a algunos grupos:
 - Enzimas o catalizadores biológicos responsables de diversos procesos metabólicos. Algunos ejemplos de enzimas obtenidas son: amilasa, lignocelulasa, pectinasa, tanasa, proteasa, lipasa o invertasa.

- Ácidos orgánicos, que pueden ser utilizados en distintos sectores (alimentario, farmacéutico, energético, industrial; etc). utilizando algunas especies de hongos o bacterias se han obtenido ácido láctico o ácido cítrico.
- Otros productos. no hemos mencionado otros usos de las biomásas que suelen ser destinos frecuentes, pero que podrían ser mejorados mediante la incorporación de tecnologías de procesado y preservación. Haremos referencia a dos de ellos:
 - Alimentos para animales. En general suele ser un destino habitual de muchas biomásas vegetales. Sin embargo, no se someten a tratamientos de estabilización y conservación, para preservar sus ingredientes.
 - Fertilizantes. Muchas biomásas, tanto vegetales como animales, se destinan a fertilizantes. De nuevo, aparece una oportunidad para transformar estos subproductos en biofertilizantes específicos para determinadas producciones o áreas concretas.

5. LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LAS BIOMASAS

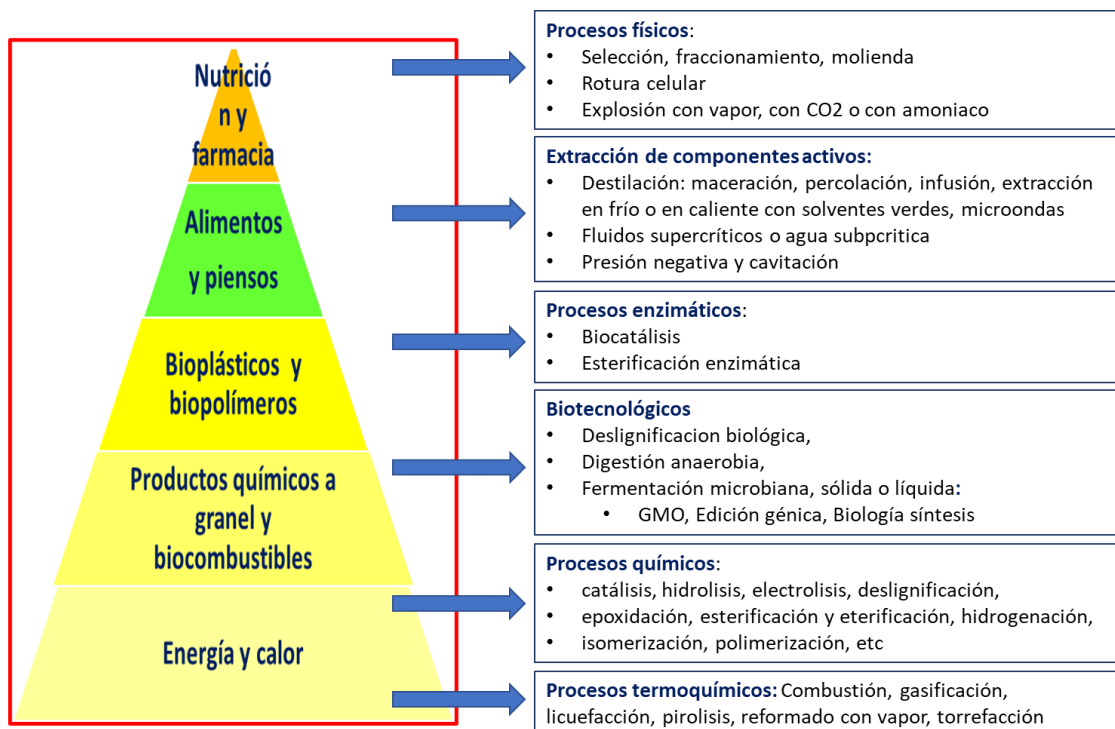
En el apartado anterior hemos comprobado amplia tipología de biomásas que podemos encontrar. Pero, además, dentro de cada tipología dispondremos de productos heterogéneos, tanto en su origen como en su tamaño, contenido en humedad, densidad o uniformidad. A veces, puede contener materiales inertes no aprovechables. Todo ello va a dificultar la recogida, transporte y manipulación. Como consecuencia, el aprovechamiento de todas estas materias primas requerirá de pretratamientos y transformaciones para acondicionarlas y facilitar su valorización. Entre ellos destacan la reducción del tamaño, la reducción de la humedad y la densificación, y la eliminación de componentes no deseados.

En la Figura 3 recogemos un resumen, no exhaustivo, de las tecnologías que pueden ser aplicadas a la valorización de biomásas en el marco de la bioeconomía. Hemos hecho referencia a algunos de los tratamientos físicos iniciales para, a continuación, enumerar los tratamientos de extracción física, los enzimáticos, los biológicos, químicos y termoquímicos. Las fuentes utilizadas para la elaboración de este resumen han sido House of Lords (2014), Villaran *et al* (2018), OECD (2018), BIOPLAT (2017) y Patinha Caldeira *et al* (2020).

Aplicando el principio de utilización en cascada la primera opción a aplicar sería la obtención de bioproductos con algún tipo de funcionalidad. Las posibilidades que se abren son las tradicionales, basadas en la maceración y extracción en frío o en caliente con solventes, en los que es frecuente el uso de solventes verdes, tipo agua o etanol o los denominados Natural Deep Eutectic Solvents. En ocasiones se mejoran los rendimientos con la incorporación de ultrasonidos o microondas. La compresión en frío también se usa en la obtención de aceites.

Para reducir el consumo de solventes, y mejorar la eficiencia de los procesos, implantan otras tecnologías como el uso de fluidos supercríticos, como el dióxido de carbono, la extracción con pulsos eléctricos o el agua subcrítica. Otras opciones disponibles son las presiones negativas de cavitación, que permiten la extracción de polifenoles, alcaloides, polisacáridos o flavonoides. Estas técnicas que son eficientes a nivel de laboratorio pueden tener dificultades económicas cuando se pretenden escalar al ámbito industrial.

Figura 3. Resumen de las tecnologías a utilizar para el desarrollo de la bioeconomía



Otra vía para la obtención de derivados de la biomasa es someter la materia prima a procesos de fermentación microbiana. Sin embargo, con frecuencia, se requiere romper las paredes celulares para facilitar la acción de los microorganismos y mejorar su eficiencia. En este caso se aplican procesos físicos o físico químicos como la presión o la explosión con vapor, CO₂ o amoníaco; por ejemplo, en el caso del vapor se inyecta vapor saturado a alta presión (0,7 a 5 MPa), aumentando la temperatura (160-260 °C) y, tras unos minutos o segundos, se reduce la presión repentinamente y la biomasa sufre una desestructuración acompañada por la degradación de la hemicelulosa y una parte importante de la lignina. La mezcla obtenida se puede someter a un tratamiento de hidrólisis, con exceso de agua en presencia usualmente de un catalizador, mediante el cual se pueden hidrolizar polisacáridos presentes en la biomasa liberando azúcares C5 y C6, junto con sus isómeros y oligómeros.

La siguiente fase es la aplicación de biotecnologías que, a temperaturas y velocidades bajas, y con la acción de microorganismos y/o enzimas específicas degradan el sustrato fermentable de la biomasa. Mediante fermentación pueden transformarse aquellas materias primas que contienen un

gran porcentaje de carbohidratos, bien en forma simple o bien en forma de polímeros de almidón o polisacáridos de celulosa y hemicelulosa. En la fermentación aeróbica, uno de los principales productos obtenidos es el bioetanol, pero, además, es posible producir una gran variedad de productos que son especialmente interesantes en la industria: xilitol, ácido succínico, ácido itacónico, lisina, 1,3-propanodiol, etc. El otro proceso bioquímico, la digestión anaeróbica, ocurre en ausencia de oxígeno y la biomasa se descompone en una suspensión acuosa de productos sólidos y productos gaseosos conocidos como biogás, usado para electricidad o energía térmica. Este proceso de transformación puede aplicarse sobre cualquier tipo de biomasa, especialmente en aquellas con un alto contenido en humedad.

La mejora de la eficiencia en los procesos biotecnológicos pasa, en muchas ocasiones, por la disponibilidad de poblaciones microbianas adaptadas a la fermentación de determinados sustratos, así como por la utilización de enzimas de acción precisa. Por ello, las tecnologías de modificación genética, de edición génica o de biología de síntesis, son esenciales para mejorar los resultados técnicos de los procesos.

En ocasiones las biomásas se someten a un proceso de compostaje para la obtención de un biofertilizante. Consiste en la descomposición aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar. Posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos. Si se avanza en los procesos de degradación de la materia orgánica podemos llegar a obtener un humus, que también se destina a la producción de abono.

En los procesos de fermentación se obtienen los productos primarios: building blocks o biogás. En el primer caso, será necesario aplicar tecnologías bioquímicas para avanzar en la síntesis de bioderivados que tendrán salida en el mercado. Algunas de las reacciones serán las de esterificación, eterificación o transesterificación.

Otra vía de valorización es la utilización de procesos termoquímicos, que implican una descomposición térmica de los componentes de la biomasa y una liberación de energía en forma de calor u obtención de biocombustibles intermedios. Hay dos procesos termoquímicos principales que transforman la biomasa lignocelulósica en energía y productos químicos asociados a las instalaciones de biorrefinerías: la gasificación y la pirólisis. En el primer caso proceso la biomasa es oxidada parcialmente a alta temperatura (habitualmente en el rango de 600-900 °C) transformándose mayoritariamente en una mezcla gaseosa compuesta por CO, CO₂, N₂, CH₄, H₂ y H₂O en distintas proporciones, dependiendo de la tecnología empleada y del agente gasificante. El segundo es una degradación térmica de biomasa en ausencia de oxígeno, en la que se genera gas de síntesis para combustible, bioaceites, carbón activo e hidrocarburos ligeros (principalmente olefinas y parafinas).

6. RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA BIOECONOMÍA

Las limitaciones al desarrollo de proyectos empresariales en el ámbito de la bioeconomía se concretan tres ámbitos: en la logística del aprovisionamiento, en las dificultades tecnológicas y en los costes comparativos de la transformación de los recursos de origen fósil frente a los de origen biológico.

Las necesidades logísticas para la concentración de los subproductos y residuos. Las descripciones de las biomásas realizada nos indica que, salvo en el caso de los residuos sólidos urbanos y en los lodos de depuradora, el resto de las materias primas están dispersas en el territorio. En el caso de los residuos de origen agrícola y ganadero este hecho es especialmente relevante. En todos los casos contamos con recursos que tienen limitada concentración energética y, con frecuencia, elevados porcentajes de humedad. Por todo ello, la logística de la recogida y el transporte hasta un lugar de concentración en el que abordar los procesos de extracción de ingredientes funcionales o transformación en nuevos bioproductos tiene un coste económico que eleva los costes de producción finales.

Las dificultades tecnológicas se concentran en determinadas categorías de biomasas, especialmente las que contienen elevados niveles de lignocelulosa. Los problemas técnicos que rodean la conversión de biomasas lignocelulósicas en bioproductos, han demostrado ser tan insolubles que solo un puñado de estas biorrefinerías se han vuelto comercialmente viables y la mayoría de ellas siguen siendo instalaciones con problemas (OECD, 2018). De acuerdo con esta publicación, alrededor del 40-60% del costo operativo total de una biorrefinería típica está relacionado con las materias primas elegidas. Sin embargo, el costo más significativo de los biocombustibles celulósicos de segunda generación puede ser la conversión de biomasa leñosa en azúcares fermentables.

Este explica por qué el desarrollo de las biorrefinerías de primera generación, que utilizaban como materias primas recursos que se pueden destinar a la alimentación humana (cereales, maíz, caña de azúcar, aceite de soja o aceite de palma) fue muy rápido, mientras que el de las de segunda generación (residuos de cosechas, productos forestales, RSU, etc) está siendo más limitado.

Kircher (2019) ha analizado las oportunidades de la bioeconomía, dedicando un capítulo completo de su trabajo a comparar los costes de la transformación de recursos de origen biológico con los de origen fósil. Indica que la complejidad y los costos de procesamiento son un obstáculo competitivo real. Los combustibles fósiles y los productos químicos básicos se producen simplemente refinando aceite mineral o procesando gas natural (metano). Al mismo tiempo, hay que considerar la eficiencia de los procesos, tanto en términos técnicos como en términos de mano de obra: mientras el carbono de las materias primas fósiles se convierte casi por completo en el producto de destino; en el caso de los procedentes de las biomasas la eficiencia de carbono de estos procesos es menor; además la intensidad del trabajo, en los primeros, es baja en comparación con los segundos.

Para ilustrar sus conclusiones muestra un análisis comparativo del número de pasos necesarios en cada una de las vías de producción de dos productos concretos (etanol y etileno), obtenidos a partir de recursos fósiles o a partir de recursos biológicos. Además, distingue entre las categorías de biomasa utilizadas, según contengan elementos lignocelulósicos o no. La conclusión es que se necesitan más eslabones para obtener los mismos productos, lo que explica tanto la complejidad técnica como la intensidad de la mano de obra y, al final el coste de producción.

Todo ello le permite concluir a Kircher (2019) que la competitividad de todos estos productos dependerá del precio del petróleo y del precio de la biomasa. Por tanto, podemos concluir que con un precio del barril de petróleo bajo será difícil promover el desarrollo de la bioeconomía, si solo se tienen en consideración los aspectos económicos y de mercado.

No obstante lo anterior, hemos de tener en cuenta las oportunidades relacionadas con cada uno de los retos.

- En cuanto a la logística y el aprovisionamiento hemos de recordar las políticas que se van a imponer en España y en la UE en los próximos años, para reducir los residuos generados o para transformarlos y valorizarlos, de manera que, de tener esta consideración para pasar a ser materias primas secundarias, fomentando la sinergia industrial. La presión legal forzará a la utilización de estos recursos.
- En cuanto a las tecnologías hemos de considerar que el conocimiento relacionado con la química del petróleo se ha desarrollado en los últimos 120 años, y ha permitido una innovación sistemática, haciendo posible disponer de una enorme gama de productos que satisfacen nuestras necesidades. La ciencia y la innovación en bioeconomía tiene una historia mucho más corta: en torno a unos 20 años. Por tanto, el desarrollo de una bioeconomía eficiente requiere de una ampliación de los conocimientos y su traslado al mercado a través de la innovación. En la actualidad, en la UE y en España hemos contado y, vamos a seguir

disponiendo, con herramientas para financiar la generación del conocimiento y la innovación. En concreto señalaremos las siguientes:

- La UE ha contado con el 8º Programa Marco de Investigación e Innovación, H2020, que ha contado con un área específica de financiación de la bioeconomía, tanto para generación de conocimiento como para promoción de la innovación. En este marco ha habido una iniciativa de colaboración público-privada (Biobased Industries), centrada en la bioeconomía, que ha financiado 118 proyectos en los últimos 6 años, y que cuenta con un presupuesto de 3.700 M€. En el próximo periodo de programación, en el marco de Horizonte Europa, se anuncia un incremento de la financiación general y el mantenimiento de esta iniciativa público-privada. Para el próximo periodo de programación, la estrategia de la granja a la mesa, que se incluye dentro del Green Deal, hace referencia a la financiación de la bioeconomía como una de las prioridades a tener en consideración.
- El plan Nacional de I+D+I español no recoge programas específicos sectoriales; sin embargo, ha incorporado, hasta ahora, como prioridades, la generación de conocimiento y la innovación en el área de la bioeconomía. Tanto en las convocatorias de la Agencia Estatal de Investigación como en las del CDTI, la bioeconomía se ha consolidado como la segunda área de investigación e innovación a la hora de captar recursos, después de la de salud. En el futuro Plan Nacional es previsible que la bioeconomía siga teniendo un papel importante, a tenor de las prioridades de la UE. Por otra parte, los programas de desarrollo rural han incluido, hasta ahora, la financiación de proyectos que impulsen el desarrollo de la bioeconomía como uno de sus objetivos importantes.

- A nivel CCAA todas las RIS3 han considerado la bioeconomía como estratégica, con un mayor o menor sesgo hacia la producción primaria y la transformación agroalimentaria. Por ello los programas para financiar la innovación con cargo a los fondos de desarrollo regional han estado abiertos a financiar esta área de actividad.
- Los productos biobasados, con un coste de producción superior, tendrán dificultades para competir en un contexto de mercados abiertos. Sin embargo, hemos de tener en consideración una serie de hechos:
 - Las tendencias de la demanda y, especialmente, de la distribución, que está promoviendo su diferenciación en el mercado a través de la oferta de productos con menor impacto en emisiones de GEI.
 - Las políticas europeas, que van a estimular el etiquetado de todo tipo de productos incorporando alegaciones que hagan referencia a la sostenibilidad del proceso productivo, considerando toda la cadena de valor. Las emisiones de GEI y la huella de carbono van a tener un lugar predominante en esas etiquetas y es claro que los productos biobasados tienen menos huella de carbono.
 - Una de las partidas que mayor impacto tiene en el coste de producción de cualquier producto industrial es el de la amortización de la inversión, en la que los costes financieros son especialmente relevantes. La inversión en proyectos para desarrollar la bioeconomía va a ser especialmente priorizados en los próximos años, tanto en el ámbito europeo como a nivel nacional.

7. EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA COMO PRESUPUESTO PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS

La bioeconomía europea se ha construido sobre los principios de la eficiencia y la sostenibilidad (Lainez *et al*, 2018; Lainez y Periago, 2019). Por ello, pretende el máximo aprovechamiento de las biomásas pero, a la vez, considera que el uso de los recursos debe garantizar su disponibilidad para las futuras generaciones. Por otra parte, la bioeconomía surge como alternativa al uso de los recursos fósiles, no renovables, para mitigar las consecuencias del uso sistemático de este tipo de recursos, siendo las más importante el cambio climático. Por tanto, cualquier proyecto de valorización de las biomásas debe venir acompañado de una reducción de los impactos, y especialmente, de la huella de carbono del producto final obtenido, obteniendo ventajas comparativas respecto al mismo producto derivado de materias primas de origen fósil.

Kircher (2019), en su revisión de la bioeconomía muestra ejemplos en los que la huella de carbono de los productos bio es sensiblemente menor que los derivados de origen fósil. No obstante, también demuestra que la obtención de biocombustibles y biopolímeros, en las condiciones consideradas en los ejemplos que utiliza, no se pueden conseguir sin huellas de gases de efecto invernadero (GEI). Las emisiones son generadas sobre todo por la agricultura y el procesamiento. El uso de energías renovables es más efectivo en el procesamiento. Por lo tanto, concluye, que los inversores que confían en procesos y productos bioderivados deben analizar cuidadosamente la fuente de materia prima y la intensidad energética de un proceso en particular y examinar las posibilidades de integración del proceso en sistemas energéticos libres de emisiones.

La utilización de la biomasa para diferentes propósitos es fomentada y respaldada por políticas y estrategias de bioeconomía nacionales y globales, como consecuencia de esa premisa de que la obtención de biodegradados va a generar menos gases de efecto invernadero que sus homólogos de origen fósil. Dado que la bioeconomía puede verse como una solución para estos desafíos globales, también puede tener impactos adversos en el medio ambiente, en términos de degradación de la tierra, pérdida de biodiversidad y

disminución de la capacidad para brindar servicios ecosistémicos, que deben analizarse (Pursula *et al* 2018).

Moldan *et al* (2012) a la hora de describir la sostenibilidad ambiental consideran seis grandes áreas a tener en cuenta dentro de este concepto:

- Sistemas climáticos (que cubren el clima y el cambio climático, el clima, la gestión de riesgos, mitigación y adaptación).
- Asentamientos humanos y hábitats (que cubren ciudades, urbanización y transporte).
- Sistemas de energía (que cubren el uso de energía, la conservación de energía, energías renovables, eficiencia energética y bioenergía).
- Sistemas terrestres (que abarcan ecosistemas naturales y gestionados, silvicultura, sistemas alimentarios, biodiversidad y servicios de los ecosistemas).
- Ciclos de carbono y nitrógeno (cubriendo fuentes y sumideros, retroalimentación procesos y enlaces a otros sistemas).
- Sistemas acuáticos (que abarcan ecosistemas marinos y de agua dulce, pesca, corrientes y biodiversidad).

Desde el punto de vista científico se han hecho muchas aproximaciones para medir la sostenibilidad. Sin embargo, en la actualidad se considera que la manera más objetiva de analizar la sostenibilidad de los procesos productivos es la utilización del análisis de ciclo de vida.

El análisis del ciclo de vida de un producto es una herramienta de caracterización de las huellas ambientales integrales de los productos y los sistemas productivos. Se percibe como una herramienta clave para garantizar una transición hacia patrones de producción y consumo más sostenibles. Tal y como señalan Notarmicola *et al* (2016) y Holden *et al* (2018), el pensamiento del ciclo de vida se utiliza cada vez más para evaluar la sostenibilidad de los sistemas.

Es un enfoque utilizado para evaluar los productos, procesos o servicios en términos de su lugar en el mundo, del ciclo de vida completo que se requiere

para que sirvan a la sociedad y al medio ambiente y las consecuencias sociales y económicas de ese servicio. El método ha sido reconocido como el enfoque líder para incluir la sostenibilidad en la toma de decisiones en los Estados Unidos (NRC, 2014), Europa (JRC, 2012) y en otras partes del mundo. La herramienta cuantitativa utilizada para implementar el pensamiento del ciclo de vida es la evaluación del ciclo de vida (LCA), que está formalizada por la norma internacional (ISO 14040/14044).

El JRC ha estado trabajando para definir unos estándares de aplicación del LCA en diferentes cadenas de valor de la bioeconomía. Los análisis realizados muestran una alta variabilidad en los resultados publicados (Cristóbal *et al*, 2016). Los estudios individuales revisados difieren entre sí con respecto a varios supuestos metodológicos: definición de los límites del sistema, unidad funcional, recuperación de energía, emisiones de carbono y métodos de almacenamiento y asignación. Todas estas diferencias influyen considerablemente en el resultado ambiental y la interpretación general y la comparación de los resultados se vuelven bastante complejos. Además, se ha observado una baja uniformidad en la forma en que se presentan los resultados. Todas estas cuestiones destacan la gran necesidad de armonización y coherencia metodológicas para el LCA de las cadenas de valor de la bioeconomía. Similares conclusiones han obtenido Martin *et al* (2018)

8. EL IMPACTO DE LA BIOECONOMÍA EN DIFERENTES SECTORES

El JRC mantiene actualizados los datos de la importancia de la bioeconomía en la Unión Europea y en cada uno de los Estados Miembros, en su Knowledge Bioeconomy Center. Los últimos datos disponibles corresponden a 2017. En España, la bioeconomía generó en 2017 un volumen de ventas de 219 millones de €, que se corresponde con un valor añadido de 65 millones €. Además, dio empleo a 1,42 millones de personas. Podemos observar que el sector agrario y alimentario en España son muy importantes, tanto en términos de empleo (81%) como en términos de valor añadido en el conjunto de la bioeconomía (78%).

Sorprende que algunos sectores, como el de la electricidad de origen biológico apenas se ha desarrollado en nuestro país.

Los resultados específicos para cada uno de los subsectores que integran la bioeconomía española se presentan en la Tabla 1. Se muestran los porcentajes que representa cada uno de los subsectores, en términos de empleo y de valor añadido, así como el valor añadido por persona ocupada en cada uno de los sectores. La conclusión más evidente que podemos extraer de esta información es que el peso específico de la bioeconomía española sigue estando soportado por los sectores clásicos. Los sectores de los químicos de origen biológico y los bioplásticos se han desarrollado menos, al igual que ha ocurrido con la electricidad de origen bio o los biocombustibles líquidos.

Tabla 1.- Comparación de la población ocupada, el valor añadido y el valor añadido por persona ocupada en los diferentes sectores de la bioeconomía en la España en 2017
(Elaboración propia a partir de KBC, 2020)

| | % Población ocupada | % Valor añadido | Valor añadido/persona ocupada (€) |
|--------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Agricultura | 52,4 | 45,9 | 40.287 |
| Alimentos y bebidas | 28,7 | 32,2 | 51.709 |
| Madera y mueble | 5,7 | 4,1 | 33.487 |
| Papel | 3,2 | 5,2 | 75.317 |
| Textiles Bio | 3,2 | 2,2 | 31.638 |
| Producción forestal | 1,3 | 1,5 | 55.899 |
| Químicos bio y plásticos | 2,6 | 5,7 | 102.415 |
| Pesca y acuicultura | 2,9 | 2,5 | 39.732 |
| Electricidad bio | 0,1 | 0,3 | 100.919 |
| Biocombustibles líquidos | 0,0 | 0,3 | 474.216 |

Pietrowsky *et al* (2018) hacen un análisis de la bioeconomía en Europa. Además de los grandes datos sectoriales, describen la importancia de las diferentes clases de compuestos químicos originados a partir de las biomásas. Con esos datos elaboramos la Tabla 2, en la que incluimos la importancia que

tienen cada uno de esos grupos de químicos, que nos da una orientación sobre los sectores que se van a poder beneficiar de los mismos.

Tabla 2.- Importancia de las clases de productos químicos biobasados producidos en Europa
(elaboración propia a partir de Pietrowski *et al*, 2018)

| Clases de productos | % sobre el total |
|------------------------------------|------------------|
| Productos básicos (building bloks) | 35,1 |
| Fertilizantes | 33,3 |
| Polímeros | 5,4 |
| Detergentes | 5,4 |
| Aceites vegetales | 3,6 |
| Adhesivos | 3,6 |
| Fibras | 3,2 |
| Pinturas | 0,9 |
| Colorantes y pigmentos | 0,5 |
| Agroquímicos | 0,3 |
| Otros químicos biobasados | 8,7 |

El JRC ha realizado un análisis del estado de la situación, tanto tecnológica como de mercado, de productos biobasados centrado en los siguientes grupos: productos químicos básicos, solventes, polímeros para plásticos, pinturas, recubrimientos, tintas y tintes, tensioactivos, cosméticos y productos de cuidado personal, adhesivos, lubricantes, plastificantes (y estabilizadores para caucho y plásticos) y fibras artificiales. A partir de una lista de 350 productos se seleccionaron 50. Se llevó a cabo una evaluación detallada del mercado de los seleccionados, que cubría la producción en la UE, el precio, el volumen de negocios, el consumo, el comercio, el uso de materias primas y los requisitos de tierras agrícolas. Sobre la base del análisis de los 50 productos, se recopiló información de mercado sobre las categorías de productos, que cubría la producción y la cuota de mercado de la UE, la dependencia de las importaciones de la UE, el tamaño futuro del mercado, la inversión privada, la importancia de los Estados miembros y la UE a producción, nivel de madurez y un análisis DAFO. (Spekreijse *et al*, 2019)



Es un documento de interés para consultar tanto una categoría como un producto concreto. En el caso de las categorías se presenta una hoja resumen del conjunto de la información recopilada.

El Boston Consulting Group elaboró en 2018 una Guía de bioeconomía circular para CEOs en la que estiman el impacto de la bioeconomía, a nivel global en 7,7 billones de USD entre 2018 y 2030 (BCG, 2019). Desde su punto de vista genera oportunidades empresariales para:

- Crear nuevos mercados, accediendo a nuevos segmentos de consumidores, desarrollando nuevas cadenas de valor.
- Proporcionar a las empresas un negocio con menor impacto ambiental, atrayendo otro tipo de talento y nuevos consumidores.
- Mitigar los riesgos regulatorios a los que se van a enfrentar las empresas en las áreas del cambio climático y la gestión de residuos, poniendo a las empresas a la vanguardia de la sostenibilidad reclamada por la sociedad.

En este trabajo también se identifican los sectores en los que se prevé un incremento más sustancial de las oportunidades de negocio relacionadas con la bioeconomía. Para cada uno de ellos se estima el crecimiento del mercado ligado a la bioeconomía, en *miles de millones de dólares*, entre 2018 y 2030. También se hace una referencia a los materiales en los que se va a basar ese crecimiento. A continuación, los repasamos:

- Sector de la bioenergía y los biocombustibles. Se prevé que pasará de 150 a 200, con especial atención a la bioenergía sólida incluyendo los pellets de madera obtenidos a partir de subproductos y los biocombustibles líquidos, incluyendo el biodiesel, el biometano, el etanol de origen celulósico y los combustibles renovables "directos".
- Residuos de alimentos, para los que se estima un crecimiento de 2.300 a 2.600, en los que se hace mención a la reutilización de residuos, reciclaje de nutrientes orgánicos y tejidos de seda, satén y viscosa de piel de naranja.

- Sector farmacéutico, en el que se prevé un crecimiento de 250 a 750, concretando algunas áreas como las vacunas a partir de plantas medicinales, los tratamientos frente al cáncer con compuestos sintetizados a partir de sustancias vegetales o la tecnología blockchain asociada a la producción de proteínas como base para tratamientos médicos.
- Sector textil, con un incremento del valor desde los 400 a los 700, en los que se consideran fibras de alta tecnología, fibras obtenidas a partir de biomasas y residuos biológicos, textiles compostables entre los que se menciona el Locel.
- Sector de la construcción y materiales de construcción, en el que se estima un incremento de 350 a 700, para estructuras a base de madera, estructuras circulares, los composites reforzados con fibras naturales, o materiales aislantes de base biológica.
- Sector del envase y el embalaje, con un crecimiento esperado de 400 a 500, en el que los productos identificados son el papel y cartón de embalaje flexible reciclable, el embalaje de papel que sustituye a los plásticos (por ejemplo, cartón de embalaje para bebidas), los bioplásticos reciclables y las mezclas de almidón y plástico biodegradables.
- Sector de vehículos a motor y componentes, en los que se prevé pasar de 250 a 550, identificando como productos las fibras naturales como piezas de los coches, el revestimiento interior compostable a base de bioplásticos y los neumáticos a base de diente de león en sistema de circuito cerrado.
- Sector de otros productos forestales, para el que se estima un crecimiento de 150 a 200, recogándose como ejemplos de productos los bio lubricantes o los aditivos basados en enzimas.
- En el sector de la maquinaria y equipos prevén un crecimiento del mercado de 50 a 100, incluyendo como ejemplos la ingeniería de bioprocesos e ingeniería agrícola.

También merece una atención especial el Informe McKinsey y cambio climático (2020) en el que se hace referencia a las posibilidades de desarrollos de algunos sectores concretos, con gran dedicación al transporte, tanto automóvil como aéreo.

9. CONCLUSIONES

La promoción de la economía circular, la descarbonización de la economía o la mitigación del cambio climático son grandes estrategias de trabajo, impulsadas desde las políticas europeas y desde muchos países, incluido España, que van a promover el desarrollo de la bioeconomía en los próximos años.

En España se estima una producción de 27.814 Mt de materia seca de biomásas residuales que se pierde o tiene un destino desconocido.

La producción de recursos biológicos ha tenido como objetivo tradicional la obtención de alimentos para cubrir las necesidades de las personas. Además de seguir suministrando alimentos, la bioeconomía puede hacer uso de las biomásas residuales para obtener una gran diversidad de productos, entre los que se incluyen los compuestos químicos básicos o building bloks, los materiales para la obtención de biopolímeros, los compuestos activos, los derivados de la biofermentación o los combustibles.

Hay un gran abanico de tecnología disponibles para la valorización de biomásas, cuya eficiencia se está mejorando continuamente, que incluyen procesos físicos, procesos de extracción de componentes activos, procesos biotecnológicos, químicos y termoquímicos.

Los retos para el desarrollo de la bioeconomía son la logística del aprovisionamiento, las dificultades tecnológicas y los costes comparativos de la transformación de los recursos de origen fósil frente a los de origen biológico. Frente a ellos, las oportunidades van a venir generadas por los cambios en la percepción social de la importancia de la sostenibilidad, que se va a traducir en una modificación de las pautas de la demanda de la distribución. Además,

las políticas europeas, especialmente las derivadas del Pacto Verde, van a limitar el acceso al mercado de determinados productos tradicionales y, a la vez, apoyar la inversión para el desarrollo de proyectos de la bioeconomía.

El desarrollo de estos proyectos debe ser abordado garantizando la sostenibilidad ambiental de la inversión y del proceso productivo. La herramienta para poder realizar este análisis de los impactos será el análisis del ciclo de vida.

El desarrollo de la bioeconomía se va a producir como consecuencia de la puesta en el mercado de productos en nuevos sectores económicos en los que, hasta ahora, la presencia de los bioproductos no ha sido importante. Destacan los sectores de la gestión y valorización de residuos, especialmente los alimentarios, los de ámbito farmacéutico, los del textil, los de la construcción y materiales de construcción, los del envase y el embalaje, los de vehículos a motor y componentes, los de la bioenergía y los biocombustibles, otros productos forestales y de la maquinaria y equipos

REFERENCIAS

BCG (2019). CEO Guide to the Circular Bioeconomy. Recuperado de: <https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Factor-10/News/Leading-companies-endorse-WBCSDs-call-for-a-stronger-circular-bioeconomy>.

Bioplat suschem, (2017). Manual sobre las biorrefinerías en España. Recuperado de: <file:///C:/Users/mlain/Desktop/bioval/Manual-sobre-Biorrefiner%C3%ADas-en-Espana-Feb-2017.pdf>.

CAMIA, A., ROBERT, N., JONSSON, R., PILLI, R., GARCÍA-CONDADO, S., LÓPEZ-LOZANO, R., VAN DER VELDE, M., RONZON, T., GURRÍA, P., M'BAREK, R., TAMOSIUNAS, S., FIORE, G., ARAUJO, R., HOEPFFNER, N., MARELLI, L. & GIUNTOLI, J., Biomass production, supply, uses and flows in the European

- Union. First results from an integrated assessment, EUR 28993 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, (2018), ISBN 978-92-79-77237-5, doi:10.2760/539520, JRC109869.
- CARROL, M. & DAMMER, L. (2018). The "Circular Bioeconomy" – Concepts, Opportunities and Limitations. Nova paper #9 on bio-based economy 2018-01.
- COM (2019) 640 final Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones el Pacto Verde Europeo. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>.
- COM, (2020) 98 final. Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva (EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language (europa.eu)).
- CRAMER, W., GUIOT, J., FADER, M., GARRABOU, J. & GATTUSO, JP. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. Nature Climate Change, Nature Publishing Group, 2018, 8 (11), pp.972 - 980. ff10.1038/s41558-018-0299-2ff. fffhal-01911390.
- CROWLE, T.J. (2000). Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years. Science 289, 270 – 277.
- EIB 2020 Circular Economy Guide – Supporting the circular transition. Recuperado de: https://www.eib.org/attachments/thematic/circular_economy_guide_en.pdf.
- European Commission (2020). The EU Blue Economy Report. 2020. Recuperado de: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/sites/maritimeaffairs/files/2020_06_blueeconomy-2020-ld_final.pdf.
- GURRIA, P., RONZON, T., TAMOSIUNAS, S., LOPEZ, R., GARCIA CONDADO, S., GUILLEN, J., CAZZANIGA, N. & M'BAREK, 2017. "Biomass flows in the European Union: The Sankey biomass diagram - towards a cross-set

- integration of biomass, JRC Working Papers JRC106502, Joint Research Centre (Seville site).
- HAMELIN, L., BORZĘCKA, M., KOZAK, M. & PUDEŁKO, R. (2019). A spatial approach to bioeconomy: Quantifying the residual biomass potential in the EU-27, Renewable and Sustainable Energy Reviews. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 100, February 2019, Pages 127-142.
- HOLDEN, N., WHITE, E.P., LANGE, M.C. & OLDFIELD, T.L. (2018) Review of the sustainability of food systems and transition using the Internet of Food. Science of Food (2018) 2:18 ; doi:10.1038/s41538-018-0027-3.
- IDEA (2011). Recuperado de: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e15_resi_duos_c3ead071.pdf.
- IFFLAND, K., SHERWOOD, J., CARUS M., RASCHKA, A., FARMER, T. & CLARK, J. 2015: Definition, Calculation and Comparison of the "Biomass Utilization Efficiency (BUE)" of Various Bio-based Chemicals, Polymers and Fuels, Hürth 2015-11. Download at www.bio-based.eu/nova-papers.
- JRC European Commission – Joint Research Centre. (2012). Life cycle indicators framework: development of life cycle based macro-level monitoring indicators for resources, products and waste for the EU-27. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.
- KBC. Knowledge Bioeconomy Center (2020). Bioeconomy | Knowledge for policy (europa.eu). Acceso 7 de diciembre de 2020.
- KIRCHER, M. (2019). Bioeconomy: Markets, Implications, and Investment Opportunities. Economies 2019, 7, 73; doi:10.3390/economies7030073.
- KRAUSMANN, F., GINGRICH, S., EISENMENGER, N., ERB, K., HABERL H. & FISCHER-KOWALSKI M. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. Ecological Economics 68(10), 2696-2705. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.05.007.
- KRAUSMANNA, F., WIEDENHOFERA, D., LAUKA, K., HAASA, W., TANIKAWAB, H., FISHMANB, T., MIATTOB, A., SCHANDLD, H. & HABER, H. (2017) Global

- socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use. PNAS February 21, 2017 114 (8) 1880-1885; <https://doi.org/10.1073/pnas.1613773114>.
- LAINIZ, M. & PERIAGO, M.J. (2019). The Bioeconomy: An Opportunity for the Spanish Economy. Chapters, in: Krzysztof Biernat (ed.), Elements of Bioeconomy, IntechOpen. Doi: 10.5772/intechopen.84917.
- LAINIZ, M., PERIAGO, M.J., ARRIBAS, N. & MENESES, C. (2018). La bioeconomía como oportunidad para la economía española: la visión desde el observatorio de bioeconomía. Mediterráneo económico, nº 31, 95-118. Recuperado de: <https://www.publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/publicaciones-periodicas/mediterraneo-economico/31/mediterraneo-economico-31.pdf>.
- M'BAREK, R., PHILIPIDIS, G., SUTA, C., & SANTINI, F. (2014). Observing and analyzing the Bioeconomy in the EU – Adapting data and tools to new questions and challenges. Bio-based and Applied Economics 3(1): 83-91, 2014. Doi: 10.13128/BAE-14189.
- MCKINSEY (2020), McKinsey on climate change. September 2020. Recuperado de: <https://www.mckinsey.com/>.
- MOLDAN, B., JANOUŠKOVÁ, S. & HÁK, T. (2012). How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. Ecological Indicators. Volume 17, June 2012, Pages 4-13.
- NOTARMICOLA, B., TASELLI, G., RENZULLI, P.A., CASTELLANI, V. & SALA, S. (2017). Environmental impacts of food consumption in Europe. Journal of Cleaner Production 140 (2017) 753e765.
- NRC. (2014). Sustainability and the U.S. EPA. Committee on Incorporating Sustainability in the U.S. Environmental Protection Agency. Science and Technology for Sustainability Program. Policy and Global Affairs Division. National Research Council of the National Academies. ISBN 978-0-309-21252-6. The National Academies Press. 2014.

- OCDE. (2018). Growing a sustainable Bioeconomy Bio-production for the biennium 2015-2016. DSTI/STP/BNCT(2016)1. Recuperado de: <http://www.oecd.org/>.
- PARISI, C. (2018). "Research Brief: Biorefineries distribution in the EU". European Commission – JRC.
- PATINHA CALDEIRA, C., VLYSIDIS, A., FIORE, G., DE LAURENTIIS, V., VIGNALI, G. & SALA, S. (2020). Sustainability of food waste biorefinery: A review on valorisation pathways, techno-economic constraints, and environmental assessment, BIORESOURCE TECHNOLOGY, ISSN 0960-8524 (online), 312, p. 123575, JRC118963.
- PIOTROWSKI, S., CARUS, M. & CARREZ, D. (2018). European Bioeconomy in Figures 2008-2015. Comissioned by Biobased Industries Consortium. Recuperado de: https://biconsortium.eu/sites/biconsortium.eu/files/documents/Bioeconomy_data_2015_20150218.pdf.
- PURSULA, T., AHO, M., RÖNNLUND, I. & PÄÄLLYSAHO, M. (2018) Environmental Sustainability Indicators for the Bioeconomy. En Leal, Roberto y Borges Eds. Towards a Sustainable Bioeconomy: Principles, Challenges and Perspectives. Pag 43 -62. Springer International Publishing AG 2018.
- RONZON, T., PIOTROWSKI, S., TAMOSIUNAS, S., LARA, D., CARUS, M. & M`BAREK, R. (2020). Developments of Economic Growth and Employment in Bioeconomy Sectors across the EU. Sustainability 2020, 12, 4507; doi:10.3390/su12114507.
- SCARLAT, N., DALLEMAND, JF. & FAHL, F. (2018). Biogas: Developments and perspectives in Europe. Renewable Energy 129: 457-472. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.006>.
- SPEKREIJSE, J., LAMMENS, T., PARISI, C., RONZON, T. & VIS, M. (2019) Insights into the European market of bio-based chemicals. Analysis based on ten key product categories, EUR 29581 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-79-98420-4, doi:10.2760/549564, JRC112989. Recuperado de:

https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC112989/jrc_europeanmarket_biochemicals_online.pdf

THORENZ, A, WIETSCHEL, L., STINDT, D. & TUMA, A. (2018). Assessment of agroforestry residue potentials for the bioeconomy in the European Union. Journal of Cleaner Production. Volume 176, 1 March 2018, Pages 348-359

UE. (2019). Causes of climate change. Recuperado de: https://ec.europa.eu/clima/change/causes_en.

VILLARÁN, M.C., CHAVARRI, M., DIETRICH, T. & RODRIGUEZ, E. (2018). Subproductos hortofrutícolas para una bioeconomía circular. Mediterráneo económico, nº 31, 251- 272. Recuperado de: <https://www.publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/publicaciones-periodicas/mediterraneo-economico/31/mediterraneo-economico-31.pdf>.



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Políticas y Negocios para la Bioeconomía en ALC: Un proceso en marcha

Hugo Chavarría¹, Eduardo Trigo¹ y Juan F. Martínez¹

Autor de Correspondencia: hugo.chavarria@iica.int

Resumen:

A nivel productivo, desde hace más de 30 años diversos países de América Latina y el Caribe gestan modelos de negocios que transitan por diferentes vías de la bioeconomía. Hoy algunos de esos países son líderes en aplicaciones biotecnológicas para la agricultura, bioenergías, aprovechamiento de la biodiversidad y agricultura baja en carbono. En el ámbito político-institucional, el concepto de bioeconomía llegó a la región de la mano de proyectos impulsados por la cooperación europea, que permitieron avanzar en la sensibilización del tema. En paralelo, los países han desarrollado iniciativas y normativas para aquellos senderos de la bioeconomía de mayor potencial. Solo recientemente los países iniciaron la construcción de políticas y estrategias dedicadas específicamente a la bioeconomía. Además de los esfuerzos nacionales, la cooperación internacional ha desempeñado un papel importante en la promoción de iniciativas regionales para la construcción de bienes públicos y el aprovechamiento de buenas prácticas y lecciones aprendidas. Si bien en la región se han logrado avances importantes, el aprovechamiento de la bioeconomía requiere mayores esfuerzos destinados a la construcción de institucionalidad, políticas e instrumentos de mercados que no solo viabilicen negocios rentables, sino que también aseguren un marco de seguridad y sostenibilidad.

Palabras clave: América Latina y el Caribe, biotecnología, biocombustibles, bionegocios, biodiversidad

Policies and Business for the Bioeconomy in LAC: An ongoing process

Hugo Chavarría¹, Eduardo Trigo¹ y Juan F. Martínez¹

Abstract:

At the productive level, for more than 30 years, several countries in Latin America and the Caribbean have developed business models related to different bioeconomy pathways. Today some of these countries are leaders in biotechnological applications for agriculture, bioenergies, use of biodiversity and low carbon agriculture. In the political-institutional sphere, the concept of bioeconomy was established in the region through projects assisted by the European cooperation, which promoted the awareness of this topic. In parallel, the countries have elaborated initiatives and regulations for those bioeconomy paths with the greatest potential. Just recently countries started to build policies and strategies specifically dedicated to the bioeconomy. In addition to national efforts, international cooperation has played an important role in promoting regional initiatives for the construction of public goods and the use of good practices and lessons learned. Although important progress has been made in the region, the exploitation of bioeconomy requires greater efforts focused on institution building, policies and market instruments that not only make profitable businesses viable but also ensure a framework of security and sustainability.

Key Words: Latin America and the Caribbean, biotechnology, biofuels, bio-businesses, biodiversity

¹ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), (Costa Rica), hugo.chavarria@iica.int, ejtrigo@gmail.com, jfmartinez17@gmail.com



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa



1. EL ATERRIZAJE DE LA BIOECONOMÍA EN ALC

En términos generales, se podría decir que la aplicación de la bioeconomía se inició en América Latina y el Caribe (ALC) a comienzos de la década de 1970 con la instalación del programa "Pró-álcool" en Brasil, como respuesta al aumento del precio internacional del petróleo, que dio origen a la creación de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Más tarde, en los años noventa, este proceso tuvo un importante impulso con los desarrollos vinculados a las biotecnologías emergentes, especialmente en la creación de capacidades y marcos regulatorios, que ocasionó la rápida adopción en algunos países —en particular, Argentina— de los primeros cultivos genéticamente modificados (GM) y las prácticas de agricultura conservacionista. En consecuencia, la región se transformó en líder mundial en la implementación de este tipo de estrategias productivas (Trigo *et al.*, 2009a, 2009b).

La idea de la bioeconomía como estrategia para el desarrollo sostenible aparece tiempo después vinculada a iniciativas de la cooperación internacional. Distintos proyectos birregionales entre la Unión Europea (UE) y ALC permitieron la instalación del debate de la bioeconomía como visión para el desarrollo sostenible en la región, en el ámbito de los organismos públicos responsables de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Por ejemplo, en el marco del proyecto ALCUE-FOOD (European Commission, 2008) del Programa IV de la UE, en 2008 se organizó un taller regional en Buenos Aires, Argentina. A partir de este, surgió el compromiso institucional de llevar adelante un esfuerzo colaborativo entre los países de ALC y la UE interesados en el tema, para promover el desarrollo de una visión compartida de la bioeconomía, además de una perspectiva particular y diferenciadora (Trigo & Henry, 2011).

Paralelamente, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) propuso, entre 2008 y 2009, la integración de un grupo de trabajo sobre el tema. Este grupo de expertos, provenientes de más de diez países de ALC y la UE, entregaron un informe que resaltó las oportunidades de la bioeconomía para la región y una serie de recomendaciones para la acción.

Dentro de estas se destacaron el diseño de políticas y toma de decisiones, la construcción de capacidades y la facilitación del desarrollo empresarial en el sector (UNIDO, 2009).

En este contexto de interés en la bioeconomía, se aprobó en el marco del Programa VII de la UE, el proyecto ALCUE-KBBE "Hacia una bioeconomía basada en el conocimiento de América Latina y el Caribe en asociación con Europa". Su objetivo fue establecer una plataforma cooperativa ALC-UE para sentar las bases de un entorno político e institucional propicio para el desarrollo de la bioeconomía. Este proyecto contó con la participación de once países (Francia, Alemania, Países Bajos, Bélgica, Portugal, Argentina, Colombia, Costa Rica, Brasil, Uruguay, México) y se llevó a cabo entre 2011 y 2013 (European Commission, 2013). Se puede considerar este período como la maduración definitiva de la idea de la bioeconomía como visión para el desarrollo sostenible y la etapa de inclusión en la agenda política de la región (Hodson 2014). Esto se reflejó claramente en la implementación del proyecto ALCUE-NET ("Red de Investigación e Innovación de América Latina, el Caribe y la Unión Europea") en 2012-2017, el cual creó formalmente un espacio de bioeconomía dentro de la estructura de los diálogos políticos birregionales encargados de implementar las decisiones de las Cumbres de los Jefes de Estado de la UE-ALC (European Commission, 2017).

2. LA ADOPCIÓN TEMPRANA Y EL PROTAGONISMO EN LOS NEGOCIOS DE LA BIOECONOMÍA: UN EFECTO DEMOSTRACIÓN QUE SIRVIÓ PARA CONVENCER A LOS TOMADORES DE DECISIÓN

En ALC, los negocios de la bioeconomía iniciaron mucho antes que las políticas y las estrategias enfocadas en el tema. Para mediados de la década de los noventa, la región comenzó a utilizar nuevas tecnologías para aprovechar de manera más eficiente y sostenible los recursos biológicos en la agricultura y en otras ramas económicas. Aunque en aquellos momentos se le denominaba diferente, lo cierto es que diversos países de ALC fueron adoptantes tempranos

y hoy son referentes mundiales en algunos negocios de la bioeconomía, como en la producción y exportación de biocombustibles líquidos, aplicaciones biotecnológicas en la agricultura, carbono neutralidad en las cadenas agrícolas y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, entre varios otros.

En bioetanol, por ejemplo, cerca de 14 países de América Latina han establecido mandatos para el uso obligatorio de la mezcla del etanol con los combustibles convencionales, que va desde el 5 % en Guatemala y Uruguay hasta el 27 % en Brasil (REN21, 2019). En este último, la caña de azúcar y sus derivados contribuyen con más del 17 % de la energía primaria y sustituyen el 36 % de la gasolina; de ahí que este país sea el segundo productor mundial (detrás de los Estados Unidos) y el primer exportador de etanol de caña de azúcar del mundo (Stolf & Oliveira, 2020). Para el caso de la industria del biodiésel, Argentina es el tercer productor, segundo consumidor y primer exportador global. Además, se destaca el caso de Colombia, el único país de la región que utiliza diésel de palma para hacer frente al total de la mezcla obligatoria de biocombustibles (10 %) y es el líder en ALC en la producción de biodiésel de este origen (CEPAL *et al.* 2019).

Por otra parte, en 1996 Argentina fue pionera en la introducción y adopción de la soja tolerante a herbicidas, adelantándose a países como Australia e India (James, 1997). Hoy prácticamente la totalidad de la soja producida en Argentina (así como el maíz y el algodón) son cultivos GM (Trigo, 2016). Además de Argentina, este tipo de cultivos se ha expandido a Brasil, Paraguay, Uruguay, Bolivia, México, Colombia, Honduras, Chile y Costa Rica, cubriendo más de 82 millones de hectáreas (ISAAA, 2018). Dentro de los beneficios de la adopción de los cultivos GM se encuentra el mayor desempeño productivo y la generación de impactos favorables en materia de sostenibilidad ambiental (Brookes & Barfoot 2018). De acuerdo con ISAAA (2018), el uso de OGM en la agricultura del mundo ha permitido conservar 183 millones de hectárea de tierra y ahorrar 671 millones de kg de pesticidas en los últimos diez años; y solamente en el 2016 posibilitó la reducción de emisiones de CO₂ en aproximadamente 27 billones de kg (equivalente a 16 millones de carros rodando por año). En la actualidad, la región ha desarrollado sus propios cultivos GM, tales como el frijol resistente al virus del mosaico dorado (Aragão, 2009) y la

soja y el trigo tolerantes a la sequía (Waltz, 2015), y avanza en el uso de nuevas tecnologías de mejoramiento genético; por ejemplo, en Colombia fueron aprobadas variedades de arroz resistente al tizón bacteriano obtenidas por edición genética (Montaguth, 2020).

Además, la región también fue precursora y hoy es protagonista en negocios de la bioeconomía relacionados con agricultura y ganadería baja en carbono, tales como las acciones nacionalmente apropiadas de mitigación (NAMA) en ganadería y café en Costa Rica (GIZ, 2019) y la ganadería sostenible en Brasil, Argentina, Uruguay y Colombia (FAO, 2019), así como en emprendimientos basados en el aprovechamiento productivo-comercial sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos y en la valorización y aprovechamiento de residuos en las cadenas del agro, entre muchos otros.

En todos los casos anteriores, los negocios de la bioeconomía han sido motores en el incremento de la competitividad del agro, la sostenibilidad ambiental y la generación de empleos e ingresos en los territorios rurales. Gracias a esto, el tema ha comenzado a tomar relevancia en la agenda pública y muchos tomadores de decisiones de la región se han convencido sobre su potencial y la necesidad y oportunidad de construir políticas, estrategias e iniciativas. De esta manera, no solo se impulsarán en mayor medida los negocios, sino que también se asegurará que estos se den en un marco de seguridad y sostenibilidad.

3. LAS APUESTAS POLÍTICAS PARA INSTITUCIONALIZAR LA BIOECONOMÍA COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO: DESDE LAS INICIATIVAS ESPECÍFICAS A LAS ESTRATEGIAS DESTINADAS A LA BIOECONOMÍA

Las experiencias de países de otras regiones del mundo evidencian que las dimensiones políticas e institucionales son determinantes en la transición hacia un modelo bioeconómico, puesto que se requiere liderazgo, articulación y gobernanza entre las instituciones para fomentar los desarrollos requeridos (Henry *et al.* 2014). Pese a lo anterior, en ALC la institucionalidad y los instrumentos de política pública relacionados con el fomento de la

bioeconomía han estado relegados en comparación con el avance en los bionegocios. Solo recientemente, los tomadores de decisiones han reconocido el potencial de la bioeconomía, y los países han puesto en marcha instituciones y políticas dirigidas a su promoción.

Cada país de ALC ha establecido su propia agenda político-institucional en bioeconomía, basada en su disponibilidad y acceso a los recursos biológicos, capacidades tecnológicas, estructura productivo-comercial, objetivos de desarrollo nacional, entre otras. En este sentido, en el anexo 1 se resume la evolución de los marcos institucionales y de las políticas en diferentes senderos de la bioeconomía en la región. Se resalta que los sectores de mayor interés han sido los marcos regulatorios para el uso y aprovechamiento de la agrobiotecnología, la normativa en materia de biocombustibles, la gestión de la biodiversidad y el apoyo a los sistemas nacionales de CTI.

En lo referente a los sistemas nacionales de CTI, aunque la gran mayoría de los países cuenta con estrategias y planes nacionales y con programas sectoriales, lo cierto es que las limitaciones financieras experimentadas por la región han ocasionado que la inversión pública en investigación y desarrollo no solo sea baja e insuficiente, sino que también esté altamente concentrada en pocos países y enfocada en solventar problemas en rubros tradicionales (cultivos y ganadería) (IFPRI, 2020). A manera de ejemplo, mientras los países de altos ingresos invierten cerca del 2,81 USD en investigación y desarrollo por cada 100 USD de producción agrícola, en ALC únicamente Uruguay, Brasil, Chile y Argentina superan el monto de 1 USD.

Por otra parte, en las políticas asociadas a la bioeconomía en los sectores agroindustriales se presentan dos casos: los biocombustibles y la agrobiotecnología. El primero ha logrado materializar en instrumentos públicos estímulos para su producción, como beneficios tributarios y el establecimiento de zona francas (FAO, 2013), debido a la asociatividad gremial y a la capacidad técnica instalada del sector. En Brasil, por ejemplo, el desarrollo de toda la bioeconomía del país tuvo como punto de partida el Programa Nacional del Alcohol (Pro-Alcohol) y el resto de la institucionalidad desarrollada para fomentar el uso del etanol y el biodiésel como combustibles (RenovaBio y CBIO), la cual ha sobrepasado las fronteras y ha llevado los desarrollos

tecnológicos a la industria de la agricultura, la química, la medicina, entre otras. En el caso de Argentina, desde la década de 1990 han existido incentivos a la agregación de valor, que hoy se materializan en el Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles, enmarcado en las leyes 26.093 y 26.334 de 2006 (CEPAL *et al.* 2019). Ejemplos similares se pueden encontrar en Colombia y Paraguay, donde existen leyes y lineamientos para promover la producción sostenible de biocombustibles.

Para el caso de la agrobiotecnología, diez países de ALC cuentan con marcos nacionales de bioseguridad que regulan su uso. Uno de los pioneros fue Argentina, que en 1991 constituyó la Comisión Nacional de Bioseguridad (CONABIA) que posteriormente permitió un temprano aprovechamiento del potencial de estas tecnologías para el desarrollo productivo (CEPAL *et al.* 2019). Además de Argentina, países como Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Uruguay y Honduras, entre otros, han logrado consolidar a lo largo de los años la institucionalidad y las políticas para la generación y uso seguro y sostenible de las biotecnologías en la agricultura. Ahora, con las nuevas técnicas de mejoramiento genético, se espera que la regulación impulse la creación y el fortalecimiento de empresas de base biotecnológica que generen variedades propias de la región.

En cuanto a la valorización sostenible de la biodiversidad para nuevos negocios, es indispensable conocer en detalle y conservar la diversidad biológica (Hodson *et al.* 2019). Es por ello que todos los países de ALC han establecido al menos una política, plan o programa relacionado con la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, aún existen grandes retos en materia de bioprospección y normatividad asociada al acceso a recursos genéticos, propiedad intelectual y beneficios para bionegocios que aprovechan esta riqueza natural.

Además de los avances en planes nacionales en CTI y normativas para los senderos de las bioenergías y biotecnologías o para el aprovechamiento de la biodiversidad, algunos países han progresado en la construcción de políticas orientadas exclusivamente a la bioeconomía, que promueven impulsar este abordaje como estrategia para la consecución de los objetivos de desarrollo

sostenible de los países, territorios y cadenas. Dichos enfoques apuntan a construir un marco institucional que refleje el carácter transversal del tema. En este aspecto, se destacan los esfuerzos de Argentina, Costa Rica, Colombia y Uruguay:

- Argentina: fue uno de los primeros países de ALC que trabajó formalmente en la construcción de una hoja de ruta institucional para el desarrollo de su bioeconomía, por medio de la firma de convenios interministeriales y la instalación del Consejo Nacional de Bioeconomía liderado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Rodríguez, 2018) y la creación del Programa Nacional de Bioeconomía, como mecanismo específico para coordinar las actividades del MINAGRO en el tema. Además, en conjunto con la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, se constituyó el Grupo Bioeconomía, como espacio para la identificación y promoción de las inversiones en las áreas vinculadas a la bioeconomía (CEPAL *et al.* 2019).
- Costa Rica: en 2020 se convirtió en el primer país de la región en oficializar una estrategia nacional en bioeconomía, la cual pretende apoyar los objetivos del país en materia de descarbonización y fomento sostenible de la competitividad a partir de la economía basada en el conocimiento y el aprovechamiento justo y equitativo de la biodiversidad. La estrategia cuenta con cinco ejes estratégicos: 1) bioeconomía para el desarrollo rural; 2) bioeconomía y desarrollo; 3) biorrefinerías de biomasa residual; 4) bioeconomía avanzada; y 5) bioeconomía urbana y ciudades verdes. Este proceso, que fue liderado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, se implementará en tres fases: de impulso (2020-2022); de escalamiento (2022-2026) y de consolidación (2026-2030) (MICITT, 2020).
- Colombia: en diciembre de 2020, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e innovación lanzó la Misión de Bioeconomía, un plan que expresa y propone una estrategia nacional dedicada al desarrollo de la bioeconomía. Dicha misión cuenta con cinco áreas y desafíos estratégicos: 1) Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; 2) Colombia

Biointeligente; 3) Agro productivo y Sostenible; 4) Biomasa y química verde y 5) Salud y Bienestar. La estrategia tiene dentro de sus metas que la bioeconomía aporte el 10% del PIB y genere 2.5 millones de empleos en el 2030 (MINCIENCIAS, 2020).

- Uruguay: está llevando a cabo el proceso de diseño de la estrategia nacional de bioeconomía sostenible. El proceso es liderado por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (que depende directamente de la Presidencia de la República) (FAO, 2018).

Finalmente, pese al avance de las iniciativas públicas en la región, aún falta concretar respaldos institucionales para la creación de instrumentos de financiación, planes de acción a largo plazo y sistemas de medición con indicadores adecuados para su monitoreo, seguimiento y evaluación. De igual forma, la coordinación de las intervenciones del sector público debe tener una visión integral de las distintas dimensiones de las políticas públicas, además de propiciar los esfuerzos del sector privado para la generación de empleo y la producción sostenible (Trigo *et al.* 2019).

4. LOS ESFUERZOS PARA FOMENTAR LA COOPERACIÓN ENTRE LA REGIÓN Y CON EL RESTO DEL MUNDO

Además de los esfuerzos que han realizado los sectores privado y público en la última mitad de la década, diversos organismos internacionales han impulsado la cooperación entre países y el intercambio de buenas prácticas, lecciones aprendidas y experiencias exitosas en la región. De la misma manera, han fomentado el trabajo colaborativo en la construcción de proyectos de investigación e inversión. Una de las primeras organizaciones regionales en apoyar el tema fue la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que capitalizó y continuó trabajando a partir de las redes y alianzas en los países después de la culminación de los proyectos ALC-UE.

Convencido del potencial del tema, en 2018 el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) incluyó dentro de su Plan de Mediano



Plazo para el período 2018-2022 el establecimiento del Programa Hemisférico de Bioeconomía y Desarrollo Productivo, que trabaja en los países de ALC en materia de: 1) generación de evidencia, sensibilización y formación de capacidades para los nuevos aprovechamientos de la bioeconomía en tomadores de decisión y actores del sector agro-rural; 2) formulación e implementación de herramientas y guías para construcción de hojas de ruta diferenciadas para el aprovechamiento de la bioeconomía de acuerdo a las potencialidades de los territorios y las cadenas de valor; 3) construcción de políticas, estrategias, normativas e instrumentos de mercados que viabilicen y posibiliten nuevos aprovechamientos productivos de la bioeconomía en el agro y lo rural; y 4) diseño e implementación de estrategias, planes, programas, proyectos e inversiones para fomentar nuevos modelos de negocios de la bioeconomía en los territorios rurales y las cadenas de valor de la agricultura (IICA, 2019b).

Además, junto a las representaciones del IICA en los países y diferentes socios y aliados, ese programa ha dirigido esfuerzos para apoyar el posicionamiento de la bioeconomía en los principales espacios técnicos y políticos de ALC, así como de la región en los escenarios mundiales de discusión de la bioeconomía. Concretamente, en octubre de 2019 la bioeconomía fue tema central en la reunión ministerial de la agricultura de las Américas y fue la base de una de las declaraciones ministeriales (IICA, 2019b). En octubre de 2020, el Instituto hospedó la Vigésimocuarta Conferencia Internacional de Bioeconomía Aplicada (ICABR), que estaba planeada para realizarse por primera vez en América Latina (Argentina), aunque debido a la pandemia de COVID-19 se llevó a cabo en modalidad virtual (IICA 2020b). En noviembre de 2020, ALC tuvo un inédito protagonismo en la *Global Bioeconomy Summit*, de la cual el IICA fue uno de los cinco socios oficiales (GBS, 2020).

Además del IICA y la CEPAL, otras organizaciones internacionales y regionales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), han apoyado iniciativas tendientes a fomentar la cooperación regional en las áreas de políticas, indicadores,

tecnología y formación de capacidades, entre otras. Como resultado de estos intereses y motivados por la invitación del gobierno de Argentina, en 2018 se realizó en Buenos Aires el Foro Latinoamericano de Bioeconomía. En este se constituyó la Red Latinoamérica de Bioeconomía, que tiene como objetivo Impulsar una estrategia de desarrollo regional que permita generar un intercambio de experiencias y proyectos colaborativos (MINCyT, 2019).

5. APUNTES SOBRE LA AGENDA PENDIENTE

ALC tiene una ventaja competitiva para convertir a la bioeconomía en el motor de la reactivación socioeconómica post COVID-19 y en una apuesta estratégica para la inserción exitosa en el nuevo entorno, dado que alberga a 8 de los 17 países más megadiversos del planeta, tiene más del 25 % de las tierras cultivables y posee el 33.3% de los recursos de agua dulce del mundo, lo que la convierte en la región con el mayor potencial de generación de biomasa (CEPAL *et al.* 2019).

Sin embargo, para que la bioeconomía sea un modelo de desarrollo viable y aprovechable para los diferentes tipos de agricultura y territorios rurales de ALC y se generen encadenamientos con los restantes sectores de la economía, es indispensable que los desarrollos científico-tecnológicos estén acompañados de marcos normativos y políticos, así como de enfoques de mercado y mecanismos inclusivos que generen incentivos para que los agentes económicos de las cadenas de valor tomen la decisión de utilizar más eficientemente los recursos y procesos biológicos en sus modelos de producción, transformación y comercialización.

Entre las principales políticas habilitadoras de la bioeconomía se encuentran las siguientes: a) marcos regulatorios ambientales, sanitarios, agropecuarios y de salud que faciliten el fomento de la bioeconomía; b) instrumentos para fomentar la creación o el crecimiento de mercados de la bioeconomía (compras públicas, etiquetados, estándares, regulación y transparencia de mercados, etc.); c) estímulos económicos, financieros y fiscales (financiamiento, impuestos diferenciados, fondos de inversión, acompañamiento, etc.); d) generación y/o fortalecimiento de capacidades

técnico-científicas para la innovación; e) políticas de localización industrial para la bioeconomía (promoción de *clusters*, capacitación, promoción de la inversión extranjera directa (IED), transferencia de tecnología, etc.); f) apoyo político al cambio social de base biológica (sensibilización sobre potencialidades); y g) fomento de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) mediante programas de innovación, *clusters*, pilotos, generación de tecnologías, fortalecimiento de habilitantes, etc.).

Además de los esfuerzos que se puedan movilizar desde la región, para aprovechar la bioeconomía como una estrategia de desarrollo regional se requieren iniciativas supranacionales —lideradas por los países desarrollados— en materia de: i) un acuerdo más amplio sobre principios rectores para la formulación de políticas de bioeconomía global, ii) un marco de indicadores bioeconómicos creíbles y iii) una plataforma eficaz de gestión del conocimiento en bioeconomía (Chavarría *et al.* 2020).

REFERENCIAS

- ARAGÃO, F. (2009). First transgenic geminivirus-resistant plant in the field (en línea). *Nature Biotechnology*, 27:1086-1088. doi: <https://doi.org/10.1038/nbt1209-1086>.
- BISANG, R., CHAVARRÍA, H., & TRIGO, E. (2019). ¿Cómo construimos la institucionalidad y las políticas públicas que se necesitan para desarrollar la bioeconomía en América Latina y el Caribe? San José, Costa Rica, IICA. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8631/BVE20017763e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- BROOKES, G., & BARFOOT, P. (2018). Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996-2016: Impacts on pesticide use and carbon emissions (en línea). *GM Crops & Food*, 9(3):109-139. doi: 10.1080/21645698.2018.1476792.
- CEPAL (COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, CHILE), FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ITALIA), e IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, COSTA RICA). (2019). Perspectivas

de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020. San José, Costa Rica, IICA. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12380/BVE20107947e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CHAVARRÍA, H., TRIGO, E., VILLARREAL, F., & ELVERDIN, P. (2020) BIOECONOMY: A SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY (en línea). G20 2020. Recuperado de: https://www.g20-insights.org/policy_briefs/bioeconomy-sustainable-development-strategy/.

EUROPEAN COMMISSION. (2005). New perspectives on the knowledge based bioeconomy. Transforming life sciences knowledge into new, sustainable, eco efficient and competitive products. Bruselas, Bélgica.

EUROPEAN COMMISSION. (2008). From European fork to Latin American farm: an innovative networking platform for EU-LAC partnerships in food quality and safety R&D (en línea). Bruselas, Bélgica. Recuperado de: <https://cordis.europa.eu/project/id/7176/es>.

EUROPEAN COMMISSION. (2013). Towards a Latin America & Caribbean Knowledge Based Bio-Economy (KBBE) in Partnership with Europe (en línea). Bruselas, Bélgica. Recuperado de: <https://cordis.europa.eu/project/id/264266/reporting/es>.

EUROPEAN COMMISSION. (2017). Latin America, Caribbean and European Union Network on Research and Innovation (en línea). Bruselas, Bélgica. Recuperado de: <https://cordis.europa.eu/project/id/311953/es>.

FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ITALIA). (2013). La bioenergía en América Latina y el Caribe: el estado de arte en países seleccionados (en línea). Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-as112s.pdf>.

FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ITALIA). (2018). Uruguay rumbo a una estrategia nacional en bioeconomía (en línea). Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/uruguay/noticias/detail/es/c/1103089/>.

- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ITALIA). (2019). Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe (en línea). Santiago, Chile. 56 pp. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ca2902es/CA2902ES.pdf>.
- GERMAN BIOECONOMY COUNCIL. (2014). Signpost in the Right Direction (en línea). Berlín, Alemania. Recuperado de: <https://biooekonomierat.de/en/press/press-releases/press-release-boer-140605/index.html>.
- GIZ (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT). (2019). NAMA Café de Costa Rica – Hacia un sector café bajo en emisiones (en línea). Recuperado de: https://www.giz.de/en/downloads/giz2019_es_Factsheet_NAMA%20Cafe.pdf.
- GBS (GLOBAL BIOECONOMY SUMMIT). (2020). Official Partners of GBS2020 (en línea). Recuperado de: <https://gbs2020.net/official-partnerships/>.
- HENRY, G., PAHUN, J., & TRIGO, E. (2014). La bioeconomía en América Latina: oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación (en línea). *FACES* 42(4):(125-141). Recuperado de: http://nulan.mdp.edu.ar/2112/1/FACES_n42-43_125-141.pdf.
- HODSON, E. (2014). *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana.
- HODSON, E., HENRY, G., & TRIGO, E. (2019). *La bioeconomía. nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina* (en línea). Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: <http://repositorio2.iica.int/bitstream/handle/11324/8366/BVE190403022e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- IFPRI (THE INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE). (2020). Agricultural Science and Technology Indicators. Outputs for Latin America and the Caribbean (en línea). Recuperado de: <https://www.asti.cgiar.org/lac-outputs>.
- IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, COSTA RICA). (2019a). Informe de la Conferencia de Ministros de Agricultura de las Américas y de la Vigésima Reunión Ordinaria de la Junta

Interamericana de Agricultura (en línea). San José, Costa Rica. Recuperado de:

<http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8503/BVE20017732e.pdf>.

IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, COSTA RICA). (2019b). Programa de bioeconomía y desarrollo productivo: abordajes conceptuales y metodológicos para la cooperación técnica (en línea). San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7909>.

IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, COSTA RICA). (2020a). Los biocombustibles líquidos en las Américas: situación actual y potencial de desarrollo (en línea). San José, Costa Rica. Recuperado de: <http://biblioteca.iica.int/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=139983>.

IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, COSTA RICA). (2020b). Mayor encuentro global de bioeconomía reúne sector privado y representantes de universidades (en línea). San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/mayor-encuentro-global-de-bioeconomia-reune-sector-privado-y-representantes-de>.

ISAAA (INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA). (2018). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2018: Biotech Crops Continue to Help Meet the Challenges of Increased Population and Climate Change. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos de América. (ISAAA Brief No. 54).

JAMES, C. (1997). Global Status of Transgenic Crops in 1997 (en línea). Ithaca, Nueva York, Estados Unidos de América, ISAAA. Recuperado de: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/05/download/isaaa-brief-05-1997.pdf>.

MICITT (MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y TELECOMUNICACIONES, COSTA RICA). (2020). Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica 2020-2030 (en línea). San José, Costa Rica. Recuperado de:

https://www.micit.go.cr/sites/default/files/estrategia_nacional_bioeconomia_cr_corregido.pdf.

MINCIENCIAS (MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, COLOMBIA). (2020) Misión de Bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el Conocimiento. Bogotá, Colombia.

MINCYT (MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, ARGENTINA). (2019). Primer Simposio Latinoamericano de Bioeconomía (en línea). Recuperado de: <http://www.cursobioeconomia.mincyt.gob.ar/1er-simposio-latinoamericano-de-bioeconomia/>.

MONTAGUTH, S. (2020). Arroz editado genéticamente obtiene luz verde en EEUU y Colombia (en línea). Bogotá, Colombia, Agro-Bio. Recuperado de: <https://www.agrobio.org/arroz-editado-geneticamente-obtiene-luz-verde-en-eeuu-y-colombia/>.

OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, FRANCIA). (2010). The bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda (en línea). París, Francia. Recuperado de: <https://www.oecd.org/futures/longtermtechnologicalsocietalchallenges/thebioeconomyto2030designingapolicyagenda.htm>.

REN21. (2019). Renewables 2019 Global Status Report (en línea). París, Francia. Recuperado de: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf.

RODRÍGUEZ, A. (2018). Bioeconomía en América Latina y el Caribe, 2018 (en línea). Santiago, Chile, Naciones Unidas. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44241/1/S1800922_es.pdf.

STOLF, R., OLIVEIRA, A. (2020). The Success of the Brazilian Alcohol Program (Proálcool) - A Decade-by-Decade Brief History of Ethanol in Brazil (en línea). *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, 40(2), 243-248. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v40n2p243-248/2020>.

THE WHITE HOUSE OFFICE. (2012). National Bioeconomy Blueprint (en línea). Washington D. C., Estados Unidos de América. Recuperado de:

https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf.

TRIGO, E. (2016). Veinte años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina (en línea). Buenos Aires, Argentina, ArgenBio. Recuperado de: <https://www.fiba.org.ar/wp-content/uploads/2016/12/informe20gm.pdf>.

TRIGO, E., & HENRY, G. (2011). Una bioeconomía para América Latina y el Caribe: oportunidades y retos desde una perspectiva de políticas (en línea). Cali, Colombia, Oficina CIRAD ALCUE-KBBE, CIAT. Recuperado de: https://agritrop.cirad.fr/567664/1/document_567664.pdf.

TRIGO, E., CAP, E., MALACH, V., & VILLARREAL, F. (2009a). Innovating in the Pampas: Zero-tillage soybean cultivation in Argentina (en línea). Spielman, DJ; Pandya-Lorch, R. *In Millions Fed: Proven successes in agricultural development* (pp. 59-64). Washington, D. C., Estados Unidos de América, IFPRI. Recuperado de: <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/130818>.

TRIGO, E., CAP, E., MALACH, V., & VILLARREAL, F. (2009b). The Case of Zero-Tillage Technology in Argentina (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América, IFPRI. Recuperado de: <https://www.ifpri.org/publication/case-zero-tillage-technology-argentina>.

TRIGO, E., REGÚNAGA, M., COSTA, R., & COREMBERG, A. (2019). Bioeconomía en Argentina: alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable (en línea). *In* Hodson, E., Henry, G; Trigo, E. *La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina* (pp. 25-47). Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: <http://repositorio2.iica.int/bitstream/handle/11324/8366/BVE190403022e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

UNIDO (UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION). (2009). Report of UNIDO's Expert Group Meeting on Knowledge Based Bio Economy as Basis for Economic Development and Industrial Sustainability (en línea). Viena, Austria. Recuperado de: <https://silo.tips/download/concepcion-chile-november-30-december-2-2009>.



WALTZ, E. (2015). First stress-tolerant soybean gets go-ahead in Argentina (en línea). *Nature Biotechnology*, 33, 682. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/nbt0715-682>.



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

MONOGRÁFICO: La red INNOVAGRO y la bioeconomía

Martha Escalante¹ y Lucía Reguillo²

Autor de Correspondencia: opi02.op@ceia3.es

Resumen:

Nos encontramos ante un escenario cambiante lleno de desafíos globales con interconexión entre países. La dependencia de recursos fósiles y el agotamiento de los recursos naturales, configuran un panorama crítico que requiere de manera urgente que se adopten medidas a nivel de la sociedad y de los sectores público y privado. En este sentido, la bioeconomía, es una herramienta multidisciplinar y colaborativa para abordar los citados desafíos globales. Para su puesta en práctica, afrontada desde distintas perspectivas, la cooperación a nivel internacional de instituciones con objetivos comunes supone un importante paso para ser parte de tan importante y necesario cambio. En este contexto, se presenta este monográfico, que tiene como objetivo exponer el rol de la Red INNOVAGRO y ejemplificar su acción mediante posters, con la información útil y simplificada de los distintos miembros de la Red en el ámbito de la bioeconomía.

Palabras clave: competitividad, desarrollo sustentable, bioeconomía, Iberoamérica, cooperación

MONOGRAPH: The INNOVAGRO Network and the Bioeconomy

Martha Escalante¹ y Lucía Reguillo²

Abstract:

We are now facing a changing scenario full of global challenges characterised by an interconnection between countries. Dependence on fossil resources and the depletion of natural ones give rise to a critical panorama that urgently requires action by society and the public and private sectors. In this regard, the Bioeconomy, constitutes a multidisciplinary and collaborative tool to address these global challenges. In order to put it into practice from different perspectives, cooperation at the level of international institutions sharing common objectives is an important step towards this important and necessary shift. This monograph is presented in this context, aiming to make known the role of the INNOVAGRO Network and explain its actions through posters featuring useful and simplified information from the various members of the Network in the field of the Bioeconomy.

Keywords: Competitiveness, sustainable development, bioeconomy, Latin America, cooperation

¹ Red INNOVAGRO, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), (México), martha.escalante@iica.int



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa



1. LA RED INNOVAGRO Y LA BIOECONOMÍA

En la actualidad, el mundo se enfrenta a una serie de desafíos globales interconectados, tales como la dependencia de recursos fósiles, la seguridad alimentaria, el crecimiento demográfico, la globalización, los efectos del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la escasez de recursos naturales. Ante este escenario, es vital repensar nuestros modelos de producción y nuestros paradigmas de desarrollo, desde lo local hasta lo global que permitan garantizar sistemas agroalimentarios sostenibles a medio y largo plazo. La bioeconomía y su carácter transversal se configura como respuesta a un entorno actualmente preocupante y como una herramienta multidisciplinar y colaborativa para abordar los retos globales.

Ante el escenario anteriormente citado, se plantea la necesidad de superar la antigua visión del sector agropecuario como generador de bienes primarios y ver a la agricultura como la industria de la biomasa y el actor central de los nuevos tiempos en sociedades que aspiran a ser más eficientes en el uso de los recursos naturales y menos dependientes de los recursos fósiles. Para ello se requieren modelos productivos climáticamente responsables, en los que la bioeconomía expresa en buena medida esa visión transformadora para promover el desarrollo agrícola sostenible e inteligente, partiendo de la amplia base de recursos biológicos que poseemos (FAO. 2019).

En Iberoamérica diferentes países han apostado por poner en marcha iniciativas y políticas regionales y nacionales para promover la innovación orientada hacia una producción sostenible y la economía circular.

Con un carácter más global el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en su plan a mediano plazo 2018-2022 incluye como primer programa eje, el de "Bioeconomía y Desarrollo Productivo".

Por otro lado, en Europa, tanto a nivel comunitario como nacional o regional, se ha destacado la importancia y necesidad de la bioeconomía en el contexto actual. En este sentido, basándose en el Plan de Acción, 2018 publicado por la Comisión Europea, se ha lanzado una estrategia de bioeconomía que pivota sobre los pilares de dicho plan de acción: (i) fortalecer el sector con potencial en el desarrollo de productos bioeconómicos, (ii) una rápida implementación de bioeconomía local a lo largo de toda Europa y (iii) conocer los límites de la bioeconomía.

Por otro lado, según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, el peso del sector agroalimentario español en la Unión Europea aumentó en 2019 un 9,1% en comparación con el año anterior, siendo el primer productor en cítricos y aceite de oliva y quinto país que más aporta en valor bruto a la Unión Europea. España, por tanto, es un país clave en los compromisos internacionales adoptados en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas, en los que el sector agroalimentario y pesquero son piezas clave para el cumplimiento de gran parte de ellos.

Entidades públicas como el Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3, resultan estratégicas como así lo describen diversos documentos para el desarrollo de los nuevos modelos resilientes en el sector agroalimentario.

Para la Red de Gestión de la Innovación en el Sector Agroalimentario (Red INNOVAGRO) como plataforma que impulsa la innovación en los ecosistemas agroalimentarios de las economías rurales de los 15 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, España, Estados Unidos de América, Holanda, México, Nicaragua y República Dominicana) representados a través de sus 72 miembros del sector público y privado (Centros de investigación, instituciones del sector público, universidades, empresas, fundaciones, redes y sistemas regionales; organizaciones de la sociedad civil, organismos internacionales e instituciones



financieras), su objetivo es fortalecer la productividad, la competitividad y el desarrollo sustentable desde la perspectiva económica, social y ambiental.

Por ello, la bioeconomía es un tema prioritario que tiene sus bases en la innovación, el conocimiento, la transferencia de tecnología, los modelos sostenibles de producción, la seguridad alimentaria, el cuidado de los recursos naturales y el aprovechamiento biológico de éstos para encontrar soluciones innovadoras a los desafíos globales.

Diferentes tópicos de la bioeconomía se han venido tratando en los Encuentros Anuales de la Red, con el propósito de propiciar una reflexión que contribuya al diseño de estrategias y planes de acción para fortalecer los ecosistemas de innovación en los diferentes países. Como ejemplos de dichos encuentros, en 2019 la “Bioeconomía y los ecosistemas de innovación” constituyó el tema central del IX Encuentro de la Red Innovagro y en 2020, el título ha sido “Senderos de innovación para un sector agroalimentario sostenible y resiliente”. En ambos, tanto la innovación, la bioeconomía como la sostenibilidad son aspectos protagonistas de dichos encuentros, que consisten en seminarios, rutas de innovación y sesiones de networking que visibilizan la importancia del sector agroalimentario a nivel global y de la necesidad de crear alianzas internacionales que fortalezcan y promuevan los objetivos descritos con anterioridad.

Con objeto de aportar información útil que ejemplifique la cooperación en el marco de la Red INNOVAGRO, a continuación, se muestran los principales miembros de la Red que cuentan con un fuerte alineamiento con la Bioeconomía, y en cuyo contenido se expone una breve introducción de cada uno de ellos, proyectos e iniciativas relevantes y su alineamiento en la temática.

| SOCIO DE LA RED INNOVAGRO | PAÍS |
|--|-------------|
| BIOFÁBRICA S.XXI | MÉXICO |
| BIOKRONE. Excellence in biotechnology | MÉXICO |
| ceiA3 | ESPAÑA |
| CIMMYT. Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo | MÉXICO |
| CIREN CHILE. Centro internacional de recursos naturales | CHILE |
| CTA Y LA BIOECONOMÍA CIRCULAR. Corporación tecnológica de Andalucía | ESPAÑA |
| FITTACORI Y LA BIOECONOMÍA. Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica | COSTA RICA |
| FUNICA. Fundación para el desarrollo tecnológico agropecuario y forestal de Nicaragua | NICARAGUA |
| ICAT/UNAM. Instituto de ciencias aplicadas y tecnología/Universidad Nacional Autónoma de México | MÉXICO |
| IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura | COSTA RICA |
| SNIA. Sistema nacional de investigación agrícola | MÉXICO |
| TECNOVA CENTRO TECNOLÓGICO | ESPAÑA |
| UCR. Universidad de Costa Rica | COSTA RICA |
| UNALM. Universidad Nacional Agraria La Molina | PERÚ |
| AGROPOLO CAMPINAS-BRASIL VER | BRASIL |
| WUR. Wageningen University Research. | HOLANDA |



Biofábrica Siglo XXI

Biofábrica Siglo XXI se fundó en el año 2003 para abordar un problema creciente: La necesidad de buscar alternativas productivas, ecológicas y económicas para mejorar la producción agrícola. Estas alternativas las encontramos en la agro-biotecnología, que nos ofrece los instrumentos para una transformación radical del actual modelo de producción a uno más productivo y sustentable.

Biofábrica surgió a partir de un convenio de licencia tecnológica, celebrado con el Centro de Ciencias Genómicas, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Con este convenio la UNAM le transfirió a Biofábrica el uso del desarrollo biotecnológico que tenía más de 20 años de investigación. Este desarrollo se basa en el uso de microorganismos benéficos para la agricultura.

A partir de estos microorganismos benéficos licenciados por la UNAM, Biofábrica desarrolló sus primeros productos agro-biotecnológicos en el año 2004.

Desde nuestro origen, hemos tenido la función de articular la investigación científica con la producción agrícola, actualmente tenemos convenios de colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el Instituto Politécnico Nacional (IPN), con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), entre otras instituciones de Investigación de alto nivel del país.



El 24 de Mayo de 2019 inauguramos nuestra nueva planta de Investigación y Producción de Bioinsumos. Iniciando así una nueva etapa con la que buscamos impulsar un nuevo modelo de Agricultura Rentable y Sustentable, basado en el uso de la Agro-Biotecnología.

Logros

- Pionera en la producción de insumos biotecnológicos en México.
- Desarrollo de un esquema de innovación y desarrollo basado en la vinculación Investigación – Producción.
- Convenios de colaboración con las instituciones más importantes del país (y de América Latina).
- 200 mil hectáreas biofertilizadas anualmente.
- Reducción del uso de fertilizantes químicos de entre el 20 y el 50% en parcelas biofertilizadas.
- Reducción en el uso de pesticidas.

Objetivo

El desarrollo de alternativas a la producción agropecuaria, articulando el trabajo de la investigación científica con la producción, en una perspectiva económica, productiva y ecológica



El Dr. Marcel Morales, director general de Biofábrica y el Secretario de Agricultura (Izquierda) durante la inauguración de la planta de investigación y producción de Bioinsumos de Biofábrica Siglo XXI

Biofábrica y la Bioeconomía

El modelo de trabajo de Biofábrica se basa en el impulso de la Bioeconomía



Sedimentante + 50% F. Químico

100% Químico

Tenemos más de 15 años promoviendo el uso de la biotecnología para mejorar la sustentabilidad del campo mexicano.

Inicialmente nos especializamos en la investigación, desarrollo y comercialización de Inoculantes Benéficos (Biofertilizantes) para reducir el uso de agroquímicos y elevar el rendimiento, calidad y sanidad de las cosechas. Actualmente tenemos proyectos de Investigación y Desarrollo y proyectos para el impulso de la Agro-Biotecnología como alternativa para mejorar la producción agrícola Mexicana

Programa de Agricultura sustentable

Es un programa integrador que vincula al sector académico, gubernamental y productivo para transformar el sistema de producción agrícola en el país. En la primera etapa arrancará en el Estado de Morelos, líder en la producción de diversos cultivos agrícolas.

Nuestra propuesta es que es posible incrementar la rentabilidad y sustentabilidad de los cultivos mediante el uso de la biotecnología y otras prácticas de conservación. Este proyecto propone:

- Disminuir la fertilización química en un 70 – 80%
- Disminuir y en algunos casos eliminar el uso de pesticidas
- Incrementar la rentabilidad de los cultivos mediante:
 - La disminución de los costos de producción
 - El incremento en el rendimiento de los cultivos
 - Incrementar los ingresos derivados del aumento en la calidad, sanidad e inocuidad de los cultivos
- Utilizar prácticas y tecnologías que fomenten la conservación y restauración de los suelos agrícolas.
 - Promover la captura de carbono en las parcelas agrícolas. Esto permitirá
 - Disminuir los gases de efecto invernadero
 - Aumentar la materia orgánica del suelo

El objetivo es traducir este programa en políticas públicas para mejorar la sustentabilidad y rentabilidad de los cultivos mediante el uso de la biotecnología



Durante la Inauguración de la Planta de Bioinsumos de Biofábrica se realizó la firma del convenio para el impulso de una agricultura rentable y sustentable, entre el gobierno del Estado de Morelos y la Financiera Nacional de Desarrollo.

Biotechnologías y prácticas del paquete tecnológico impulsado en el Programa de Agricultura sustentable

- Biofertilizantes (Inoculantes para la promoción del crecimiento y regeneración del suelo)
- Biopesticidas (Inoculantes para el control de plagas y enfermedades)
- Bioencapsulados de lenta liberación de fertilizantes. Son tecnologías biológicas basadas en el uso de compuestos orgánicos que secuestran los fertilizantes y los liberan lentamente.
- Minerales no procesados químicamente
- Biocarbón
- Compost (producida mediante el aprovechamiento de recursos regionales)
- Labranza de conservación
- Abonos verdes

Proyectos e iniciativas

Nuestro modelo de vinculación entre Instituciones académicas, empresas de base biotecnológica, entidades gubernamentales y productores agrícolas nos ha permitido desarrollar proyectos en varias líneas, los siguientes son algunos de nuestros proyectos principales:

- Programa de Agricultura Rentable y Sustentable (descrito arriba)
- Investigación y Desarrollo de Bioinsumos Agrícolas
 - Desarrollo de Bioencapsulados de lenta liberación de fertilizantes químicos.
 - Aprovechamiento de recursos regionales para la elaboración de compostas inoculadas con Biofertilizantes y Biopesticidas.
 - Aislamiento y selección de Cepas microbianas de alta efectividad.
 - Cepas promotoras de crecimiento vegetal.
 - Cepas para el control de plagas y enfermedades.
 - Desarrollo de procesos de producción industrial de productos Agro-biotecnológicos.
 - Formulación de nuevos productos Agro-biotecnológicos
- Capacitación y transferencias de tecnología
 - Formación de técnicos especializados en el uso y manejo de agro-biotecnologías.
- Establecimiento de parcelas experimentales y demostrativas
 - Seguimiento de resultados en cultivo:
 - Evaluación de Rendimiento, calidad y sanidad de los cultivos.
 - Seguimiento de resultados en suelo:
 - Evaluación de diversidad y actividad microbiana del suelo
 - Evaluación de Fertilidad
 - Evaluación de Estructura (Agregados del suelo)
 - Evaluación de captura de carbono en el suelo.
 - Materia orgánica del suelo
 - Carbono orgánico del suelo

www.biofabrica.com.mx

Dr. Marcel Morales Ibarra, Director General
marcel.morales@biofabrica.com.mx | contact@biofabrica.com.mx
(52) 55 5550 3850 – 55 5550 2827



Resultados

En 15 años de trabajo con inoculantes microbianos, comprobamos que el efecto sobre los cultivos es holístico, ya que no sólo tienen efectos nutricionales, también mejoran la calidad y la sanidad de los cultivos. Un ejemplo es la resistencia que inducen sobre la roya del café (derecha), enfermedad que devastó a este cultivo en México, mermando más del 50% a la producción nacional.

Resultados en Campo



Calidad

Rendimiento

Sanidad

Resultados in vitro



Efecto sobre la regeneración de la estructura del suelo



ACTIVIDAD MICROBIANA

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE B-GLUCOSIDASA

Resultados promedios (datos 2018)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Actividad enzimática en parcelas biofertilizadas y control (Biotecnología vs. Agroquímico)

Investigación realizada con el

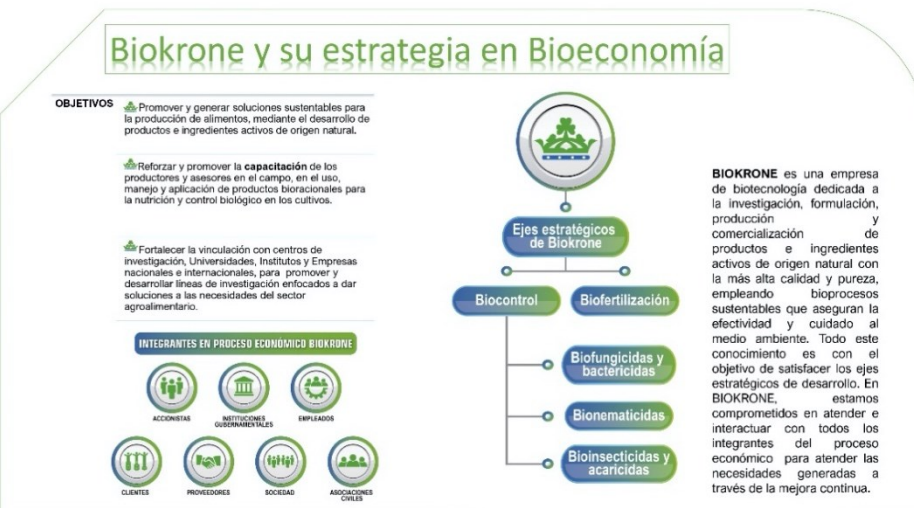
Centro de Investigación

En Biotecnología y Alimentos

Agua, Piel y Ambiente del

Instituto de Investigaciones

Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)



Impacto: social, ambiental y económico



Equipo Biokrone



Contacto:

[f /biokrone](https://www.facebook.com/biokrone)
www.biokrone.com
ventas@biokrone.com

Impactos y resultados



40 GRADOS ACADÉMICOS



2 RECONOCIMIENTOS NACIONALES



23% RENTABILIDAD



2 RECONOCIMIENTOS INTERNACIONALES



20% CRECIMIENTO ANUAL DE VENTAS GLOBALES

ceiA3

El Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), integrado por las Universidades de Almería, Cádiz, Córdoba, Huelva y Jaén, con el IFAPA y el CSIC como centros asociados, tiene el reconocimiento internacional como centro de referencia en agroalimentación. El campus cuenta con un órgano de gestión propio, el consorcio ceiA3, que tiene entre sus objetivos promover formación, transferencia, internacionalización e interconexión en el sector agroalimentario de los Investigadores adscritos al campus, y donde destaca la **bioeconomía** entre sus líneas estratégicas de especialización.

5 UNIVERSIDADES



CSIC



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJO REGULADOR DE LA PRODUCCIÓN DE VINO DE CALIDAD

2 CENTROS DE INVESTIGACIÓN

+DE 300 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

+DE 3000 INVESTIGADORES

EJES ESTRATÉGICOS

- Formación
- Investigación, Innovación y Transferencia del Conocimiento del Sector Empresarial
- Interacción con el entorno territorial y la sociedad
- Internacionalización



ceiA3 y la bioeconomía

Objetivos Alineamiento con las políticas regionales y europeas

Visibilizar y posicionar a nivel europeo y nacional la **investigación e innovación de excelencia** llevada a cabo en las universidades y centros asociados del ceiA3.

Reforzar y promover **formación y capacitación** de los investigadores/as y alumnos y la **empleabilidad** de egresados de Universidades ceiA3.

Promover y fortalecer **transferencia de conocimiento** y la **divulgación a la Sociedad**.

Grupo Bioeconomía ceiA3

Grupo Dinamizador

Investigadores activos reuniones periódicas-asesoramiento e intercambio de ideas.

Grupo Expertos

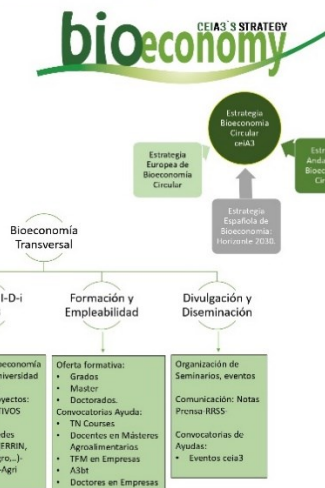
Investigadores con iniciativas en marcha y generen expertise ceiA3.

Grupo Observadores

Investigadores interesados en info sobre bioeconomía.

CEIA3 CLÚSTER LINEAS ESTRATÉGICAS

Alimentación y Salud
Agricultura Sostenible
Biotecnología Animal
Biotecnología Vegetal
Seguridad Alimentaria
Tecnología Agroalimentaria y Bioenergía
Economía y Derecho Agroalimentario



Proyectos e iniciativas

Investigadores y universidades del ceiA3 han participado en numerosos proyectos nacionales e internacionales en el ámbito de la Bioeconomía que avalan el potencial del campus en la materia. A título de ejemplo se citan algunos de los proyectos vigentes que cuentan con la participación directa del consorcio ceiA3 junto con sus Grupos de Investigación:



Formación y publicaciones

Las universidades del ceiA3 ofertan una amplia variedad de formación de Grado y Máster, contando con las siguientes titulaciones en el ámbito de la Bioeconomía:



✓ 23 GRADOS



✓ 35 MÁSTERES

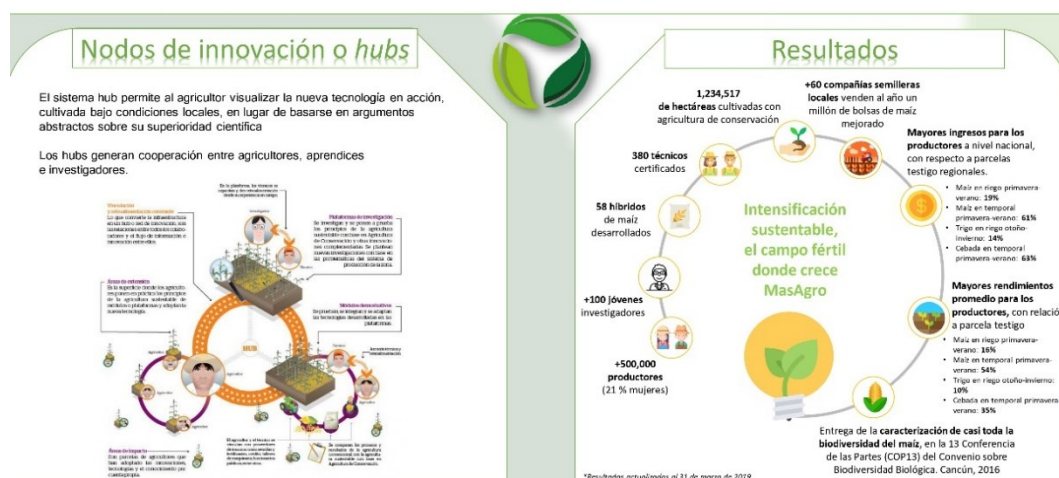
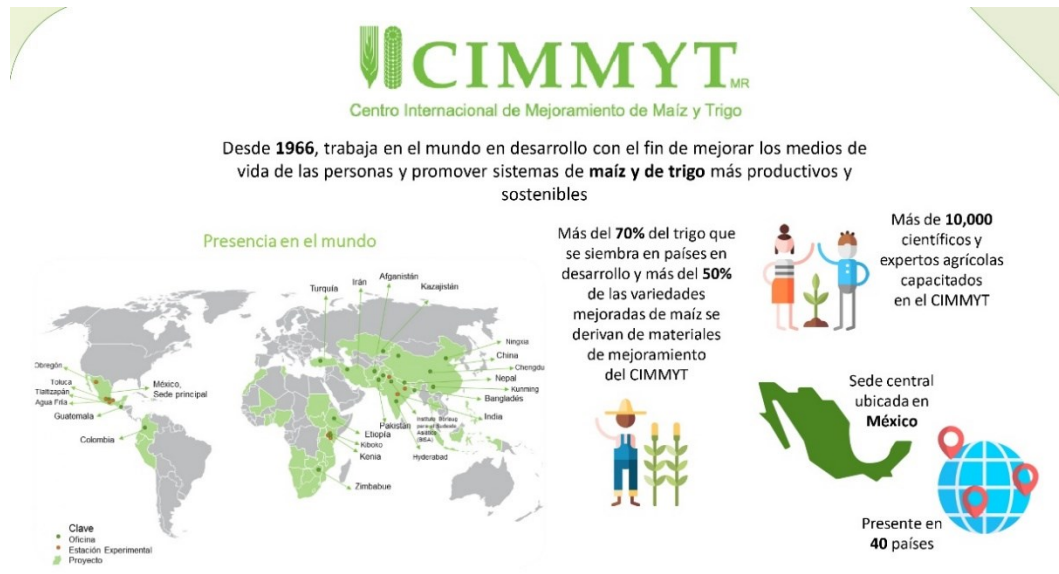


✓ 20 PROGRAMAS DE DOCTORADO

www.ceia3.es

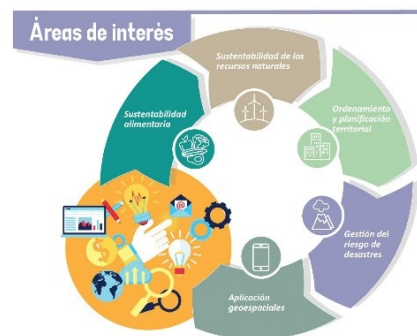
Redes, Alianzas, y Redes

Campus de Excelencia Internacional en Agroalimentación



CIREN CHILE

El Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN, es un instituto tecnológico que por más de 30 años ha proporcionado información de valor sobre los recursos naturales y productivos de Chile. Como servicio de apoyo al Ministerio de Agricultura, trabaja para asegurar la calidad en la provisión de bienes públicos y en la generación de nuevos productos y servicios de alto valor, que contribuyan a la planificación, toma de decisiones y diseño de políticas de desarrollo productivo y de ordenamiento territorial.



- ✓ Mas de 30 años de experiencia
- ✓ Alto nivel tecnológico y profesional
- ✓ Poseedor de la mayor base de datos georreferenciada de suelos, recursos hídricos y forestales.
- ✓ Realizadores a nivel nacional de catastro frutícola y de propiedad rural.
- ✓ Premio INNOVAGRO 2018 categoría innovación institucional

CIREN y la Bioeconomía

Objetivos

- Desarrollar un sistema de monitoreo basado en el uso de tecnologías de teledetección y análisis, que permitan la actualización periódica de la información sobre granjas hortícolas en cada región.
- Caracterizar y cuantificar el sector hortícola de cada región con el fin de conocer sus fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades, teniendo en cuenta los factores naturales, productivos y comerciales en los que se desarrollan.
- Incorporar la plataforma web SITMHOR (Sistema de Información Territorial para el monitoreo hortícola), que permite visualizar, analizar y difundir información productiva hortícola, haciendo posible el acceso al conocimiento actualizado.



Análisis de balance hídrico para la región de Valparaíso

Este proyecto generó información para contribuir a:

- ✓ Determinar la evolución espaciotemporal de las zonas irrigadas en la región de Valparaíso, entre los años 2005-2016.
- ✓ Determinar la relación oferta-demanda de agua de riego en el sector agrícola.
- ✓ Estimar la variación de los indicadores económicos del producto agrícola regional, dependiendo del suministro de agua.



Proyectos e iniciativas

- CIREN desarrolla diferentes proyectos a lo largo de Chile, no solamente relacionados con la bioeconomía, sino que también ligados al ordenamiento territorial, la gestión de desastres siconnaturales, la reconversión productiva, entre otros



Formación y Capacitaciones

- La institución realiza continuamente capacitaciones orientadas a la utilización experimental y práctica sobre el mundo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para su uso en estudios, proyectos y catastros territoriales, tanto para particulares, como funcionarios públicos del Estado de Chile.



CTA y la bioeconomía circular

Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA) es una fundación privada con más de 160 empresas miembros y más de 13 años de experiencia, impulsada en su origen por la Junta de Andalucía, con gestión privada y dedicada al fomento de la I+D+i empresarial y la transferencia de tecnología. CTA mantiene una firme apuesta por la bioeconomía circular desde hace varios años. Financia proyectos empresariales de I+D+i con fondos propios en este ámbito, organiza eventos sobre esta temática para movilizar nuevos proyectos e impulsar este sector desde Andalucía y ha asesorado a las Administraciones Públicas en el desarrollo de sus estrategias de bioeconomía y economía circular. Además, ofrece apoyo técnico y legal en procesos de Compra Pública de Innovación "verde" (Green Public Procurement) y participa en proyectos europeos que promueven la bioeconomía circular. Como miembro del BioIndustries Consortium (BIC), CTA participa en el diseño de los programas europeos de financiación en bioeconomía de la BioBased Industries Joint Undertaking (BBI JU).

Proyectos de bioeconomía circular donde participa CTA

Superbio



Cofinanciado por el Programa "Horizonte 2020" de la Unión Europea

SuperBIO es un proyecto con 10 socios de 6 países europeos y financiado por el programa Horizonte 2020. SuperBIO ha construido más de 40 nuevas cadenas de valor innovadoras en bioeconomía de carácter internacional. Ha prestado servicios de innovación, financiados al menos en un 75%, a más de 37 pymes para madurar sus modelos de negocio y dar lugar a cerca de 40 nuevas tecnologías, bioprocesos y bioproductos.

<http://www.h2020-superbio.eu/>

ICT-Biochain



Bio-based Industries Consortium



Cofinanciado por el Programa "Horizonte 2020" de la Unión Europea

La Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía y CTA participan, junto a otros 6 socios, en el proyecto europeo ICT-BIOCHAIN, financiado por la iniciativa conjunta BBI JU en el marco de Horizonte 2020, para impulsar la digitalización de las cadenas de suministro de biomasa. El proyecto lanzará dos Digital Innovation Hubs, uno de los cuales se ubicará en Andalucía como región piloto.

<https://ictbiochain.eu/>

EXComsEED



Bio-based Industries Consortium



Cofinanciado por el Programa "Horizonte 2020" de la Unión Europea

El proyecto EXComsEED aglutina a 13 socios de 8 países europeos y cuenta con un presupuesto de 7,2 M€ para desarrollar tecnologías sostenibles que permitan obtener ingredientes funcionales para alimentación, productos químicos y cosmética a partir de los efluentes secundarios de biorrefinerías de maíz, bioetanol y biodiésel. CTA lidera los análisis de sostenibilidad y las tareas de explotación de resultados del proyecto.

<https://www.excomseed.eu/>

UrBIOfuture



Bio-based Industries Consortium



Cofinanciado por el Programa "Horizonte 2020" de la Unión Europea

El proyecto UrBIOfuture, con un presupuesto de cerca de 1M€ cofinanciado por la BBI JU en el marco de H2020, pretende fomentar la educación europea en bioeconomía a través de la creación de carreras universitarias, nuevos programas formativos y actividades de investigación en un sector en pleno crecimiento.

<https://www.urbiofuture.eu/>

EMPORIA4KT



El proyecto europeo EMPORIA4KT, financiado por el programa Interreg-Espacio Atlántico, centrará sus esfuerzos en ayudar a transferir los resultados de investigación para crear valor e impulsar la Economía Azul europea, que es aquella que representa todas las actividades económicas relacionadas con los océanos, mares y zonas costeras e incluye industrias como la pesca, la construcción naval, el turismo y la energía oceánica.

[@EMPORIAKT](https://twitter.com/EMPORIAKT)



Contacta con CTA

www.corporaciontecnologica.com | (+34) 954 46 13 52

bioeconomia@corporaciontecnologica.com



La Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI), es el ente financiero del Sistema Nacional de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (SNITTA). Es una Fundación privada de utilidad pública, sin fines de lucro, que tiene como misión contribuir al desarrollo agropecuario de Costa Rica a través del fomento de la innovación y la transferencia de la ciencia y la tecnología agropecuaria.



FITTACORI
Brazo Financiero

• PITTAS
(Programas de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria)

o Identifican, integran y priorizan las necesidades de innovación, investigación y transferencia de tecnología en las actividades productivas consideradas, de forma conjunta con instituciones del sector agropecuario y los productores.



FITTACORI y la bioeconomía



• Los proyectos de la Fundación están vinculados a los ODS y las políticas del sector, con el fin de responder a las necesidades agropecuarias presentes y futuras del país utilizando tecnología innovadora, e integrando:

- o Estimulo de nuevos mercados
- o Desarrollo de estrategias productivas
- o Fortalecimiento del encadenamiento de la producción
- o Transferencia del conocimiento y tecnologías generadas
- o Interdisciplinariedad
- o Sostenibilidad ambiental
- o Impacto socioeconómico

Proyectos

Investigadores(as) y productores(as) de diversas áreas trabajando juntos(as) en más de 90 proyectos agropecuarios.



Formación y publicaciones

- ✓ Más de 42 000 Productores(as) y técnicos(as) capacitados(as)
- ✓ Más de 100 Publicaciones



www.fittacori.or.cr

<https://es-la.facebook.com/Fittacori/>

Correo: info@fittacori.or.cr

FUNICA

La Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA) es una fundación de naturaleza civil, apolítica y sin fines de lucro, con personalidad jurídica y gobierno propio, constituida por 24 instituciones del sector público y privado que incluyen gremios de productores agropecuarios y forestales, universidades, ONG y asociaciones de profesionales de las ciencias agropecuarias. Constituida según escritura No 7 del 01 de Noviembre del 2000 y Decreto legislativo No. 2867 del 5 de Abril del 2001, publicado en la Gaceta No. 71 del 17 de Abril del 2001.



MISION: Contribuir al crecimiento económico inclusivo y sostenible de las poblaciones rurales mediante la gestión del conocimiento para la innovación tecnológica de servicios y procesos.

VISION: Ser un referente en la gestión de la innovación agropecuaria y forestal, en el sector rural.

Con quienes trabaja FUNICA:

- ❑ Productores individuales organizados en cooperativas, asociaciones de productores, técnicos, empresas oferentes de productos y servicios tecnológicos, micro empresas rurales, emprendedoras rurales, grupos de mujeres y jóvenes rurales.
- ❑ Articula alianzas estratégicas con actores de las diferentes cadenas de valor para complementar servicios tecnológicos que promuevan la innovación. Además apoya a otros actores públicos y privados tales como universidades, ONG, centro de formación técnica y profesionales individuales para promover las innovaciones tecnológicas.

Redes Miembro:

- ❑ Red Latinoamericana para Servicios de Extensión Rural (RELASER).
- ❑ Red INNOVAGRO, Foro Global para los Servicios de Asesoría Rural (GFRAS).
- ❑ Red Nacional de Información y Documentación Agraria de Nicaragua (RENIDA)

Programas y logros

Programas y acciones:

- ❑ Fomento de asistencia técnica, productos y servicios tecnológicos en la cadena de valor, para asegurar que los productores adopten nuevas tecnologías en sus sistemas de producción, transformación y comercialización.
- ❑ Emprendimiento rural y desarrollo empresarial, centrado en desarrollar e impulsar la asociatividad, el movimiento de empresas rurales, autogestionarias y eficientes.
- ❑ Desarrollo institucional de FUNICA y sus asociados, orientado a la consolidación de la Fundación.

Experiencia en implementación de proyectos y programas:

La fundación ha invertido fondos para el mejoramiento de capacidades productivas y de mercado de pequeños y medianos productores (as). Promover el mercado de tecnologías en los oferentes y demandantes, gestión del conocimiento. La finalidad es contribuir al mejoramiento de sus ingresos y el nivel de vida de familias en condiciones climáticamente adversas con equidad de género. Todo esto con el apoyo de las organizaciones como: Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Cooperación al Desarrollo de Dinamarca (DANIDA), Reino de los Países Bajos de Holanda, Fundación Ford, Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Banco Mundial, JICA, Rainforest Alliance/UTZ, CAINCO-Unión Europea.

Logros obtenidos:

- ❑ Las familias apoyadas por FUNICA han logrado cambios en su condición de vida, mejorando su autoempleo y sus ingresos económicos.
- ❑ Aportes sustanciales en conocimiento para la construcción de políticas y estrategias nacionales para los servicios de extensión e investigación.
- ❑ Construcción de una plataforma de diálogo y consenso que articula a los principales actores del sector.
- ❑ Consolidación del mercado de servicios y tecnologías.
- ❑ Articulación del sistema de investigación agropecuaria y forestal a la extensión.
- ❑ Incremento de la oferta de diferentes servicios de asistencia técnica, empresariales y tecnológicas, beneficiando a más de 300 organizaciones y 30 mil familias nicaragüenses.
- ❑ Disponibilidad de tecnologías amigables con el medio ambiente, a bajos costos y en diferentes zonas del país, para más de 40 mil familias productoras.

Productos y servicios

- ❑ Ofrecemos incentivos para desarrollar el mercado de servicios tecnológicos a los actores. las cadenas de valor; administración de fondos competitivos, formulación de proyectos y planes de negocios.
- ❑ Servicios de desarrollo empresarial rural a través del Centro de Gestión e Innovación empresarial (CGIE-FUNICA); análisis técnico, económico y financiero de rubros y servicios especializados; capacitación, formación vocacional y transferencia de tecnología.
- ❑ Asesorías de expertos especializados en temas de sistemas de innovación agrícola, prospección tecnológica, empresarial y de negocios.
- ❑ Promovemos la conformación de alianza y redes para asegurar el abordaje integral de los rubros agropecuarios
- ❑ Desarrollamos capacidades para la investigación agropecuaria y forestal; estudios de mercado de productos y servicios agropecuarios, sectoriales y sub sectoriales para políticas y estrategias.
- ❑ Asistencia a través de la Escuela de Negocio; Asistencia técnica para producción y comercialización en rubros agropecuarios.
- ❑ Fomentamos el desarrollo empresarial a cooperativas y emprendedores individuales; Gestión y desarrollo organizacional de cooperativas de base; fortalecimiento de capacidades de las cooperativas y emprendedores individuales.



Publicaciones

- ❑ Nicaragua; Tecnología Agropecuaria. Su rol en una política del sector agropecuaria
- ❑ La demanda manda. Igual de oportunidades de género en el Fondo de Asistencia Técnica.
- ❑ Evolución del Fondo de Asistencia Técnica en Las Segovias 2004-2009
- ❑ Fondo de Asistencia Técnica. Experiencias de la primera fase y futuras acciones
- ❑ Un servicio de atención básica de salud de plantas.
- ❑ Para combatir el hambre y la pobreza. Experiencias de FUNICA en la implementación del Bono Productivo Alimentario en el occidente de Nicaragua.
- ❑ Estudio de Impacto de los servicios de asistencia técnica en el occidente del país.
- ❑ Servicios y tecnologías agrícolas en Las Segovias: una valoración externa del estado actual.
- ❑ Experiencias en el desarrollo de mercados locales de tecnologías agropecuarias.
- ❑ Guía metodológica para la formulación de planes de negocios de iniciativas de Tecnologías Agropecuarias.
- ❑ Cd catálogo de tecnologías Agropecuarias y Forestales.
- ❑ Sistematización de las experiencias de FUNICA en el desarrollo de mercados locales de tecnologías 2006-2008
- ❑ Contacto www.funica.org.ni, correo electrónico: comunicacion@funica.org.ni



GGEI/ICAT-UNAM



El Grupo Gestión Estratégica de la Innovación (GGEI) forma parte del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Liderado por los doctores **José Luis Solleiro** y **Rosario Castañón**, el GGEI tiene por objetivo desarrollar metodologías, modelos y análisis de casos, entre otras contribuciones académicas, originales y relevantes para la gestión estratégica de la innovación en diferentes instituciones, así como promover la aplicación de los conocimientos generados a través de la prestación de servicios especializados y la formación de recursos humanos en diversos sectores.



Integrantes del grupo



José Luis Solleiro



Rosario Castañón



Norma Solís



Erendira Velázquez



Laura Martínez

Líneas de investigación

- Políticas de innovación
- Gestión de transferencia de tecnología
- Sistemas regionales de innovación
- Vinculación universidad-empresa
- Gestión de la innovación tecnológica

Premio INNOVAGRO 2016

La Red INNOVAGRO otorga el presente
DIPLOMA
3^{er} LUGAR EN INNOVACIÓN INSTITUCIONAL
A el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
de la UNAM
por su innovación tecnológica institucional impulsada por el Grupo de Gestión Estratégica de la Innovación (GGEI) del ICAT-UNAM.
Gracias a su valiosa aportación, nuestro sector agroalimentario está más productivo, competitivo, sustentable e incluyente.
(Guatemala, México 10 de agosto de 2016)

*Nota: el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico se transfirió a ICAT en el año 2016.

GGEI y la bioeconomía



Grupo Gestión Estratégica de la Innovación

1

En 2010, el GGEI como parte de sus actividades en el marco del "Diseño del marco estratégico para la estructuración del Sistema Estatal de Innovación y la implementación de la Agenda de Innovación del Estado de México" participó en la identificación y el diseño preliminar de proyectos enfocados en obtener las necesidades en materia agroalimentaria.



Derivado de sus líneas de investigación en sistemas regionales de innovación y políticas de innovación, el GGEI elaboró, en 2014, como parte de una iniciativa del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), cuatro agendas estatales y una regional de innovación cuyo objetivo fue identificar sectores prioritarios y proyectos de innovación que contribuyeran a potenciar el desarrollo económico a partir de la innovación dentro de los sectores considerados estratégicos dentro del agroalimentario. Estos documentos comprenden estudios de tendencias tecnológicas.

2

Escanea estos códigos QR y tendrás las versiones digitales de las agendas



Proyectos e iniciativas

Los proyectos de investigación realizados en el GGEI tienen como ejes centrales la tecnología e innovación. En el caso específico del sector agroalimentario, los proyectos más recientes muestran las siguientes particularidades:

- Enfoque hacia la articulación de los diferentes actores del sistema de innovación
- Fomento de prácticas de producción sustentable
- Participación activa del sector productivo (especialmente de pequeñas empresas)
- Adición de valor mediante trabajos vinculados con instituciones de educación superior y centros de investigación
- Obtención de financiamiento público para el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica



Creación de valor en la producción de agave en México, dentro del marco global.



Entorno del proceso de la obtención de gramo, ciclo: Fomento de nuevas empresas agroalimentarias sostenibles.



Estadística preliminar de la oferta de los tipos de agave para la producción de diferentes tipos de agave.



En el marco del "Estudio sobre Innovación, Transferencia de Tecnología y Extensionismo en México", que puso en marcha el ICAT a través de la Red Innovagro, en 2012, los integrantes del GGEI coordinaron la gira de estudio sobre buenas prácticas de extensionismo, transferencia de tecnología e innovación con la finalidad de promover el intercambio de experiencias entre extensionistas mexicanos y argentinos.

Contacto

solleiro@unam.mx
rosario@unam.mx
(55) 55228802 ext.1146

Formación y publicaciones

Algunos de los resultados de las investigaciones del GGEI se han plasmado en diversos memorios de congresos, artículos de revistas y libros publicados.



En materia de formación académica y capacitación, la experiencia del GGEI es amplia en temas relacionados con la bioeconomía, como lo es la transferencia de tecnologías agroalimentarias y ambientales. Dos eventos a destacar son los derivados de la colaboración de la UNAM con el ICAT, es la organización del "Diplomado en gestión de la innovación del sector agroalimentario" (cuya versión presencial se realizó en 2012 en las instalaciones del ICAT) y la participación como ponentes en el curso en línea "Innovación Agroalimentaria".



DIPLOMADO
en gestión de la innovación
en el sector agroalimentario

Duración
400 horas

18 alumnos de
México, Argentina,
El Salvador y
España

42 ponentes procedentes de México,
Paraguay, Argentina,
Brasil, Chile y
Costa Rica



El **IICA** es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano. Su misión es estimular, promover y apoyar los esfuerzos de los estados miembros para lograr su desarrollo agrícola y el bienestar rural por medio de la cooperación técnica internacional de excelencia.

76

años de historia



34 países miembros en las Américas



España es país asociado y es la sede de la Oficina Permanente para Europa (OPE), ubicada en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en Madrid.

19 países observadores en Europa y Asia.

La Junta Interamericana de Agricultura es su máximo órgano de gobierno, compuesta por Ministros y Secretarios de Agricultura de los 34 países miembros.

Más de **650** técnicos y especialistas en agricultura y más de **2.500** consultores

El modelo de cooperación técnica del **IICA** se fundamenta en **5 programas hemisféricos** y **dos ejes transversales**:

Bioeconomía y Desarrollo Productivo

Desarrollo Territorial y Agricultura Familiar

Comercio Internacional e Integración Regional

Cambio Climático, Recursos Naturales y Gestión de Riesgos Productivos

Sanidad Agropecuaria, Inocuidad y Calidad de los Alimentos

Ejes transversales:
• Género y juventud
• Innovación y tecnología

Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo del IICA



El **Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo** del IICA tiene como lineamientos impulsar la visión, las políticas y las innovaciones que propicien el desarrollo basado en la bioeconomía, así como el desarrollo basado en cadenas productivas de este sector.

Áreas de trabajo del programa

- **Evidencia, sensibilización y formación de capacidades:** investigaciones, estudios, talleres, seminarios y cursos para fomentar capacidades orientadas a nuevos aprovechamientos de la bioeconomía en tomadores de decisión y actores del sector agrícola y rural.
- **Hojas de ruta:** formulación e implementación de herramientas para la construcción de hojas de ruta diferenciadas por país para aprovechar la bioeconomía.
- **Marcos políticos, regulatorios y normativos:** apoyo a gestión de políticas, normativas y estímulos de mercado que viabilicen y posibiliten nuevos usos productivos de la bioeconomía en la agricultura y el mundo rural.
- **Inversiones y estrategias en cadenas:** apoyo al diseño e implementación de estrategias, proyectos e inversiones para fomentar nuevos modelos de negocios de la bioeconomía en los territorios rurales y las cadenas de valor de la agricultura.

Fortalezas del IICA para alianzas estratégicas y proyectos



- Alta presencia técnica y política en **34 países** de las Américas.



- Coordinación con **mecanismos de cooperación e integración regional**, como CAS, CAC, CARDI, CATIE y SICA, entre otros.



- **Articulación** con actores nacionales y regionales para consorcios internacionales.



- Formulación de proyectos para **financiación internacional**: BID, UE, Banco Mundial, entre otros.



- Interacción con **redes de conocimiento** como INNOVAGRO, CIAO, CGIAR, GBS, ICABR, etc.



- **Trabajo conjunto** con socios internacionales como CIRAD, CIAT, FAO, CEPAL, Fraunhofer, etc.



- Relacionamento con **sector privado nacional y transnacional**, por ejemplo con Bayer y Microsoft.

Actividades 2019

| Área | Evidencia, sensibilización y formación de capacidades | Hojas de ruta | Marcos normativos y políticas | Inversiones y estrategias para las cadenas |
|--------------------------------|--|---|--|--|
| Hemisféricos | <ul style="list-style-type: none"> • Estimación de bioeconomía al desarrollo • Curso virtual bioeconomía en América Latina y el Caribe (ALC) • Documento para Reunión Ministerial • Policy brief: Bioeconomía en ALC • Seminario Allbiotech • Webinars | Guía para construcción de hojas de ruta de aprovechamiento de la bioeconomía en la agricultura y los territorios rurales. | <ul style="list-style-type: none"> • Guía para análisis de marcos normativos y políticas para fomento de la bioeconomía • Observatorios para la bioeconomía en ALC | <ul style="list-style-type: none"> • Guías para construcción de modelos de negocios de la bioeconomía en las cadenas y territorios • Prospección tecnológica para nuevos aprovechamientos de la bioeconomía. |
| Regionales y nacionales | Organización de talleres, seminarios, cursos virtuales y giras de campo para sensibilización y formación de capacidades para aprovechamiento de bioeconomía en 14 países de ALC. | Identificación de aprovechamientos de bioeconomía en Bolivia, Costa Rica y Ecuador. | Apoyo al fortalecimiento de políticas para la bioeconomía en Argentina, Belice, Costa Rica, Ecuador y Uruguay. | Estrategias para modelos de negocios de la bioeconomía en cadenas de café, cacao, aguacate y miel en ocho países de ALC. |

Contactos

Costa Rica: Hugo Chavarria • hugo.chavarria@iica.int • Gerente Programa Bioeconomía y Desarrollo Productivo
México: Martha Escalante • martha.escalante@iica.int • Secretaria Ejecutiva Red INNOVAGRO
España: Soraya Villarroya • soraya.villarroya@iica.int • Coordinadora OPE

Más información: www.iica.int • www.redinnovagro.in/bioeconomia.php

El Programa Sistema Nacional de Investigación Agrícola (SNIA), es un programa de la Secretaría de Agricultura Y Desarrollo Rural (SADER), dirigido al desarrollo e innovación de oferta tecnológica del sector agroalimentario. Busca que los productores tengan acceso a dicha tecnología e incrementen su producción y competitividad en el mercado nacional e internacional. El programa se compone de dos instrumentos de política, el fideicomiso público "Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos, (Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT)" y el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT). El primero tiene por objeto financiar el gasto y las inversiones de los proyectos de investigación en las áreas requiera el sector agroalimentario y pesquero, el segundo, coordinar las acciones de instituciones y organismos que realicen y promuevan actividades de investigación científica en la rama agropecuaria.

PRINCIPALES UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN



Fondo SAGARPA- CONACYT

Fondo Sectorial

Los Fondos Sectoriales son Fideicomisos que las Dependencias y Entidades conjuntamente con el CONACYT constituyen con el objeto de destinar recursos para la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente.

Objetivo

Promover el desarrollo y la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas en beneficio de los sectores.

Población objetivo

A las universidades e instituciones de educación superior públicas y particulares, centros, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas que puedan brindar soluciones científicas y/o tecnológicas a las problemáticas de los sectores.

Cómo acceder

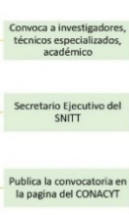
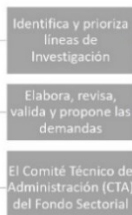
La información necesaria para acceder a los fondos sectoriales se encuentra en las convocatorias de cada uno de ellos

TEMAS FUNDAMENTALES

- Agrícola
- Pecuaria
- Acuicultura
- Biotecnología
- Recursos Genéticos
- Otros de interés nacional



SNITT Y FONDO SECTORIAL



SNITT

Coordina y Concerta las acciones de instituciones públicas, organismos sociales y privados que promuevan y realicen actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico, validación y transferencia de conocimientos en la rama agropecuaria, tendientes a la identificación y atención tanto de los grandes problemas nacionales en la materia como de las necesidades inmediatas de los productores y demás agentes de la sociedad rural respecto de sus actividades agropecuarias.



Contactos

Teléfono
01(55) 38711000 Ext. 34430

Correo
quetzalcoatl.uribe@sader.gob.mx

Centro Tecnológico Tecnova

La Fundación para las Tecnologías Auxiliares de la Agricultura es el **Centro Tecnológico de la Industria Auxiliar de la Agricultura, la Postcosecha y el Envasado**, aportando valor, a través de la innovación y la tecnología, a la cadena de valor de las frutas y hortalizas, desde la producción hasta la tecnología post-cosecha y transformación de alimentos.

- Se creó en 2001.
- Centro Tecnológico Andaluz desde 2007
- Centro Tecnológico Nacional desde 2015.
- Agente local de la Red PIDi perteneciente al CDTI.
- Oficina de proyectos europeos.
- Entidad de Transferencia de la Tecnología y el Conocimiento Andaluza
- OTRI nº registro 236 reconocido por Ministerio de Economía y Competitividad.



Conforma un **Cluster de la agroindustria**, con diferentes agentes del sector y 105 empresas de los diferentes subsectores de la Industria Auxiliar de la Agricultura, que aportan innovaciones a la cadena de valor agroalimentaria.

CT Tecnova y la bioeconomía

CT TECNOVA ofrece al sector:

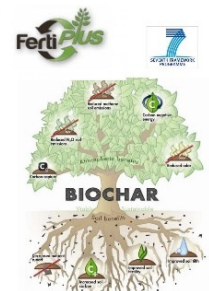
- Un equipo de 25 investigadores especializado.
- Involucración en iniciativas internacionales en el marco de la bioeconomía y contacto con los principales agentes europeos.
- Instalaciones para la I+D+i y el desarrollo de cadenas de valor en la bioeconomía:



Miembros del Cluster de Bioeconomía Andaluza



Proyectos e iniciativas



La Universidad de Costa Rica es una institución de educación superior y cultura dedicada a la enseñanza, la investigación, la acción social, el estudio, la meditación, la creación artística y la difusión del conocimiento. El área de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica cuenta con una Facultad que lleva el mismo nombre, la cual está integrada por cuatro escuelas: Agronomía, Zootecnia, Economía Agrícola y Agronegocios y Tecnología Alimentos. Además de sus múltiples opciones académicas de bachillerato y licenciatura, esta área cuenta con varios posgrados asociados a su quehacer tanto a nivel de maestría como de doctorado. El área además cuenta con seis centros de investigación, dos estaciones experimentales y un instituto de investigación.



EJES ESTRATÉGICOS

- Docencia
- Investigación e innovación
- Vinculación con el sector agroindustrial
- Acción social
- Internacionalización
- Trabajo interdisciplinario

La UCR y la Bioeconomía

Objetivos

Valorizar los residuos biomásicos utilizando un modelo de biorrefinería para obtener energía, biofertilizantes y productos químicos de alto valor industrial.

Establecer un equipo de investigadores de diferentes disciplinas que contribuyan de manera integral a la valorización de los residuos agrícolas.

Aprovechar los recursos materiales de diferentes Unidades de la UCR y contrapartes internacionales para contribuir a la valorización de los residuos biomásicos desde un enfoque de biorrefinería.

Fortalecer las capacidades de las diferentes unidades para realizar la investigación interdisciplinaria.

Involucrar de manera activa a los productores en el equipo de investigación.

CONSORCIO de Unidades de la UCR que aportan a la bioeconomía

Escuelas:

- Agronomía
- Zootecnia
- Economía Agrícola
- Tecnología de Alimentos
- Química
- Ingeniería en Biosistemas
- Ingeniería Química

Unidades de Investigación:

- Centro de Investigaciones Agronómicas
- Estación Experimental Fabio Baudrit
- Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos
- Centro de Investigaciones en Electroquímica y Energía Química
- Centro de Investigaciones en Biología Celular y Molecular
- Centro de Investigaciones en Productos Naturales

Información de contacto:

Luis Felipe Ariza, 506-2511-8724, lfelipe.ariza@ucr.ac.cr
Lilith Uribe Loria, 506-2511-2077, lilith.uribe@ucr.ac.cr

Formación

La universidad de Costa Rica ofrece una amplia variedad de carreras de Grado, Máster y Doctorado relacionadas con la Bioeconomía:



✓ 9 GRADOS





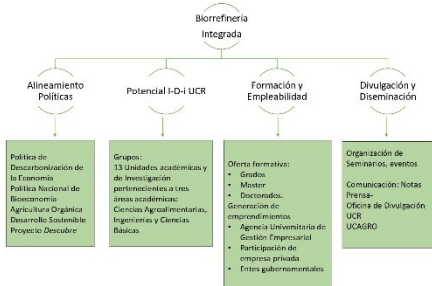
✓ 11 MÁSTERES



✓ 3 DOCTORADOS

<https://www.ucr.ac.cr/>

@UniversidadCR   /UniversidadCostaRica



Proyectos e iniciativas

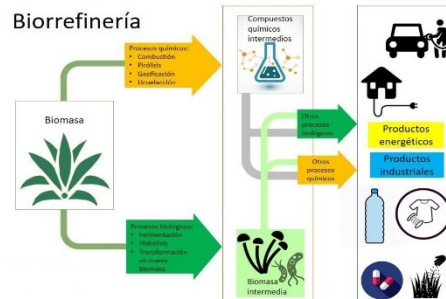
Valorización de residuos de cultivos tropicales bajo el concepto de biorrefinería integrada en la Universidad de Costa Rica

La Universidad de Costa Rica posee una importante capacidad científica y laboratorios de punta en diferentes Escuelas y Centros de Investigación. Sin embargo los esfuerzos para valorizar la biomasa residual de la agricultura han sido aislados lo cual no ha propiciado una inserción eficiente en el tema de la bioeconomía. En Costa Rica se producen 27 millones de toneladas por año de residuos agrícolas orgánicos (RAO), principalmente: caña de azúcar, piña, palma aceitera, aserraderos, café, banano, arroz, naranja, ganadería de leche y carne, avicultura y porcicultura. Un enfoque de biorrefinería integrada permitiría la obtención de energía y productos químicos de interés industrial a partir de dicha biomasa residual, contribuyendo a la reducción de la producción de gases de efecto de invernadero y abriendo la oportunidad a nuevos emprendimientos basados en materiales subutilizados.

Para atender esta necesidad, se plantea el presente programa con el objetivo de valorizar, en primera instancia, los residuos de cosecha de la piña, el café y del arroz utilizando un modelo de biorrefinería para obtener energía, bioinsumos y productos químicos de alto valor industrial, aprovechando la capacidad instalada en la Universidad de Costa Rica.



La estrategia: Biorrefinería Integrada




**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) es una institución educativa universitaria especializada en la formación de profesionales competentes para los sectores agrosilvopecuario, pesquero, alimentario y económico. La UNALM, pretende alcanzar el nivel de liderazgo, basado en la enseñanza-aprendizaje, investigación, extensión universitaria y proyección social, de calidad, y ser referente en los sectores agrosilvopecuario, pesquero, alimentario y económico, promoviendo el manejo de los recursos naturales y la conservación del ambiente para el desarrollo del país.

La UNALM, adicionalmente de participar en la Red Innovagro, también forma parte de la **RED IDi, asociación de universidades peruanas** que conecta ciencia y tecnología, con el sector empresarial y gubernamental

**RED DE INVESTIGACIÓN,
DESARROLLO E INNOVACIÓN
- RED IDi**



UNALM y la Bioeconomía

- Objetivos**
- Asegurar la calidad de la formación profesional de los estudiantes de pre y posgrado
 - Fortalecer la Investigación, desarrollo e innovación en la UNALM
 - Fortalecer la extensión universitaria y la proyección social en la UNALM
 - Fortalecer y modernizar de la gestión institucional

LINEAS DE INVESTIGACIÓN

- ❖Economía de la Innovación agrícola, desarrollo rural y seguridad alimentaria
- ❖Economía ambiental, de los recursos naturales y del cambio climático
- ❖Economía y aprovechamiento forestal
- ❖Materia prima y productos terminados procedentes de bosques naturales y plantaciones forestales
- ❖Sistemas de producción agrícola sustentable
- ❖Innovación empresarial agrícola
- ❖Procesos de transformación química de los productos forestales maderables y no maderables
- ❖Tecnología para la pequeña agricultura

FACULTADES



Proyectos e iniciativas

Investigadores de la UNALM están participado en numerosos proyectos nacionales e internacionales en el ámbito de la Bioeconomía que avalan el potencial del campus en la materia. A continuación se citan algunos de los proyectos vigentes de la UNALM:

- ✓ Valorizando la biodiversidad del Perú
- ✓ Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú.
- ✓ Aprovechamiento sostenible de los hongos pigmentadores de madera para su uso comercial en el desarrollo de artesanías y turismo vivencial en Madre de Dios.
- ✓ Obtención de biocombustibles sólidos mediante los procesos de torrefacción y densificación de biomasa residual de caballerizas con alto contenido de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*).
- ✓ Utilización de la técnica de dobles haploides en el aprovechamiento de la biodiversidad del maíz peruano para su uso como alimento nutraceutico.



Formación y publicaciones

Las UNALM oferta una amplia variedad de formación de Grado, Máster y Doctorado con relación a la Bioeconomía:



✓ 5 GRADOS



✓ 11 MÁSTERES



✓ 3 PROGRAMAS DE DOCTORADO

www.lamolina.edu.pe



Innovación en Bioeconomía en Brasil



Agropolo Campinas-Brasil se creó en junio de 2015, en un esfuerzo por desarrollar un ecosistema de innovación de clase mundial con énfasis en Bioeconomía en la Ciudad de Campinas, Brazil. Durante el período 2015-2018 las actividades del Agropolo se concentraron en el desarrollo de un "roadmap tecnológico" para Bioeconomía Tropical en 12 áreas estratégicas. Se elaboró un Proyecto de Políticas Públicas en Bioeconomía – PPPBio, apoyado por la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP), con el objetivo de guiar el desarrollo de la Bioeconomía en São Paulo.

Conectando Personas & Asociando

Agropolo Campinas-Brasil es una plataforma interinstitucional basada en conceptos de **Innovación Colaborativa**

Como una nueva estrategia para promocionar la investigación, el desarrollo tecnológico, y productos y servicios innovadores. La plataforma será construida para incrementar las conexiones entre las instituciones de educación superior e investigación y el sector privado, resultando en una investigación diferenciada por proveer mejores oportunidades de empleo y rentabilidad para las actividades de Bioeconomía

Gobernanza & Asociación



12 Áreas Estratégicas en Brasil

- RESIDUALES agrícolas y urbanos
- AGRICULTURA DE PRECISIÓN
- ACEITES ESENCIALES, AROMÁTICOS y PLANTAS MEDICINALES
- Sistemas de PRODUCCIÓN ANIMAL
- Uso sustentable del AGUA
- Nueva Industria: CAFÉ y CÍTRICOS
- INGREDIENTES y Alimentos PROCESADOS FUNCIONALES
- PAQUETES para Alimentos y Bebidas
- TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO para Alimentos y Bebidas
- BIOCOMBUSTIBLES Avanzados
- Biomasa para QUÍMICOS
- ENZIMAS & QUÍMICA VERDE

BIOECONOMÍA TROPICAL Roadmap Tecnológico y Directivas para el Desarrollo de la Bioeconomía en São Paulo- Brasil

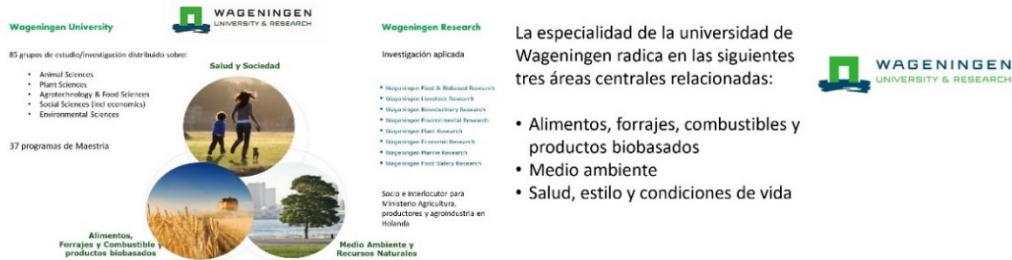
EN CONSTRUCCIÓN,
(Octubre, 2019)

Contacto

www.agropolocampinasbrasil.org
agropolo@agropolocampinasbrasil.org
+55 19 2137.0621

Wageningen University & Research (WUR)

“Explorar el potencial de la naturaleza para mejorar la calidad de vida” Ésta es la misión de Wageningen University & Research (Universidad y Investigación). Contamos con 6.500 trabajadores y 10.000 estudiantes de aproximadamente 100 países que trabajan bajo nuestra supervisión sobre alimentación saludable y medio ambiente en todo el mundo ya sea para los gobiernos como para las empresas privadas. El poder de Wageningen University & Research radica en la fusión de institutos de investigación especializada y la universidad de Wageningen y en la colaboración de las diferentes disciplinas como naturaleza, tecnología y ciencias sociales. De ésta manera se logran los avances científicos de una manera rápida en la práctica y se traduce en la educación. Éste es el enfoque de la Universidad de Wageningen.



WUR y la bioeconomía



Proyectos e iniciativas

Investigadores y universidades del WUR han participado en numerosos proyectos nacionales e internacionales en el ámbito de la Bioeconomía que avalan el potencial del campus en la materia. A título de ejemplo se citan algunos de los proyectos vigentes que cuentan con la participación directa del WUR:



Formación y publicaciones

WUR oferta una amplia variedad de formación de Grado y Máster, contando con titulaciones (grados, Másteres y programas de doctorado) en el ámbito de la Bioeconomía. Aprenda más sobre los programas en Wageningen a continuación.

<https://www.wur.nl/es/La-Educacion-y-la-formacion/Licenciatura.htm>

Wageningen es la universidad número uno del mundo en el campo de las ciencias agrícolas según el Ranking Nacional de Taiwán 2018.



<https://twitter.com/WageningenUR>
<https://www.facebook.com/wageningenur>





REFERENCIAS

Bioeconomy: the European way to use our natural resources. Action Plan 2018. Recuperado de:

https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_booklet_2018.pdf#view=fit&pagemode=none.

FAO: Retos y oportunidades en un mundo globalizado. (2019). Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ca4305es/ca4305es.pdf>.

IICA: Plan de Mediano Plazo 2018 – 2022. Recuperado de: <http://repositorio2.iica.int/handle/11324/7191>

Red Innovagro. Memoria del IX Encuentro: Bioeconomía y ecosistemas de innovación. Disponible en:

<https://www.redinnovagro.in/pdfs/ENCUENTROINNOVAGRO2019.pdf>.



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Revalorización de la cadena agroalimentaria a través de la innovación:

Grupo La Caña

Beatriz Molina²

Autor de Correspondencia: beatriz.molina@grupolacana.com

Resumen:

Actualmente los conceptos de bioeconomía, economía circular y sostenibilidad se han convertido en tendencia. Nos podríamos preguntar si realmente hay empresas que se basan en estos conceptos para marcar su estrategia y si se da la suficiente importancia a la sostenibilidad a nivel estratégico dentro de una empresa (Junta de Andalucía, 2018). La respuesta es que sí, tanto a nivel normativo como a nivel legislativo, la orientación de las empresas va en esta dirección. Como ejemplo de ello, se expone el caso del Grupo La Caña, empresa productora, comercializadora, exportadora e importadora de productos hortofrutícolas que tiene su sede en Costa Tropical de Granada, y trabaja en toda la región de Andalucía. A través del desarrollo socioeconómico sostenible, destaca su modelo de negocio mediante el uso eficiente de herramientas y recursos naturales. Por ello, ha sido crucial llevar a cabo una optimización de procesos, métodos y protocolos que proporcionen bienes y servicios adecuados para la gestión de la industria, así como reducir los residuos generados y su efecto en el entorno más inmediato.

Palabras clave: Bioeconomía, Economía circular, Sostenibilidad, Industria agroalimentaria, Alimentación funcional

Enhancing the agri-food chain through innovation: Grupo La Caña

Beatriz Molina¹

Abstract:

The concepts of the bioeconomy, the circular economy and sustainability are timely ones today, prompting us to ask whether there really are companies that are based on them, with these ideas shaping their strategies and them assigning enough importance to sustainability at a strategic level (Junta de Andalucía, 2018). The answer is yes, at both the normative and legislative levels, as the orientations of companies are, in fact, headed in this direction. As an example of this, the Grupo La Caña is presented, a producer, marketer, exporter and importer of horticultural products based on Granada's "Tropical Coast" and operating throughout the Andalusia region. Through sustainable socioeconomic development, it stands out for a business model characterised by its efficient use of tools and natural resources. Hence, it has been crucial to carry out an optimisation of the processes, methods and protocols that provide goods and services well-adapted to the management of the industry, as well as to reduce waste generated and its effect on the immediate environment.



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa





Keywords: Bioeconomy, Circular economy, Sustainability, Agri-food industry, Functional food

¹ Grupo Empresarial La Caña, Motril, Granada (ESPAÑA), beatriz.molina@grupolacana.com

1. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA BIOECONOMÍA: PROYECTOS DE I+D+i DE GRUPO LA CAÑA

Actualmente las líneas estratégicas de Investigación, Desarrollo e innovación se traducen en proyectos encaminados a una producción de alimentos más limpia (reduciendo la cantidad de subproductos o coproductos), sostenible, eficiente y con el fin último de volver al inicio del ciclo del producto. Las líneas de trabajo marcadas para llevar a cabo estas premisas se basan en el aprovechamiento máximo de materias primas, revalorización de subproductos o coproductos procedentes de la actividad, cuidado y conservación del medio ambiente. A continuación, se mostrarán algunos de los proyectos de I+D+i de Grupo La Caña a modo de ejemplo de aplicación de la bioeconomía.

1.1 Proyecto BioREFINA

El proyecto BioREFINA, es una iniciativa que surge al tomar consciencia del volumen de producto de categoría no comercial que se genera en Grupo La Caña actualmente. En este sentido, la industria agroalimentaria aborda como principal objetivo de este proyecto el aprovechamiento de restos vegetales tales como podas, restos de frutos y restos orgánicos (Kennet & Winterhalder, 2006) procedentes de la actividad de la empresa desde el campo hasta la propia industria. Éstos, unidos a los residuos orgánicos procedentes de la ganadería, como los purines de cerdo, tienen como fin último ser transformados para su uso como biofertilizante, compost e incluso biogás.

La creación de biorrefinerías es uno de los resultados potenciales del proyecto a modo de instalaciones para transformar biomasa en bioenergía y/o bioproductos sostenibles. Actualmente se sigue trabajando en esta línea en la que además de resolver las limitaciones surgidas en la vida del proyecto, se plantea un escenario en el que se integra a productores de distintos ámbitos del sector hortofrutícola a nivel nacional.

Figura 1. Biodigestor



1.2 Proyecto “Utilización eficiente del agua en cultivos hortícolas bajo invernadero”

En relación con el consumo de agua, la actividad agrícola realiza un consumo estimado del 70 – 75% del total, quedando el resto para red urbana e industria. En concreto, Andalucía Oriental, cuenta con una superficie de cultivo intensivo bajo invernadero de más de 35.000 hectáreas que están repartidas entre las provincias de Almería, Granada y Málaga. En cada campaña de cultivo se producen alrededor de 6 millones de kilos de hortalizas. Como consecuencia de ello, cualquier mejora en la eficiencia provoca un impacto directo en el uso de agua y su disponibilidad. En este sentido, el Grupo Operativo Regional: “Utilización eficiente del agua en cultivos hortícolas bajo invernadero” ha permitido establecer estrategias de riego que minimicen el gasto de agua en cultivos hortícolas de invernadero, utilizando para ello sensores de bajo coste.

La utilización de sistemas que permitan controlar el uso de agua, el control de nutrientes, así como los lixiviados que se generan, la producción y factores ambientales del cultivo, permite que se optimice su uso de manera eficiente, tanto a nivel medioambiental como a nivel económico. El proyecto promueve una agricultura de precisión con un máximo aprovechamiento de agua de riego y uso eficiente de insumos (fertilizantes y bioestimulantes), que persigue reducir la contaminación de los recursos naturales, y contribuir al

mantenimiento de los ecosistemas naturales y la sostenibilidad ambiental (Harris, 1989).

1.3 Proyecto AVOCENTUM

Dentro de las líneas de revalorización de subproductos, destaca el proyecto AVOCENTUM, materializado en una determinada gama de productos en el mercado, concretamente en el uso de aguacates para el desarrollo de guacamoles funcionales con propiedades saludables mediante la incorporación de nuevos ingredientes obtenidos a partir de la revalorización de coproductos. Esta gama destaca por ser funcional, para lo que Grupo La Caña se ha centrado en la obtención de un producto con propiedades saludables para el consumidor como sería el contenido del mismo en antioxidantes, su contenido en fibra o la disminución de su contenido de grasas.

La alimentación está dando un giro de 360 grados, pasando de productos sofisticados o ready to eat a lo que hoy comúnmente consideramos como consumo de productos tradicionales y productos frescos de origen agrícola y ganadero, base primaria de nuestra alimentación. Pero ¿podría considerarse que estos recursos primarios son ilimitados? ¿Es posible obtener todo lo que queremos y cuando queremos de los recursos naturales? A estas preguntas se puede responder de la siguiente manera: sabemos que los recursos son limitados, a lo que debemos sumar el crecimiento de población mundial; por ello tanto la sociedad, las administraciones como el sector, tienen la obligación de (i) tomar consciencia de las limitaciones de los recursos naturales y del impacto de su explotación (ii) planificar estratégicamente las políticas y los procedimientos de las industrias y (iii) distribuir la alimentación de la manera más eficiente posible, reduciendo el desperdicio alimentario y garantizando el hambre cero. Por eso desde Grupo La Caña, conscientes de que hay que buscar alternativas al consumo de alimentos tal y como se concibe actualmente, y continuando con la fuerte apuesta por la mejora de las cualidades organolépticas de sus productos frescos, se da un paso más dirigido a alimentos procesados que, encontrándose mínimamente procesados en una

determinada etapa, mantienen sus propiedades organolépticas y puede alargarse su vida útil. Son los productos denominados de quinta gama.

El incremento de la población y el cambio climático mundial son obstáculos significativos que implican un compromiso de producción agrícola sostenible en el tiempo, debido a las limitaciones de la tierra cultivable disponible. De este modo, se hace necesario explorar nuevas fuentes de alimentación que tengan una alta capacidad de producción, no requiera fertilización, y sea menos sensible a efectos medioambientales, como son la sequía o a las plagas y enfermedades. Unido a esto, se detecta una reducción del consumo de carne en las dietas occidentales, asociada a connotaciones de salud y tendencias de vegetarianismo y veganismo, detectándose por tanto una oportunidad de mercado dada la creciente demanda de productos vegetales como alternativa.

Como se aprecia en la figura 2, en el marco de este proyecto se han determinado distintos formatos de Guacamoles (original premium, light, fibra y antioxidante), todo ello en colaboración con la Universidad de Granada y el Centro Tecnológico del Alimento Funcional (CIDAF). Con estas premisas se ha trabajado a escala laboratorio en la formulación de las matrices alimentarias en donde se han obtenido cinco recetas para cada una de ellas. Cada receta se ha sometido a distintos análisis para determinar su calidad microbiológica, nutricional-composicional y caracterización fisicoquímica. Sobre estos formatos a su vez, se ha efectuado un análisis sensorial para la selección de la receta ganadora para el consumidor final. Adicionalmente se ha podido garantizar tanto a nivel microbiológico como nutricional, que fuera un producto estable en el tiempo y cumpliera con los parámetros de calidad establecidos. Una vez definidas las etapas productivas para su conservación, se ha seleccionado la pasteurización en frío mediante altas presiones hidrostáticas, lo que ha sido clave para obtener un producto estable y de calidad. La última fase del estudio ha sido la validación pre-comercial de los formatos y de sus propiedades funcionales a través de un ensayo de intervención poblacional, para validar las alegaciones de antioxidantes y su alto contenido en fibra, mediante el análisis de plasma sanguíneo de los consumidores a distintos tiempos desde el consumo

para determinar la capacidad antioxidante, y de la funcionalidad “alto contenido en fibra”. A partir de los resultados del proyecto, Grupo Empresarial La Caña ha comenzado su nueva línea de productos funcionales de quinta gama, una nueva iniciativa empresarial, denominada Caña Nature, S.L., en la cual produce y comercializa estos productos entre otros.

Figura 2. Guacamoles funcionales



1.4 Proyecto ACTILIFE

Por su parte, el Proyecto ACTILIFE, aborda la interrelación entre la actividad física, la salud y la calidad de vida. Para funcionar de manera óptima y prevenir enfermedades, el cuerpo humano necesita actividad física. Debemos destacar que hay una población consciente de ello que realiza deporte para mejorar su estado físico. Unido a esto se debe llevar una dieta completa, variada y que cuente con las cantidades necesarias. Por ello se debe elaborar productos alimenticios específicos que presenten todos los macronutrientes y micronutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos para un deportista aficionado, con el fin de contribuir al mantenimiento de su salud. Este el objetivo principal de este proyecto, que aporta además una innovación tecnológica al desarrollarse una aplicación móvil que incluya una red de conocimiento desde la medicina del deporte hasta la medicina nutricional, obtenida a través de un ensayo de intervención nutricional. Con esta información se creará un perfil

personalizado para cada usuario según la actividad que realice, los tipos, cantidades y dosis de alimentos consumidos y momento óptimo de consumo. Por todo ello, tres empresas del sector de la alimentación, se han involucrado en el marco de este proyecto cubriendo el aporte de ingredientes alimentarios con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de una sociedad activa que demanda alimentos saludables junto con una herramienta de gestión digital que contribuya a lograr una vida saludable y mejorar la dieta. En la actualidad, este proyecto se encuentra en fase de producción de dos matrices alimentarias con base líquida para su consumo antes y después del deporte. Se han estudiado las necesidades nutricionales del deportista aficionado para poder definir el producto alimenticio a desarrollar y se han seleccionado los productos alimenticios a través de la caracterización de las distintas materias primas desde el punto de vista nutricional.

1.5 Proyecto FOOD4STROKE

Siguiendo con la estrategia de elaborar un producto alimenticio enfocado a mejorar la vida saludable de las personas, el proyecto FOOD4STROKE está enfocado al target de mercado senior, a los problemas de salud asociados al envejecimiento poblacional y a otros problemas de salud pública centrados en el aumento de la prevalencia de determinadas enfermedades crónicas, como son las enfermedades vasculares que pueden producir enfermedades neurodegenerativas. La tendencia de una sociedad consciente de este problema, ha derivado en un mayor consumo responsable de alimentos, sabiendo que una dieta equilibrada no sirve únicamente como nutrición y soporte, sino que además estos alimentos desempeñan un papel clave en la calidad de vida de las personas. Por ello nace este proyecto, de la necesidad de investigar y desarrollar nuevos alimentos funcionales, con un valor añadido, partiendo de la investigación de materias primas con las que se trabaja habitualmente en Grupo La Caña. Estas materias primas tienen un efecto neuroprotector beneficioso para la salud, con potencial para la prevención de enfermedades neurodegenerativas.

La mayor innovación del proyecto es, una vez conocidos esos componentes funcionales, explorar las combinaciones de las materias primas seleccionadas buscando efectos sinérgicos sobre el efecto neuroprotector no explorado con anterioridad. Con el fin de reforzar esta estrategia, al tiempo que se promueve de una dieta adecuada, la industria agroalimentaria se encuentra ante el reto de desarrollar nuevos alimentos con efecto preventivo frente a estas enfermedades, sobre todo considerando que, en las últimas décadas, se ha producido un cambio en las tendencias alimentarias de los países desarrollados, y el concepto de alimentación equilibrada ha pasado a significar mantener una dieta adecuada basada en el consumo de alimentos que promuevan la salud y mejoren el bienestar de la sociedad.

1.6 Proyecto AGUACAVALUE

Para cerrar el círculo y como ejemplo de economía circular, se expone el proyecto AGUACAVALUE. La sociedad está cada vez más preocupada por el impacto de la actividad industrial en el medio ambiente, unido a una exigente legislación ambiental que impulsa acciones hacia una actividad más sostenible a través de prácticas y procesos respetuosos con el medio ambiente. En este caso nos centramos en los subproductos o coproductos generados en la industria agroalimentaria, definidos como productos que comercialmente no cumplen el estándar de calidad o que tienen algún tipo de defecto. En España, en general, hay mucho producto con un alto contenido de componentes bioactivos con efecto beneficioso, cuya revalorización supone una reducción del coste total del tratamiento de residuos, aumentando la sostenibilidad de los procesos productivos. Este proyecto tiene su foco puesto en el producto del aguacate, especialmente debido a que, para satisfacer su demanda, se ha visto incrementada la superficie cultivada a nivel nacional en los últimos años. Actualmente, el estilo de vida de la sociedad actual, la preocupación de salud y la falta de tiempo para cocinar, entre otros condicionantes, ha propiciado un incremento de la comercialización y del consumo de alimentos preparados. El consumo de aguacate se realiza fundamentalmente en fresco y preparado en guacamoles y salsas. En fresco se genera un 3% del subproducto, y como

preparado se genera un 30%. En España se desechan aproximadamente dos mil toneladas de huevo y piel de aguacate, lo que provoca un problema para las industrias, por un lado, debido al coste económico que supone su gestión y por otro, al impacto ecológico que supone su desecho. Por ello se deben reutilizar, reducir y reciclar estas materias primas ya que son recursos bioactivos con un valor comercial y perfil saludable significativo, lo que las convierte en fuentes susceptibles para construir y revalorizar un nuevo producto procesado. La piel del aguacate está compuesta por componentes con poder antioxidante, antimicrobiano, bioadsorbente e incluso insecticida. La semilla por su parte, es incluso más rica, ya que, aparte de los poderes anteriormente comentados (a excepción de insecticida), tiene poder antihipertensivo, antidiabético, anticancerígeno, fuente de fibra dietética, efecto hipocolesterolémico, dermoprotector, colorante, espesante y biocombustible (Brown et al., 2008).

En definitiva, la revalorización de estos subproductos conduce a un aumento significativo de la sostenibilidad medioambiental de la explotación del fruto. La transformación y aprovechamiento de estos subproductos, reduce el impacto negativo que su eliminación puede generar. Los tratamientos podrían ser más o menos complejos (fertilizantes, compostaje, combustión, digestión anaerobia, etc....) siendo importante su conversión en un producto revalorizado y con mayor valor agregado. Todos estos factores pueden tener una repercusión directa sobre el empleo, al requerir de empresas biotecnológicas para su posterior aplicación en sectores como el nutracéutico, alimentario, cosmética, farmacéutico o animal. En la industria agroalimentaria, las materias primas frescas pueden tener dos vías de utilización: en fresco o procesado. Dada la elevada producción de subproductos que no son comerciales o ciertas partes del fruto que, tras ser procesados, no tengan interés para esa matriz alimentaria, va a existir un potencial impacto ambiental que debe ponerse en el foco de las industrias agroalimentarias para su correcta gestión. El gran volumen de estos subproductos con un porcentaje elevado de agua resulta desafiante, debido principalmente a la rápida degradación de dicho subproducto si éste no es secado o tratado de forma inmediata o

adecuadamente. La existencia de estos subproductos o co-productos, tiene una gran repercusión desde el punto de vista económico, social y nutricional, especialmente ante un manejo ineficaz o inapropiado que puede implicar que se convierta en una fuente de contaminación de los recursos naturales, suelo, agua y aire. Con la transformación de estos subproductos se puede reducir notablemente este impacto, revalorizando su uso, suponiendo una fuente de oportunidades a través de la utilización y uso racional de estos componentes para su conversión en productos útiles. Para obtener un producto con valor añadido, se deben tener en cuenta varias etapas previas desde su tratamiento hasta la formulación de los productos finales, obteniendo y haciendo un seguimiento de los compuestos bioactivos a lo largo de todo el proceso.

Concienciados con la cadena agroalimentaria desde el agricultor hasta el consumidor, Grupo La Caña asume el desafío de la demanda de una producción más sostenible y amable con el medioambiente y para ello adopta tecnologías innovadoras teniendo en cuenta criterios sostenibles y de calidad y seguridad alimentaria de sus productos.

REFERENCIAS

- JUNTA DE ANDALUCÍA (2018). Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular. Recuperado de: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Estrategia_Andaluza_Bioeconomia_Circular_EABC_18.09.2018.pdf
- KENNETT, D.J., & WINTERHALDER, B. (Eds.). (2006). *Behavioral ecology and the transition to agriculture*. Berkeley: University of California Press.



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

La Bioeconomía como línea estratégica del Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3

M. Dolores de Toro-Jordano¹

Autor de Correspondencia: gerente@ceia3.es

Resumen:

La concienciación sobre la importancia de la Bioeconomía y el fomento de la transferencia para promover avances hacia una economía circular en los sistemas productivos vinculados con la agroalimentación precisa de la implementación de acciones y estrategias, a nivel territorial y regional, y la implicación de diferentes agentes que sirvan de tractor y dinamicen iniciativas con un enfoque botón-up y multi-actor. Aquí es donde el Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3, a través de su estrategia bioeconomía, alineada con la RIS3 andaluza, se posiciona como un instrumento clave para la región de Andalucía. El campus promueve la divulgación científica, la concienciación de la sociedad y del tejido productivo en materia de Bioeconomía, asimismo favorece el alineamiento de las instituciones integrantes del campus con las políticas en ese ámbito, dinamizando la interacción entre Universidades y entre grupos de investigación así como su interconexión con el sector agroalimentario para dar respuesta a las demandas específicas del mismo en bioeconomía tanto en formación, capacitación y docencia como en I+D y transferencia a través de un modelo de innovación abierta cuádruple hélice.

Palabras clave: Bioeconomía, RIS3, Agroalimentario, Transferencia, Divulgación

Bioeconomy as a strategic line of the Agri-food Campus of International Excellence, ceiA3

M. Dolores de Toro-Jordano¹

Abstract:

Awareness of the importance of the Bioeconomy and the promotion of its transfer to promote progress towards a circular economy in productive systems linked to agri-food calls for the implementation of a series of actions and strategies at the territorial and regional levels, and the involvement of different agents serving as driving forces and energising initiatives, with a bottom-up and multi-actor approach. This is where the Agri-food Campus of International Excellence, ceiA3, through its Bioeconomy strategy, aligned with the Andalusian RIS3, stands as a key instrument for the Andalusian region. The campus promotes scientific dissemination and awareness of the Bioeconomy in society and the productive fabric while favouring the alignment of the institutions that make up the campus with policies in this field, stimulating interaction between



UNIÓN EUROPEA
PROYECTO COFINANCIADO
POR EL FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
(FEDER)
Una manera de hacer Europa



Junta de Andalucía





universities and research groups, as well their interconnection with the agri-food sector, to respond to its specific Bioeconomy-related demands in relation to education, training and teaching, as well as in R&D and transfer through a quadruple helix open innovation model.

Keywords: Bioeconomy, RIS3, Agri-food, Transfer, Dissemination

¹ Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), Córdoba (ESPAÑA), correo electrónico: gerente@ceia3.es

1. MARCO CONCEPTUAL Y POLÍTICO

La bioeconomía es la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluidos los conocimientos relacionados, la ciencia, la tecnología y la innovación, para proporcionarle información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos, con el objetivo de avanzar hacia una economía sostenible (FAO, 2018).

En Europa tras una primera estrategia en materia de Bioeconomía del año 2012, en noviembre de 2019, el Consejo adoptó sus conclusiones sobre la Estrategia de Bioeconomía actualizada tituladas «Una bioeconomía sostenible para Europa: reforzar la conexión entre la economía, la sociedad y el medio ambiente».

Tal y como se define en la Estrategia Europea de Bioeconomía “La bioeconomía abarca todos los sectores y sistemas basados en los recursos biológicos (animales, plantas, microorganismos y biomasa derivada, incluidos los residuos orgánicos), sus funciones y principios. Incluye, constituyendo un nexo entre ellos, los ecosistemas terrestres y marinos y los servicios que prestan; todos los sectores de producción primaria que utilizan y producen recursos biológicos (agricultura, silvicultura, pesca y acuicultura); y todos los sectores económicos e industriales que utilizan recursos y procesos biológicos para producir alimentos, piensos, bioproductos, energía y servicios. Para poder tener éxito, la bioeconomía europea debe articularse en torno a la sostenibilidad y la circularidad. Ello impulsará la renovación de las industrias, la modernización de

los sistemas de producción primaria y la protección del medio ambiente, y potenciará asimismo la biodiversidad (Comisión Europea, 2018).

En línea con Europa en el ámbito nacional se dinamiza en 2016 la Estrategia Española de Bioeconomía "Horizonte 2030" donde cabe destacar como objetivos estratégicos:

- Mejorar la competitividad e internacionalización de las empresas existentes.
- Nuevas actividades económicas y nuevos puestos de trabajo con nuevos desarrollos científicos y tecnológicos.
- Posicionamiento de Bioeconomía como área de innovación estratégica basada en el conocimiento.
- Alcanzar potencial de desarrollo en 15 años.

El ámbito de la estrategia "incorpora como sectores objeto de atención al agroalimentario, integrado por la agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y elaboración y comercialización de alimentos, como uno de los que está actuando como motor de nuestras exportaciones, al sector forestal y de derivados de la madera, al de los bioproductos industriales, obtenidos con o sin una transformación bioquímica o biológica de la materia orgánica generada por nuestra sociedad, y no utilizada en el consumo humano y animal, así como al de la bioenergía obtenida de la biomasa o el de los servicios asociados a los entornos rurales".

A nivel regional, en la Estrategia de Bioeconomía Circular de Andalucía (Junta de Andalucía, 2018), aprobada en el año 2018, los objetivos estratégicos marcados son:

- Mejorar la sostenibilidad y competitividad de los sectores agroalimentario, pesquero, y forestal, fomentando el uso de prácticas innovadoras que favorezcan y desarrollen una economía circular;



- Impulsar la competitividad de las industrias que trabajen con recursos biológicos, fomentando la innovación, la generación de conocimiento y la transferencia de tecnología;
- Fomentar la reutilización de los recursos, agua, gases, nutrientes y el aprovechamiento de los residuos y restos vegetales para obtener otros productos, usos o energías;
- Favorecer la investigación, innovación y la cualificación relacionadas con la bioeconomía y
- Reforzar la coordinación interadministrativa, y las sinergias con otros planes y programas de trabajo de distinto ámbito.

Por último, cabría destacar como mensajes clave del Comunicado de la Cumbre Mundial de Bioeconomía 2018 la petición urgente de aumentar el diálogo y colaboración en materia de sostenibilidad en I+D y en capacitación: "con miras a los grandes desafíos de la sociedad, pedimos con urgencia un aumento en el diálogo multilateral y la colaboración en I + D en bioeconomía, en particular investigación sobre sostenibilidad y cambio global, gobernanza y creación de capacidades" (Comunicado Cumbre Global de Bioeconomía, 2018).

2. ceiA3, ROL ESTRATÉGICO HACIA UN TEJIDO AGROALIMENTARIO SOSTENIBLE

2.1 Programa Campus de Excelencia Internacional

Tras esta primera aproximación al marco conceptual de la bioeconomía y a la importancia de promover sistemas productivos sostenibles procede introducir el sentido del programa Campus de Excelencia Internacional, se trata de una iniciativa promovida en 2008 por el Gobierno de España en el ámbito del proceso de modernización de la universidad española que "se dirige hacia la

agregación estratégica de universidades, de instituciones relacionadas con el Triángulo del Conocimiento, y del sector productivo, que actuando en un entorno o campus especializado, busquen su referencia y posicionamiento en el contexto internacional". Tenía como objetivos el reconocimiento y aval de aquellos proyectos de campus de referencia internacional en docencia, innovación y transferencia, investigación y la interconexión de la universidad con el sector productivo.

2.2 Campus de excelencia internacional agroalimentario, ceiA3

En 2009, desde Andalucía, 5 Universidades, la de Córdoba, Almería, Cádiz, Huelva y Jaén promovieron la iniciativa conjunta de Campus de Excelencia Internacional resultado de la agregación de estas 5 universidades coordinados por la Universidad de Córdoba y con especialización en Agroalimentación: el Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3, cuyo fin es favorecer la interconexión universidad-empresa, formando profesionales cualificados y acordes con las necesidades del sector, y apoyando su transformación hacia un modelo sostenible.

Desde su puesta en marcha el proyecto se fortaleció con acciones de transferencia, emprendimiento, financiación de becas y ayudas, fomento de las infraestructuras, la colaboración de CSIC e IFAPA como centros asociados, y se impulsó con la creación del consorcio ceiA3 como órgano de gestión del campus.

Por ello y desde el ceiA3 tiene como principal objeto y principio fundacional favorecer el vínculo de la universidad con el sector agroalimentario andaluz para promover su profesionalización en materia de formación y capacitación y su innovación mediante transferencia del conocimiento.

La concepción del ceiA3 como elemento agregador de instituciones y con especialización en agroalimentación motiva que uno de sus principales retos sea su alineamiento tanto con la estrategia de especialización inteligente



de Andalucía (RIS3) como con las principales estrategias y políticas sectoriales transversales para posicionarse como un elemento clave en el diseño de las mismas.

2.3 Potencial del ceiA3 en el ámbito de la Bioeconomía

Las Universidades que componen el ceiA3 imparten docencia reglada agroalimentaria que se adscribe al campus teniendo un amplio porcentaje de ella un peso específico importante en contenidos docentes de áreas relacionadas con la Bioeconomía en 24 de los 100 grados, 18 de los 80 másteres, así como en cursos de especialización como los Training Network Courses del ceiA3 en los que se ha priorizado la bioeconomía en sus 3 últimas convocatorias.

El Campus integrado por 5 universidades y 2 centros asociados conforman un potencial en I+D compuesto por 302 grupos de investigación y cerca de 4.000 investigadores estructurados en 7 clústeres de relevancia para la bioeconomía, como es el caso del Tecnologías Agroalimentarias y Bioenergías o Agricultura Sostenible. Sus líneas de investigación abarcan desde la mejora y optimización de recursos para la producción, vegetal o animal, hasta aspectos económicos o legislativos. Debido a la amplia temática que representa la Bioeconomía, se presentan múltiples áreas en las que los investigadores desarrollan su actividad y son elemento clave para la innovación en la materia, tales como: biodiversidad y medio Ambiente, bioenergía, calidad y seguridad Alimentaria, tecnología de los alimentos, mejora producción, nutrición, sanidad o valorización de subproductos.

La transferencia es uno de los principios fundacionales clave del ceiA3. El campus se define como un elemento de cohesión entre la comunidad científica, la Administración y la industria del sector, promoviendo el desarrollo de múltiples actividades conjuntas en el ámbito agroalimentario. Asimismo cabe

destacar la participación en proyectos y alineamiento de las investigaciones con las temáticas incluidas bajo el concepto de Bioeconomía llevadas a cabo en los últimos años y la prospección a futuro donde cabe resaltar el especial experiencia en el ámbito de proyectos innovadores tanto regionales como nacionales de GO que tienen como principal fin la innovación vinculada a los sistemas agroalimentarios sostenibles y promover los territorios rurales mediante la colaboración entre agentes del sector y del conocimiento.

Tanto a nivel del propio consorcio ceiA3 como a nivel de investigadores del ceiA3 se ha participado en una veintena de proyectos relacionados con la Bioeconomía, tanto en su reto específico de H2020, como en otros programas Europeos tales como el Programa LIFE, Coal and Steel, 7 Programa Marco o diferentes ERA-NETs.

Entre las actuaciones de apoyo, impulsadas por el CEI, relacionadas con el emprendimiento, se convocan anualmente los premios A3BT para recompensar las mejores ideas y proyectos de empresa

Por último, tanto el consorcio como las propias instituciones integrantes del ceiA3, cuentan con Unidad de Cultura Científica reconocida UCC para dar soporte a la divulgación científica y desarrollar acciones destinadas a la sociedad.



Figura 1. Esquema del potencial en I+D+i y transferencia del ceiA3 y alineamiento con políticas.



3. APROXIMACIÓN A LA ESTRATEGIA DE BIOECONOMÍA DEL CAMPUS DE EXCELENCIA

3.1 Justificación de la estrategia del ceiA3 en materia de la Bioeconomía

Tras la primera aproximación al marco conceptual las distintas estrategias, todas ellas coinciden en que el reto es desarrollar sistemas productivos de base biológica sostenibles basados en la circularidad y, tanto por su peso medioambiental como por su relevancia económica y social, se presta especial atención al sector agroalimentario como uno de los principales sistemas productivos a tener en cuenta en el territorio europeo, nacional y regional.

En un contexto donde investigación e innovación cobran especial importancia en la implantación de soluciones innovadoras para promover la producción mediante sistemas sostenibles donde se incida en el uso sostenible y recirculación de los recursos biológicos y se minimicen los residuos, el desarrollo de nuevas cadenas de valor basadas en la producción de bioproductos o se aumente el valor añadido de las mismas mediante el uso de los subproductos, las universidades y centros de innovación que cuentan con avalada

experiencia en el desarrollo de líneas juegan un rol estratégico apoyando a las empresas en la consecución de estos objetivos y favorecer la innovación sostenible de los sistemas productivos.

La innovación precisa el acompañamiento de los sistemas productivos de una formación especializada y capacitación en materia de bioeconomía que se plantea asimismo como una necesidad clave para favorecer los ecosistemas de innovación y la profesionalización del sector. En este ámbito el apoyo a nuevas empresas que apoyen al proceso de innovación se considera asimismo fundamental.

Todo ello debe ir acompañado de la concienciación y coparticipación en el diseño de acciones de todos los actores de la cadena incluyendo a consumidores y la propia sociedad que son un factor fundamental para garantizar a medio y largo plazo el éxito de las medidas implementadas mediante un proceso de diseño "bottom-up".

En la Comunidad andaluza se destaca en su estrategia de especialización inteligente, RIS3 que entre las ventajas regionales de apoyo a la "Investigación e innovación en agroindustria y alimentación saludable" destaca que la región cuenta con el ceiA3 como activo de referencia para la promoción de sinergias entre actores.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en 2016 realizó un riguroso informe sobre las marco político del "triángulo del conocimiento" para la integración de la investigación, la educación y la innovación de analizando dieciséis estudios de caso de países sobre ecosistemas de educación superior en el triángulo del conocimiento en Europa, "the knowledge triangle: draft synthesis report" (OCDE, 2016), analizando como caso en relevante en España el del ceiA3 y destacando que favorece la creación de comunidades orientadas a la excelencia en dominios de conocimiento, cumpliendo los objetivos de especialización y, por tanto, la internacionalización de sus actividades.



En la Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular se reconoce al ceiA3 como entidad clave en el ámbito de la I+D+i+F asociado a la bioeconomía en Andalucía señalando al ceiA3 y sus grupos de investigación como una de las fortalezas del sistema. Así mismo destaca en lo relativo a la innovación "precisamente en términos de innovación, tal y como menciona el Acuerdo de formulación de la Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular, Andalucía cuenta con Universidades, Campus de Excelencia Internacional (ceiA3 ...), Centros y Grupos de Investigación y Formación, tanto públicos como privados, que pueden proporcionar recursos y materiales a la vez que un entorno adecuado para favorecer la investigación y la transferencia de técnicas innovadoras en todos los ámbitos", lo que alentará al cambio necesario (Junta de Andalucía, 2018).

Es por ello por lo que, en ese contexto y alineado con todas estas políticas y estrategias, el órgano de gobierno del ceiA3, el Consejo Rector aprueba el 27 de febrero de 2018 la bioeconomía como línea estratégica transversal del campus y desde entonces se trabaja para favorecer la formación y la transferencia del conocimiento e innovación de sus grupos a través de acciones y proyectos de I+D+i que refuerzan la colaboración de los agentes de la cuádruple hélice en el ámbito de la Bioeconomía, la divulgación científica y la concienciación de la Sociedad y apoyar a un sector agroalimentario innovador, circular y sostenible.

3.2 Objetivos de la estrategia

La Bioeconomía, vinculada con sistemas productivos agroalimentarios sostenibles, y en el actual contexto ambiental y político debe ser una línea transversal de priorización para el campus hacia donde se dirigen las investigaciones de sus grupos confiriendo una mayor especialización de los actores, esta materia se desarrolla en la formación y las actuaciones del propio ceiA3, transversalizando en todas sus áreas la Bioeconomía como prioridad.

Por ello lo anteriormente expuesto y atendiendo a los principios del propio CEI se diseña la estrategia de Bioeconomía del ceiA3 como una línea transversal de especialización hacia destinar especial esfuerzo y siendo sus principales objetivos:

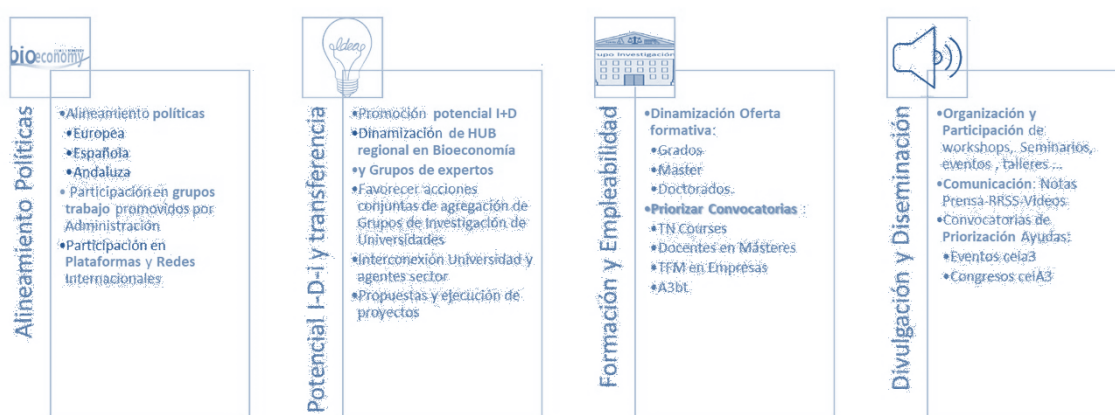
Favorecer el alineamiento de todas las áreas y actuaciones de los integrantes del CEI con las políticas y estrategias regionales, nacionales y europeas en materia de Bioeconomía.

Promover y fortalecer las acciones conjuntas en I+D y la transferencia de conocimiento cuyos fines se alineen con una producción agroalimentaria sostenible.

Reforzar y promover formación y capacitación, la profesionalización del sector y la empleabilidad de egresados de Universidades ceiA3 en Bioeconomía.

Visibilizar y posicionar la investigación e innovación de excelencia llevada a cabo en las universidades y centros asociados del ceiA3, promover la divulgación y la concienciación de la sociedad.

Figura 2. Esquema de los objetivos del ceiA3





3.3 Líneas de acción y casos prácticos en el ámbito de la Bioeconomía

En línea con los principios de agregación de instituciones y especialización se plantea desarrollar una serie de acciones que acometerán de manera transversal las diferentes áreas del campus y que, en último término, ayudarán a la consecución de los objetivos de la estrategia.

Se destacan los ejemplos más relevantes de acciones a ejecutar en cada uno de los bloques propuestos:

En lo relativo a reforzar el alineamiento del ceiA3 con políticas, iniciativas y estrategias regionales, nacionales e internacionales en materia de Bioeconomía se destaca como caso de éxito la participación activa del campus en las correspondiente estrategias nacional y regional a través de la participación en el Observatorio Español de Bioeconomía y en el diseño de la Estrategia Andaluza de Bioeconomía circular tanto por parte de investigadores ceiA3 como del propio campus aunando y representando los intereses de sus instituciones integrantes y aportando su experiencia en la materia.

Asimismo en este bloque se destaca, por su importancia para el sector agroalimentario, el alineamiento del ceiA3 con la iniciativa europea eip-Agri que se materializa a través de la participación en eventos y actividades vinculadas con la Bioeconomía como grupos focales, puesta en marcha de Grupos Operativos y ejecución de proyectos innovadores todo ello ligado a una producción sostenible así como con el compromiso Green Deal y el Horizonte Europa: promoviendo la participación en proyectos consorciados alineados con esta temática

Con el objeto de promover una oferta docente ceiA3 en materia de bioeconomía se plantea como acción a destacar reforzar la implementación de contenidos docentes en la materia, visibilizar la oferta de grados másteres y

programas de doctorados, promover la formación especializada en Bioeconomía como los Training Network Courses o la priorización en las líneas de ayuda de esta línea estratégica.

La dinamización del potencial de I+D+i de los Grupos de investigación adscritos al ceiA3 en materia de Bioeconomía es una acción clave que se materializará a través la actualización y dinamización de la capacidad en el ámbito de la investigación e innovación de los grupos en el área de Bioeconomía, la categorización del potencial, la digitalización de la información mediante una plataforma que facilite la búsqueda de capacidades y la constitución de Grupos de Expertos en Bioeconomía.

En línea con el objetivo anterior pero orientado a la promoción de la transferencia y vínculo con el sector se dinamizarán la puesta en marcha de encuentros, talleres y proyectos en esta área, la identificación de sinergias y búsqueda de soluciones innovadoras a las problemáticas del sector acometidas con enfoque multiactor y diseño "bottom-up" y búsqueda de posibles fuentes de financiación públicas y privadas. Todo ello culminará con la ejecución de proyectos innovadores en el marco de diferentes convocatorias como las de grupos operativos de la eip-Agri o proyectos de transferencia e innovación financiados con fondos europeos. Resaltar el proyecto regional PAIDI de transferencia Agroindustria 4.0 y Bioeconomía que ha dado el soporte financiero para el desarrollo de la estrategia.

Por último, dentro del bloque de acciones orientadas a dar visibilidad y divulgación de la información, se hará a través de la Unidad de Cultura científica del ceiA3 y mediante la generación de contenidos, noticias y videos divulgativos. En este bloque destacan las acciones ejecutadas en el marco del Proyecto europeo del programa H2020 BLOOM cuyo objetivo es la concienciación de la sociedad sobre la importancia de la Bioeconomía y donde el ceiA3 participa como responsable del desarrollo de la plataforma web del proyecto y el coordinador responsable de dinamizar el hub español. En el



marco del hub español en Bioeconomía, de especialización en Agroalimentación, y dinamizado por el ceiA3, tras un mapeo de actores relevantes en la región se implicaron expertos de las universidades, agentes del sector productivo y del territorio y a las propias administraciones. El hub se constituye como grupo multifactor y su principal cometido ha sido el co-diseño, mediante metodología de co-creación de diferentes actividades “outreach” diseñadas para promover la concienciación y destinadas a la sociedad y con especial atención al sector productor y a los grupos de escolares. Las principales actuaciones promovidas han sido desarrollo de materiales para profesorado, participación en eventos como noche de investigadores, rutas de innovación demostrativas a empresas de alta concienciación en materia de bioeconomía y el desarrollo de contenidos y material audiovisual de apoyo.

Finalmente destaca la reflexión sobre la importancia de divulgar los conocimientos científicos innovadores que motivó la puesta en marcha de la Revista científico-técnica C3-Bioeconomy para promover la divulgación, tanto científica como técnica, de innovaciones, experiencias y logros del tejido del conocimiento y tejido productor agroalimentario en materia de bioeconomía.

REFERENCIAS

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2018). Cambio climático. Recuperado de: <http://www.fao.org/climate-change/our-work/issues/bioeconomy/es/>.
- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones (2018). Recuperado de: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/ES/COM-2018-673-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF> .

Comunicado Cumbre Global de Bioeconomía 2018. Global Bioeconomy Summit 2018. Recuperado de: https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Downloads/Communique%C3%81GBS2018_final_Spanish.pdf.

The knowledge triangle: draft synthesis report. Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE (2016). Recuperado de: [https://one.oecd.org/document/DSTI/STP/TIP\(2016\)10/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DSTI/STP/TIP(2016)10/en/pdf).

Junta de Andalucía (2018). Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular. Recuperado de: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Estrategia_Andaluza_Bioeconomia_Circular_EABC_18.09.2018.pdf.

Boosting European Citizen's knowledge and awareness of Bio-Economy Research and Innovation. Recuperado de: <https://bloom-bioeconomy.eu/>.