



C3-BIOECONOMY

Circular and Sustainable Bioeconomy

International Journal of Circular and Sustainable Bioeconomy

N° 2 (2021)



Índice

EDITORIAL	3
La Importancia del Multilateralismo para el impulso de Renovados Patrones de Desarrollo en América Latina: Hacia el bienestar y la innovación en los territorios rurales	7
Factores habilitantes y limitantes para el desarrollo empresarial de la Bioeconomía Circular. Análisis empírico para el caso de Andalucía	19
Hacia la bioeconomía forestal en el Perú: cadena de valor, tendencias tecnológicas y necesidades de capital humano	37
El comercio del carbón vegetal y su transitar hacia la bioeconomía en México	55
El rol de los biocombustibles líquidos en la transición energética	69
Uso de biofertilizantes para una producción más rentable y sustentable de caña de azúcar en México, Biofábrica Siglo XXI.....	81
Estrategia de Bioeconomía y Sostenibilidad en Dcoop a través de la Innovación, Dcoop SCA	101
Políticas Públicas y Bioeconomía en Brasil: la estrategia del Agropolo Campinas-Brasil, Agropolo Campinas-Brasil	115



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

EDITORIAL



Enrique Quesada Moraga
Coordinador General del ceiA3



M. Dolores de Toro Jordano
Gerente del ceiA3

Un año después del lanzamiento de la Revista C3-BIOECONOMY, *Circular and Sustainable Bioeconomy*, lanzamos el segundo número que aborda la innovación en Bioeconomía Circular y Sostenible, con especial atención a su impacto en el ámbito agroalimentario y forestal con una clara vocación multisectorial.

El segundo número de C3-BIOECONOMY aspira a convertirse en un instrumento indispensable para dar a conocer el estado de desarrollo de conocimientos en el campo de la Bioeconomía, para promover reflexiones e intercambios en torno a esta materia, y como puente entre países y continentes. En este punto cabe destacar el equilibrio entre los artículos procedentes de Europa e Iberoamérica con representación de un amplio espectro de países y zonas como América Latina, Perú, México o Andalucía (España), que abordan temáticas en el ámbito del análisis de las políticas, aspectos socioeconómicos y tecnológicos vinculados con la Bioeconomía.

Por un lado, se aborda una necesaria síntesis de la importancia de la adopción de Acuerdos Globales y del Multilateralismo para impulsar Patrones de Desarrollo en América Latina, pero teniendo en cuenta las economías locales. Por el otro, además de la relevancia de las políticas, queda reflejada la



importancia de los factores sociales a través de sendos artículos orientados a evaluar los factores habilitantes y limitantes en los modelos de negocio empresarial o la cadena de valor, tendencias tecnológicas y necesidades de capital humano. También se analizan los factores económicos y tecnológicos que inciden en la transición energética, analizando los Biocombustibles, Biofuel y el Carbón Vegetal y su rol en la transición climática y energética del sector del transporte y del propio sector productivo.

Para finalizar, se presentan diferentes casos de éxito que provienen del establecimiento en el territorio de investigaciones e innovaciones desarrolladas por los agentes del conocimiento para dar respuesta y proporcionar soluciones innovadoras a los problemas del sector. Estos casos de éxito proceden de empresas tanto de Europa como de Iberoamérica y dan respuesta a diferentes subsectores como el de la caña de azúcar en México, en el caso de la empresa Biofábrica, multiproducto en el caso de la cooperativa de segundo grado de España DCOOP o el caso de Bioeconomía tropical en el caso de la empresa Agropolo Campinas-Brasil.

Reciban un cordial saludo.

Enrique Quesada Moraga
Coordinador General del ceiA3

M. Dolores de Toro Jordano
Gerente del ceiA3



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

EDITORIAL



Enrique Quesada Moraga
General Coordinator, ceiA3



M. Dolores de Toro Jordano
Manager, ceiA3

One year after the launch of the first issue of the journal C3-BIOECONOMY, *Circular and Sustainable Bioeconomy*, we publish the second one that addresses innovation in Circular and Sustainable Bioeconomy, with special attention to its impact on the agri-food and forestry sectors with a clear multisectoral vocation.

The second C3-BIOECONOMY issue aims to become an indispensable instrument to upgrade the state of the art in the field of Bioeconomy, to promote reflections and exchanges on this matter as a scientific and technical bioeconomy bridge among countries and continents. At this point, it should be noted the issue balance between the articles from Europe and Latin America with representation from a wide spectrum of countries and areas such as Latin America, Peru, Mexico, or Andalusia (Spain), addressing issues in the field of policy analysis, socioeconomic and technological aspects related to the Bioeconomy.

On the one hand, a preceptive synthesis of the importance of the adoption of global agreements and multilateralism to promote development patterns in Latin America but considering local economies is made. Moreover, apart from political issues, it is also reflected the importance of social factors





through two articles aimed at evaluating the enabling and limiting factors in business models or the value chain, technological trends and needs of human capital. The economic and technological factors affecting the energy transition such biofuels, vegetable carbon and the whole productive sector are also analyzed.

Finally, different case studies of successful are presented that come from the establishment in the territory of research transfer to provide innovative solutions to the problems of the bioeconomy sector are provided. These success stories come from companies in both Europe and Latin America and respond to different subsectors such as sugarcane in Mexico, in the case of the Biofabrica company, multiproduct in the case of the second-degree cooperative in Spain DCOOP or the case of Tropical Bioeconomy in the case of the Agropolo Campinas-Brasil company.

Sincerely,

Enrique Quesada Moraga
General Coordinator, ceiA3

M. Dolores de Toro Jordano
Manager, ceiA3



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

La Importancia del Multilateralismo para el impulso de Renovados Patrones de Desarrollo en América Latina: Hacia el bienestar y la innovación en los territorios rurales

Jaime Diego Montenegro Ernst¹

Autor de Correspondencia: jdmontenegro79@yahoo.com

Resumen:

A partir de un contexto mundial que presenta profundos cambios estructurales, el artículo propone la promoción de nuevos patrones de desarrollo para América Latina, basados en Acuerdos Globales y un multilateralismo más efectivo, que se expresen en renovados patrones de desarrollo y en políticas públicas que impulsen visiones más integrales que conduzcan a los gobiernos y a la sociedad civil organizada hacia acciones inclusivas basadas en conocimiento, innovación y tecnología y a partir de los principios de la economía circular y la bioeconomía; del desarrollo territorial, la disminución de la brecha digital, el enfoque de cadenas productivas con potencial de agregación de valor y la puesta en marcha de mecanismos innovadores de financiamiento para el desarrollo y reactivación de las economías locales.

Palabras clave: Políticas públicas, patrones de desarrollo, modelos de desarrollo, bioeconomía y economía circular, innovación, límites planetarios, territorios rurales, economías locales.

The Importance of Multilateralism for the Promotion of Renewed Development Patterns in Latin America: Towards the well being and innovation in rural territories

Jaime Diego Montenegro Ernst¹

Abstract:

Based on a global context that presents profound structural changes, this article proposes the promotion of new development patterns for Latin America, based on Global Agreements and a more effective multilateralism, that are expressed in renewed development patterns and public policies that promote more comprehensive visions that lead governments and organized civil society groups towards more inclusive actions based on knowledge, innovation and technology, and principles of circular economy and bioeconomy; territorial development, the reduction of the digital gap, value chain approaches and the implementation of innovative financing mechanisms for the development and reactivation of local economies.

Key Words: Public policies, development patterns, development models, bioeconomy and circular economy, innovation, planetary limits, rural territories, local economies.

¹ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) - México. Representante en México y Coordinador de la Región del Norte



1. INTRODUCCIÓN

Existe consenso en que el mundo se enfrenta a profundos cambios estructurales y que la Pandemia del COVID-19 se constituye en un acontecimiento global sin precedentes, cuyos impactos económicos, sociales y políticos son inconmensurables. América Latina y el Caribe (ALC) no es la excepción¹ puesto que concentra el 8% de la población mundial, pero registra cerca del 30% de las muertes y es una de las regiones con mayores números de personas que migran hacia las grandes ciudades y a otros países. La crisis sanitaria puso nuevamente en evidencia las marcadas desigualdades entre los países y en los territorios, la precariedad del empleo y la enorme dependencia de las economías de la región a los precios internacionales del petróleo, a la exportación de materias primas y a las remesas internacionales.

ALC se encuentra en un momento de debilidad económica, con tasas de crecimiento bajas y altos niveles de endeudamiento público, con un entorno global en transición, en el que conviven diversas visiones sobre el desarrollo y en el que los esfuerzos de integración están fracturados y segmentados². No obstante, es también evidente que esta coyuntura se constituye en una gran oportunidad para proponer compromisos globales más audaces y para la construcción de un mundo y una región más sostenibles, que promuevan *patrones de desarrollo*³ innovadores y mayores niveles de cooperación y solidaridad entre países, tomando en cuenta los *limites planetarios*. Es decir, transformar los actuales patrones económicos sustentados en la explotación de las riquezas naturales no renovables por otros diversificados y basados en conocimiento, delimitando los umbrales de sus procesos para no poner en riesgo la habitabilidad del planeta (Rockström, 2015).

Estos deben poner énfasis en la aplicación del enfoque de cadenas productivas seleccionadas con potencial de agregación de valor y

² Sagasti, Francisco R. América Latina en el Nuevo Orden Mundial Fracturado: Perspectivas y Estrategias. Reforma del Estado y Democracia en América Latina, editado por Soledad Loaeza, 1st ed., Colegio de México, D.F 1996.

³ El concepto de patrón de desarrollo vis a vis el de modelo de desarrollo, tiene diferentes concepciones y alcances. Ver Montenegro, JD. Sobre Patrones Económicos y Modelos de Desarrollo en América Latina, COMUJICA, 2016

conocimiento, en la disminución de la brecha digital y a la puesta en marcha de mecanismos innovadores de financiamiento para el apoyo a pequeñas y medianas empresas de las economías locales. Son épocas de renovación y de innovación en los que debemos preguntarnos si los modelos económicos vigentes son congruentes con los patrones de desarrollo que el planeta y ALC hoy en día requieren. En esta coyuntura se debe abordar de manera creativa y sistemática la transformación gradual de los patrones de desarrollo en los que la agricultura se constituye en un sector estratégico y parte de la solución, no solo como proveedora de más y mejores alimentos, sino también en el impulsor de bases productivas más anchas y diversificadas, basadas en conocimiento, agregación de valor y en el necesario traslape disciplinario hacia otros sectores de la economía. En ese sentido, partimos de la premisa de que un modelo económico es únicamente la forma de cómo se administra un patrón de desarrollo. Este último se constituye el "que", mientras que el modelo económico viene a ser el "como"⁴.

Los nuevos patrones de desarrollo, por consiguiente, deben ser más inclusivos y resilientes, y con una distribución de la prosperidad más justa y compartida. Los modelos de desarrollo que gestionan estos *renovados patrones económicos* deben conducir a los organismos multilaterales, a los gobiernos y a la sociedad civil organizada hacia la acción, sin dejar a nadie atrás, y con iniciativas que promuevan la bioeconomía y la economía circular, el desarrollo de los territorios rurales, la transformación de los sistemas agroalimentarios y al fortalecimiento de los gobiernos locales.

La Cumbre de Sistemas Alimentarios (CSA)⁵, organizada por la Secretaría de las Naciones Unidas, a celebrarse a finales de este año, y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 26), serán solo dos de las múltiples oportunidades para poner a prueba la capacidad de los

⁴ El PNUD define un patrón de desarrollo como... "la manera en la cual se vinculan, funcionan, cooperan u obstruyen los factores de producción de una economía, en un contexto de ventajas y desventajas competitivas, que dinamizan o no dicho entramado productivo" (PNUD, 2005).

⁵ United Nations Food Systems Summit 2021. Scientific Group- Food Systems – Definition, Concept and Application for the UN Food Systems Summit.

líderes mundiales de llegar acuerdos para ratificar sus compromisos y para fomentar sistemas agroalimentarios más productivos y sostenibles, saludables y equitativos, y para avanzar con acciones concretas en los compromisos asumidos sobre el calentamiento global del Acuerdo de París⁶.

Hoy en día, el multilateralismo está siendo puesto a prueba en su capacidad de orientar y apoyar individual y colectivamente a los países con liderazgo y por las acciones de respuesta rápida, tanto para el corto, como para el proceso de reorientación y construcción de nuevos patrones de desarrollo, en el mediano y largo plazos. Es en este tipo de coyunturas en las que los mecanismos de integración regional deben asumir un rol protagónico a partir de las ventajas competitivas y la enorme biodiversidad con las que cuenta la región.

En el ámbito político, la incertidumbre y el temor colectivo se encuentran asociados al debilitamiento de los procesos democráticos. La falta de credibilidad y la polarización de la ciudadanía sobre la efectividad de la gestión pública en las pasadas crisis económicas y en la actual pandemia; la oportunidad y efectividad en las decisiones (o la falta de ellas) para reactivar las economías y los sectores económicos más impactados, están ya afectando la estabilidad política de más de uno de los gobiernos de ALC. En este contexto, la racionalización del gasto público y la priorización de políticas que fomenten la inversión pública en programas que apoyen la red de bienestar social y en proyectos de reactivación económica, de innovación, de tecnología, de mitigación del cambio climático y de tecnología informática y digitalización, resultan de fundamental importancia.

Aún antes de irrumpir la pandemia del COVID-19, las proyecciones de crecimiento para América Latina y el Caribe eran ya bajas, cercanas al 1.5% y 2%. Durante el 2020, la contracción económica fue del 9.1%, lo que significa que el nivel del PIB per cápita en la actualidad es similar al del año 2010, es decir, un

⁶ El Acuerdo de París es un acuerdo dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global.

retroceso de 10 años. El aumento del desempleo llegó al 13.5% y se estima que el número de personas en pobreza ascendió a 231 millones de personas; y aquellos en pobreza extrema alcanzó a 25 millones (CEPAL, 2020).

Pese a esta coyuntura, y aún con los altos niveles de endeudamiento, la inversión pública deberá jugar un importante rol de apalancamiento de la inversión del sector privado. Éste último debe ser apoyado por programas de reactivación económica, particularmente por aquellos diseñados para beneficiar a los territorios rurales, a la pequeña y mediana industria rural y a los sectores económicos esenciales para la seguridad alimentaria; y para la rápida generación de empleo.

Estas renovadas políticas públicas requieren de decisión y determinación para poner en marcha nuevos enfoques que generen visiones integrales e interdisciplinarias y la reutilización de los residuos industriales como materia prima de otros bienes y servicios. La incorporación de las ciencias biológicas a los procesos productivos, a partir de las nuevas tecnologías e innovaciones para la utilización de la biomasa para múltiples usos, pasa a ser una prioridad en el modelo propuesto. En otras palabras, pasar de patrones de desarrollo extractivos a otros basados en el conocimiento y la tecnología.

2. LA BIOECONOMÍA Y LA ECONOMÍA CIRCULAR AYUDAN A ROMPER PARADIGMAS

Se propone que estos enfoques incorporen alianzas público-privadas; privadas-privadas; e incluyan a pequeñas y medianas empresas innovadoras, como también a programas de información y transferencia de conocimientos y entrenamiento orientados a diferentes grupos de la población, con particular énfasis en jóvenes y mujeres. Los abordajes de la economía circular y la bioeconomía como motores de iniciativas económicas, por su propia naturaleza se proyectan como un patrón de desarrollo que requiere de visiones intersectoriales y multidisciplinarias; y de políticas, proyectos, instrumentos e incentivos que busquen la conversión de intereses públicos y privados en el

desarrollo de bienes y servicios y que promuevan el uso eficiente y sostenible de los recursos naturales y el bienestar de la población.

La bioeconomía promueve el desarrollo económico y social basado en la explotación racional y la transformación de la naturaleza y sus productos, y procesos biológicos para la producción de alimentos y para otros usos no agrícolas. Este concepto surge como respuesta a la necesidad de la utilización de la biomasa, producto de la materia orgánica o vegetal de desecho, como la materia prima para la generación de energías alternativas, para la industria de los cosméticos, farmacología y biomedicina; geoplásticos para envases, embalajes y prótesis en la medicina quirúrgica moderna, y otros diversos usos en diferentes procesos químicos e industriales.

Se debe reforzar la idea de que un conjunto de políticas modernas asociadas a la bioeconomía y a *la economía circular* tienen el potencial de romper el paradigma actual dependiente de la explotación de los recursos naturales abundantes y baratos, y con escasa adopción de tecnología; como también la producción y comercialización de productos primarios en varios sectores de las economías de ALC. En este contexto, se reitera la necesidad de modificar los patrones de desarrollo, de producción y de consumo, para lograr la transformación de los sistemas agroalimentarios, la sostenibilidad de los ecosistemas, los territorios, las ciudades y las respuestas efectivas y territorializadas al cambio climático, en términos de su adaptación y mitigación.

Para ese efecto, se debe transitar de un modelo económico que hace un uso indiscriminado de los recursos naturales, explotando irresponsablemente los bosques, los océanos, las reservas de agua dulce y los suelos agrícolas, hacia nuevos paradigmas que los utilicen de manera más eficiente y sostenible, para producir alimentos y energía para la creciente población mundial y para reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles. La dimensión social y la equidad deben ser también parte central de la problemática; y se debe poner particular énfasis a las genuinas preocupaciones en torno al escaso reconocimiento del potencial del sector agropecuario, en su concepción

ampliada e integrada a los territorios y los mercados locales e internacionales, a los saberes ancestrales y al rol que deben tener las micro y pequeñas empresas para contribuir a la construcción de este nuevo paradigma de desarrollo a través de *sistemas agroindustriales localizados* (Renard, 2019).

3. LOS TERRITORIOS RURALES SON ESPACIOS DE OPORTUNIDADES

Debemos partir de la constatación de que lo rural es un espacio de inmensas oportunidades y que la agricultura moderna es un sector estratégico y catalizador para la generación de riqueza y empleo; y para el desarrollo de políticas públicas para la reactivación y el crecimiento armónico y equitativo de las economías ALC.

El diseño e implementación de políticas para este sector que tome en consideración su carácter multidimensional y promotor de dinámicas de desarrollo de territorios inteligentes, de aglomerados y de cadenas de valor, contribuirá a que los sectores agrícolas tradicionales no sean susceptibles a las fluctuaciones de precios internacionales, sino que se impulsen iniciativas públicas o privadas que fomenten la transformación innovadora y adición de valor; y que tengan el potencial de diferenciación en mercados nacionales e internacionales.

La activa incorporación de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) a los enfoques territoriales en el diseño e implementación de una nueva generación de políticas públicas, toman en cuenta la importancia del conocimiento y las capacidades locales para el mejor manejo de la diversidad ecológica y las complejidades del desarrollo de los espacios urbanos y rurales. Las demandas sociales emergentes de los escenarios globales ya descritos deben conducirnos a instaurar políticas públicas ambientalmente efectivas, impulsando una creciente atención al descubrimiento de nuevas expresiones territoriales urbano-rurales a través de aglomerados y ciudades intermedias como polos de desarrollo, nodos de comunicación, centros turísticos e interfases transfronterizas. Las experiencias europeas y de algunos países de ALC

incorporan estas cualidades, relacionándose con la promoción de territorios inteligentes⁷.

La evolución del concepto del desarrollo rural que operaba en sus inicios desde lo sectorial relacionado a la agricultura, es hoy en día por definición multisectorial y plantea la idea del territorio como la “nueva unidad de gestión pública” (Echeverri, 2009). El actualizado concepto de territorialidad, asociado con la aplicación de los avances en las tecnologías de información y del conocimiento; el abordaje de la bioeconomía como modelo de desarrollo y los alcances de las ciudades intermedias, presentan una atractiva plataforma para la construcción de un nuevo paradigma de desarrollo, reivindicando el valor de lo local y la agricultura ampliada como un sector estratégico para el fomento de un desarrollo económico y resiliente.

4. LOS ACUERDOS GLOBALES DEBEN IMPULSAR RENOVADOS PATRONES DE DESARROLLO

Los efectos de la combinación de acontecimientos globales demuestran ser muy severos, no solo por el creciente número de pérdidas humanas y por la constatación de la vulnerabilidad de los sistemas alimentarios y de salud, sino también por la inestabilidad política en varios países, la fragilidad de los mecanismos regionales y la falta de efectividad en la coordinación multilateral. Pese a que los mecanismos de gobernanza del orden mundial actual están siendo emplazados a buscar soluciones globales a las difíciles encrucijadas que enfrentamos, en la actualidad no existe un conjunto de reglas claras consensuadas para su funcionamiento, tal y como se demuestra en el difícil trance en el que se encuentra la OMS, la OMC y otros órganos de gobierno global; así como también los mecanismos de diálogo y concertación. Este escenario de fragmentación, sin duda, pone en riesgo el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus 17 objetivos.

⁷ La ONU define como “territorios inteligentes” a aquellos territorios innovadores que utilizan las tecnologías de información y comunicación; y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de operación, los servicios urbanos y la competitividad, asegurando que se satisfagan las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

El desafío capital está en la construcción de uno o varios marcos de referencia regulatorios y reglas de operación globales y regionales que tomen en cuenta las diferentes culturas, la historia y expectativas de la sociedad civil; y que promuevan la construcción de nuevos patrones económico más equitativos, sostenibles y competitivos, alineados a los principales postulados – posiblemente ampliados y ajustados en plazos y alcances - de los ODS y a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la Cumbre de Sistemas Alimentarios y la COP 26.

Es evidente que los patrones de desarrollo actuales no contribuyen a lograr que las economías transiten hacia la ruta que conduce al diseño y puesta en marcha de modelos de desarrollo equitativos y de base ancha. Es por lo tanto imperante, promover de manera activa y decidida, el desarrollo de un mayor número de medianas y pequeñas empresas que diversifiquen la actividad económica con productos y servicios que promuevan la innovación tecnológica, el valor agregado y el empleo.

Nos enfrentamos a una crisis social y económica que el sector privado y las fuerzas del mercado por sí solas no podrán resolver, y para la cual se requiere de la oportuna y activa participación de los estados, de la sociedad civil organizada y de un multilateralismo más efectivo.

Escenarios optimistas anticipan que las agendas de desarrollo pondrán más relevancia en los temas de salud, bienestar y equidad, educación, producción y comercio de alimentos sanos. También pondrán acento en la promoción de tecnologías modernas de información y comunicación, empleo digno; y mayor conciencia para el cuidado ambiental. Esta encrucijada global – de la cual el COVID 19 hace ahora parte, debe constituirse en el detonante de cambios estructurales puesto que representa una inmejorable oportunidad para sentar las bases de nuevos paradigmas de desarrollo y eventualmente de nuevos acuerdos globales, más ambiciosos y orientados hacia las acciones y a los resultados.

REFERENCIAS

CEPAL. La Matriz de la Desigualdad. 1ra Reunión de la Mesa Directiva de la Conferencia Regional sobre Desarrollo Social de América Latina y el Caribe, 2016.

CEPAL, FAO, IICA. Análisis y Perspectivas de la Agricultura 2017-2018.

CEPAL, FAO, IICA. Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural de las Américas: Una Mirada hacia América Latina y el Caribe, 2019-2020, San José, Costa Rica, 2019.

ECHEVERRI, RAFAEL Y SOTOMAYOR, OCTAVIO. Estrategias de Gestión Territorial Rural en las Políticas Públicas en Iberoamérica. CEPAL, 2010.

IICA. Plan de Mediano Plazo 2018-2022.

MONTENEGRO, JAIME DIEGO. Sobre Modelos económicos y patrones de desarrollo en América Latina. COMUNICA, 2011.

MONTENEGRO, JAIME DIEGO. Ciudades Intermedias.2017, 2018, 2019
www.iica.int

MONTENEGRO, JAIME DIEGO. Renewed Public Policies as an Instrument for Sustainable Development of Latin America and the Caribbean: From the Combined Perspectives of Fractured Globalization and Multilateralism. Doctoral Thesis, Atlantic International University, Summer 2020.

PNUD, 2005. Informe sobre el Desarrollo Humano: La Economía mas allá del Gas. 2da Ed. La Paz, Bolivia.

RENARD, MARIE-CHRISTINE, et al. Red SIAL México. Diez Años de Contribución a los Estudios de los Sistemas Agroalimentarios Localizados. IICA, México, 2019.

RODRÍGUEZ, ADRIÁN, et al. Bioeconomía en América Latina y Caribe: Contexto Global y Regional y Perspectivas. CEPAL, 2017.

ROCKSTRÖM, JOHAN. Limitando el Futuro Planetario: Porque Necesitamos una Gran Transición". Great Transition Initiative, 2015.
<https://www.greattransition.org/publication/bounding-the-planetary-future-why-we-need-a-great-transition>.

SAGASTI. FRANCISCO R. National Strategic Planning in a Fractured Global Order. Development Journal of SID. No.3/4, 1991.

SCHMIDT, OTTO, PADE, SUSANNE & LEVIDOW, LESS. The Bio-economy Concept and Knowledge base in a Public Goods and Farmer Perspective. Firenze University Press, 2012.

TEXTO DEL ACUERDO DE PARIS. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Abril 22, 2016.

UNITED NATIONS FOOD SYSTEMS SUMMIT 2021. Scientific Group- Food Systems – Definition, Concept and Application for the UN Food Systems Summit. Draft October 26th,2020.

XXI CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, 2015.





C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Factores habilitantes y limitantes para el desarrollo empresarial de la Bioeconomía Circular. Análisis empírico para el caso de Andalucía

María M. Borrego-Marín¹, Julio Berbel², José A. Gómez-Limón³ y

Anastasio J. Villanueva⁴

Autor de Correspondencia: mbmarin@us.es

Resumen:

El presente trabajo tiene por objetivo analizar los factores habilitantes y limitantes para el desarrollo empresarial de iniciativas de éxito en el ámbito de la bioeconomía circular (BEC) en Andalucía. La metodología seguida para su realización ha consistido en la selección de una muestra de empresas andaluzas con líneas de negocio basadas en actividades de BEC, en la realización de entrevistas extensas a las personas gestoras para la identificación de los factores habilitantes y limitantes de tales líneas de negocio y en la agregación de la información cuantitativa recogida para la realización de un análisis descriptivo global y sectorial. Los principales resultados que se desprenden de dicho análisis es que los factores habilitantes que han fomentado el desarrollo de estas iniciativas han sido principalmente el 'Compromiso ético con el medio ambiente', seguido de cerca por el 'Conocimiento tecnológico específico' y la 'Rentabilidad privada'. Por su parte, aquellos factores que han actuado como limitantes han sido, en primer lugar, la 'Burocracia', seguida por la 'Normativa reguladora de la actividad' y, en igualdad de importancia, por las 'Necesidades financieras' y por las 'Barreras tecnológicas'.

Palabras clave: Bioeconomía, Economía circular, Andalucía, Barreras, Motivaciones, Empresas.

Enabling and limiting factors for business development of the Circular Bioeconomy. Empirical analysis for the case of Andalusia

María M. Borrego-Marín¹, Julio Berbel², José A. Gómez-Limón³ y

Anastasio J. Villanueva⁴

Abstract:

The present work aims to analyze the enabling and limiting factors for the successful business development in the field of circular bioeconomy (CBE) in Andalusia. The analysis relies on a survey of a selection of successful Andalusian companies with business lines based on CBE activities, based on extensive interviews to firm managers to identify the enabling and limiting factors of such business lines, and in the aggregation of the quantitative information collected to derive a basic global and sectoral descriptive assessment. The main results that emerge from this analysis is that,

¹ Universidad de Sevilla y Grupo WEARE (España), mbmarin@us.es; <https://orcid.org/0000-0003-2397-6041>.

² Universidad de Córdoba y Grupo WEARE (España), berbel@uco.es; <https://orcid.org/0000-0001-6483-4483>.

³ Universidad de Córdoba y Grupo WEARE (España), jglimon@uco.es; <https://orcid.org/0000-0002-6364-0027>.

⁴ IFAPA (Instituto para la Investigación y Formación Pesquera y Agraria) y Grupo WEARE (España), anastasioj.villanueva@juntadeandalucia.es; <https://orcid.org/0000-0002-1384-8372>.



on the one hand, the enabling factors that have fostered the development of these initiatives have been mainly the 'Ethical commitment to the environment', closely followed by 'Specific technological knowledge' and 'Private profitability'. On the other hand, the factors that have acted as limiting factors have been, in the first place, the 'Bureaucracy', followed by the 'Regulations related to the activity' and, in equal level of importance, the 'Financial needs' and the 'Technological barriers'.

Key Words: Bioeconomy, Circular economy, Andalusia, Barriers, Limitations, Motivations, Business

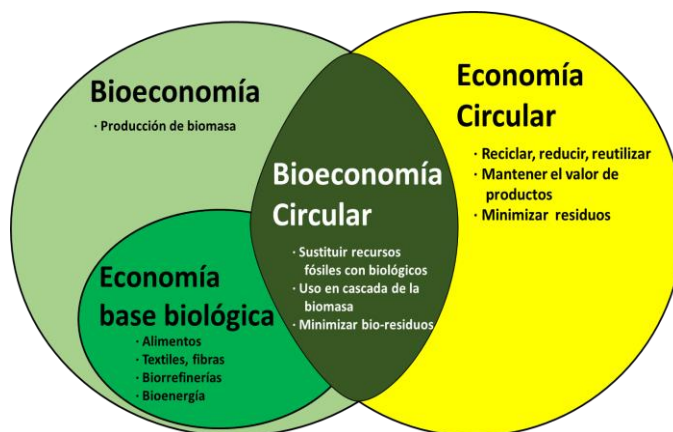
1. INTRODUCCIÓN

La bioeconomía circular (BEC) integra los conceptos de bioeconomía y economía circular con la vocación de representar un modelo económico sostenible económica, social y ambientalmente (Carus y Dammer, 2018; Kardung et al., 2021). La bioeconomía engloba al conjunto de las actividades económicas relacionadas con la producción, transformación y utilización, directa o indirecta, de recursos de origen biológico con el fin de producir y transformar biomasa para el suministro de alimentos, piensos, materiales, energía y servicios demandados por los ciudadanos (EC, 2018). La economía circular es un modelo de producción, distribución y consumo en el que el valor de los productos, materiales y demás recursos permanece el mayor tiempo posible (p. ej., reciclando, reparando, etc.), potenciando su uso sostenible y eficiente y reduciendo al mínimo la generación de residuos (EC, 2015; Ghosh, 2020). La BEC envuelve, por tanto, elementos comunes a ambos conceptos, como son 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 (Carus y Dammer, 2018).

La BEC implica a múltiples sectores económicos ya existentes, tales como: agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y acuicultura (dentro del sector primario); industria alimentaria, textil, papelera, química, farmacéutica y cosmética, biotecnológica y energética, entre otras (dentro del sector industrial); así como el sector de servicios asociados (consultoría, logística, etc.). Por lo tanto, al hablar de sector de la BEC, se consideran aquellas actividades económicas con base biológica que a su vez aplican los principios de la circularidad en sus procesos productivos.

La Figura 1 ilustra el ámbito de estudio de la BEC.

Figura 1. Ámbito de la Bioeconomía Circular (BEC).



Fuente: Adaptado de Kardung et al. (2021).

La expansión de la BEC es deseable para el conjunto de la sociedad, no solo por la generación de riqueza y empleo asociada a este sector, sino también por los beneficios ambientales que genera en forma de externalidades positivas (lucha frente al cambio climático, conservación de recursos naturales, etc.) y minimización de las externalidades negativas (p. ej., asociadas a la generación de residuos). La BEC está apareciendo en la agenda política cada vez con más intensidad, tanto a nivel internacional (OECD, 2018) y comunitario (EC, 2018), como a nivel nacional (MITECO, 2020) y autonómico (CAPDR, 2018). Las recientes iniciativas como el Pacto Verde Europeo (EC, 2019) y el nuevo plan de economía circular (EC, 2020) confirman el papel que se espera de la BEC en la Unión Europea del futuro, así como en cada una de sus regiones.

Con el fin de garantizar el adecuado uso de los recursos públicos, el apoyo de las diferentes administraciones implicadas en estas iniciativas políticas debe sustentarse en un correcto análisis del sector de la BEC. En este sentido, resulta muy útil examinar las actividades empresariales ya existentes, para conocer qué factores han facilitado y dificultado su desarrollo. Este análisis de factores habilitantes y limitantes resulta clave con el fin de apoyar la toma de decisiones públicas orientadas a diseñar e implementar instrumentos de política que fomenten de forma eficiente el crecimiento de este sector. En el caso de

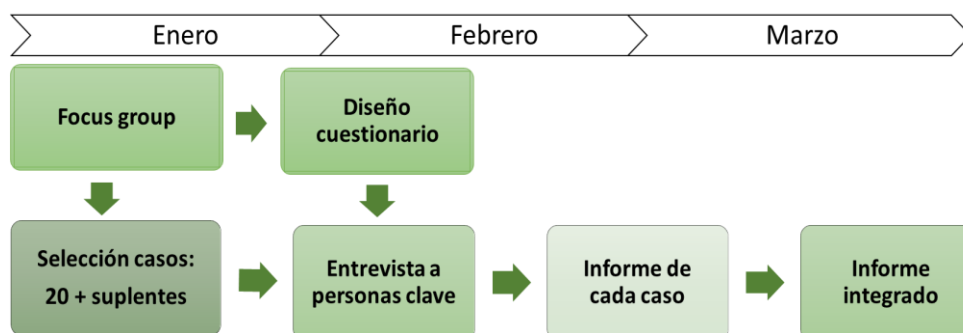
Andalucía, un estudio de este tipo resulta particularmente relevante habida cuenta del moderado desarrollo de este sector a nivel regional, sobre todo en el caso de actividades económicas de alto valor añadido, y del amplio potencial que este presenta considerando la gran producción de biomasa en la región y la importancia del tejido productivo asociado al sector primario y a la industria alimentaria. Este potencial ha quedado plasmado a nivel estratégico por parte de los decisores públicos a través de la Estrategia de Especialización Inteligente RIS3 de Andalucía, donde las Prioridades de Especialización Inteligente P3 "Aprovechamiento sostenible de los recursos endógenos de base territorial" y P6 "Investigación e innovación en agroindustria y alimentación saludable" están estrechamente relacionadas con el desarrollo de la BEC. En particular, las líneas de acción L32 "Nuevos procesos y productos para el aprovechamiento de los recursos agropecuarios" y L63 "Aprovechar las nuevas oportunidades en economía azul y economía verde", concretan el desarrollo de dichas prioridades estratégicas.

El presente análisis, por tanto, tiene por objetivo analizar los factores habilitantes y limitantes para el desarrollo empresarial de las iniciativas de BEC, utilizando Andalucía como caso de estudio.

2. MÉTODO

El enfoque metodológico seguido ha consistido en la realización de entrevistas extensas a una muestra de empresas andaluzas con líneas de negocio basadas en actividades de BEC, utilizando un cuestionario semiestructurado para la caracterización de dichas actividades, así como la identificación de los factores habilitantes y limitantes de tales líneas de negocio. La Figura 2 muestra la metodología de trabajo seguida, así como la programación de las distintas tareas realizadas a lo largo del año 2021.

Figura 2. Metodología de trabajo seguida para la elaboración del estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Para la selección de los casos de estudio, se establecieron los siguientes cuatro criterios:

1. Los casos de estudio a seleccionar deben ser *empresas*, como entes con personalidad jurídica responsables de la gestión de las actividades productivas.
2. Empresas que desarrollen *líneas de negocio basadas en actividades de BEC*, entendidas como la combinación de los conceptos de bioeconomía (actividades económicas relacionadas con la producción, transformación y utilización, directa o indirecta, de recursos de origen biológico) y economía circular (modelos de producción, distribución y consumo en el que el valor de los productos, materiales y demás recursos permanece el mayor tiempo posible), tal y como se muestra en la Figura 1.
3. Empresas que tengan *localizadas* sus operaciones de BEC en Andalucía, aunque su sede legal se sitúe fuera de esta Comunidad Autónoma.
4. Empresas *comercialmente activas*.

Sobre la base de estos criterios se buscaron las posibles empresas a analizar como casos de estudio a partir de las siguientes fuentes:

- Empresas que habían mostrado su interés en participar en el proceso de constitución del futuro Clúster de Bioeconomía de Andalucía (<http://www.bioeconomiaandalucia.es/cluster-de-bioeconomia>).

- El catálogo de casos de éxito en prácticas de BEC elaborado como documento de apoyo para la redacción de la Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular (EABC).
- Búsqueda *ad hoc* realizada por el equipo investigador a partir de su experiencia previa en esta temática y de informaciones en internet y en prensa especializada.
- Aportaciones de las personas asistentes al *focus group* a partir de su experiencia y conocimiento previo. El *focus group* estuvo compuesto, además de por el equipo investigador, por personal de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (CAGPDS) de la Junta de Andalucía (3), el Instituto para la Investigación y Formación Pesquera y Agraria (IFAPA) (2), la empresa Tecnología y Servicios Agrarios S.A (Tragsatec) (1), el Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3) (1), la Universidad de Almería (1), la Fundación Cajamar (1), y de la consultoría independiente (2), todas ellas personas con amplia experiencia en temas de BEC.

Siguiendo este procedimiento, se seleccionaron un total de 35 iniciativas empresariales en Andalucía. Las personas integrantes del equipo de investigación intentaron contactar con las 35 empresas seleccionadas, y durante el proceso se descartaron 14 por diferentes motivos (ya no desarrollan líneas de negocio basadas en BEC, no se pudo contactar con ellas o, simplemente, porque no accedieron a ser entrevistadas). Finalmente, se entrevistaron un total de 21 iniciativas empresariales en Andalucía, repartidas entre las ocho provincias, que se clasificaron en base a su actividad económica, en los siguientes sectores de BEC presentes en la región: a) gestión, aprovechamiento y valorización de subproductos de la industria oleícola; b) gestión, aprovechamiento y valorización de subproductos del olivar; c) gestión, aprovechamiento y valorización de subproductos hortofrutícolas; d) gestión, tratamiento y reutilización de los recursos hídricos; e) actividades de BEC basadas en el uso de microalgas, insectos y fertilizantes; y f) aprovechamientos de alto valor añadido enmarcados dentro de la BEC. Las entrevistas tuvieron una duración media de 1,5 horas, realizándose entre febrero y marzo de 2021.

La información cuantitativa recogida por los cuestionarios, en relación con la importancia relativa tanto de factores habilitantes como limitantes del desarrollo de las líneas de negocio de BEC, fue introducida en una base de datos para un análisis descriptivo básico. Dadas las limitaciones derivadas del escaso tamaño muestral ($n=21$), no se ha podido realizar ningún análisis estadístico adicional para contrastación de hipótesis. En este sentido, la información cuantitativa anterior ha sido analizada por las personas autoras junto con la información cualitativa igualmente recogida en las entrevistas, al objeto de identificar patrones de respuestas comunes por sectores de actividad y derivar así las principales conclusiones del estudio.

3. RESULTADOS

3.1. Factores habilitantes

La literatura académica especializada (Sheppard *et al.*, 2011; Wesseler y Braun, 2017) ha identificado diferentes fuerzas motrices o *drivers* detrás del desarrollo de las actividades de BEC. Kardung *et al.* (2021) clasifican estas fuerzas motrices en las siguientes categorías:

1. *Tecnología e innovación*: avances de ciencias biológicas, en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y otros avances tecnológicos sectoriales (p. ej., ingeniería de materiales).
2. *Organización del mercado*, que incluye el proceso de globalización y los procesos de integración empresarial, tanto horizontales como verticales.
3. *Presión sobre los ecosistemas y el cambio climático* (generación de residuos y fuentes de contaminación), que condiciona la disponibilidad de recursos naturales (p. ej., biomasa).
4. *Preferencias en el consumo*, que cada vez más valora los atributos relacionados con el medio ambiente incorporados en los bienes de consumo.
5. *Desarrollo económico y demografía*.

Además, estas publicaciones destacan asimismo el papel clave de las políticas públicas en el desarrollo de las actividades de BEC, mediante múltiples tipos de incentivos y regulaciones recogidas en distintas políticas sectoriales (agraria, medio ambiente, I+D, etc.), con las que las entidades públicas tratan de dar respuesta a las actuales demandas sociales.

El cuestionario utilizado para las entrevistas ha tratado de recoger el papel de las fuerzas motrices, las demandas sociales y las políticas públicas como posibles factores habilitantes de las actividades de BEC en las empresas andaluzas. Para ello, se ha preguntado expresamente a las personas entrevistadas sobre una serie de motivaciones empresariales que explican el desarrollo de estas actividades, tal y como se reflejan en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores habilitantes para la realización de negocios basados en BEC.

Fuerza motriz / Demanda social / Políticas públicas	Motivación empresarial
Tecnología e innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento tecnológico específico.
Organización del mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad privada • 'Reciclaje' de activos fijos disponibles
Presión sobre los ecosistemas y cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Compromiso ético con el medio ambiente • Necesidad en la gestión de residuos.
Preferencias en el consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Imagen/reputación corporativa
Políticas públicas	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de las administraciones públicas • Regulación ambiental obligatoria

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2, se puede apreciar la valoración media de la importancia de los diferentes factores habilitantes de actividades de BEC para el conjunto de empresas entrevistadas.

Tabla 2. Importancia de los factores habilitantes para la realización de negocios basados en BEC.

Factores habilitantes	Importancia media (0-10)	Ranking
Compromiso ético con el medio ambiente	8,7	1º
Conocimiento tecnológico específico	8,6	2º
Rentabilidad privada	8,3	3º
Imagen/reputación corporativa	7,6	4º
Apoyo de las administraciones públicas	5,1	5º
Necesidad en la gestión de residuos	5,0	6º
Regulación ambiental obligatoria	3,5	7º
'Reciclaje' de activos fijos disponibles	2,9	8º
Otros motivos	1,6	9º

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse, los tres factores habilitantes situados en las primeras posiciones de la tabla han recibido puntuaciones muy próximas, por lo que su importancia a la hora de desarrollar iniciativas de negocio basadas en BEC puede considerarse prácticamente similar. Aún así, la principal motivación declarada por las empresas entrevistadas para el desarrollo de actividades de BEC es el 'Compromiso ético con el medio ambiente', con una puntuación promedio de 8,7. Este resultado evidencia que la concienciación empresarial en favor del medio ambiente resulta un factor habilitante clave para la puesta en marcha de estas líneas de negocio. En segunda posición, dentro de las motivaciones para el desarrollo de actividades de BEC, se sitúa el 'Conocimiento tecnológico específico', con una puntuación muy similar a la anterior (8,6). Este resultado no es sorprendente, ya que la implementación de estas actividades se basa de forma mayoritaria en nuevos conocimientos tecnológicos, principalmente de carácter biológico y bioquímico. La tercera motivación que puede considerarse igualmente como un factor habilitante clave es la 'Rentabilidad privada', que ha obtenido una puntuación promedio de 8,3. Este resultado evidencia la exigencia de una mínima rentabilidad de las actividades de BEC para su desarrollo, al igual que en cualquier otra actividad

empresarial. Efectivamente, solo en el caso de que estas líneas de negocio resulten atractivas por su rentabilidad privada, estas van a poder atraer inversiones privadas que las desarrollen. Sin embargo, de la información cualitativa obtenida de las entrevistas, se deduce que muchas de las empresas analizadas no obtienen actualmente la rentabilidad privada suficiente de las actividades de BEC (menor rentabilidad que otras actividades de economía lineal). Y no solo por la actual coyuntura de crisis sanitaria y económica, sino por unos gastos de producción elevados y una fuerte competencia de otros productos competidores procedentes de actividades de economía lineal. De ello se deduce que las empresas del sector pueden estar pensando en el desarrollo de líneas de negocio basadas en la BEC como líneas rentables en un horizonte más a largo plazo, siendo conscientes que los niveles de rentabilidad privada deseados no se alcanzarán hasta pasado un periodo más o menos dilatado para su establecimiento y desarrollo.

En cuarto lugar, pero ya a cierta distancia de los anteriores, figura la motivación de la 'Imagen/reputación corporativa' (puntuación promedio de 7,6). En cualquier caso, y a diferencia de lo que ocurre con las tres motivaciones señaladas anteriormente, en relación con esta motivación deben señalarse importantes diferencias entre sectores de actividad. Así, en los casos de estudio relacionados con los subproductos de la industria oleícola, del olivar y hortofrutícola, la importancia relativa de esta motivación es similar a las anteriores, situándose entre los tres factores habilitantes más relevantes. Esta elevada importancia relativa tiene su explicación en el hecho de que las empresas de estos sectores producen bienes de consumo. En estos casos, una gestión ambientalmente responsable de los subproductos y residuos, más allá de las exigencias regulatorias, supone un atributo comercial que puede favorecer la distribución de sus productos principales (exigencias ambientales de las grandes cadenas de distribución alimentaria y concienciación ambiental del consumidor/a final). Por una razón similar, esta misma motivación figura como un importante elemento habilitante de los negocios de BEC en el sector de aprovechamientos basados en la producción de microalgas, insectos y fertilizantes, puesto que el desarrollo de sus productos en base a actividades de

BEC es también un atributo comercialmente importante dentro de sus estrategias de marketing.

3.2. Factores limitantes

Por su parte, Gottinger *et al.* (2020) han realizado un estudio reciente, sobre el proceso de transición hacia iniciativas empresariales de BEC, basado en la literatura académica disponible, en el que han clasificado las principales barreras encontradas en seis categorías:

1. *Política y regulación*, que incluye barreras relacionadas con políticas o regulaciones existentes e inexistentes y problemas de implementación de políticas.
2. *Tecnología y materiales*, que engloba aspectos técnicos relacionados con la aplicación de tecnologías y el desarrollo de productos, así como a la disponibilidad de insumos materiales, estructuras de proveedores e infraestructuras físicas.
3. *Condiciones de mercado e inversión*, que involucran barreras relacionadas con la demanda y creación de mercado, y con la movilización y disponibilidad de recursos financieros.
4. *Aceptación social*, que contiene barreras relacionadas con la conciencia pública.
5. *Conocimiento y redes*, que incluye barreras relacionadas con la creación y aplicación del conocimiento y con la existencia y desarrollo de redes eficientes.
6. *Rutinas y estructuras sectoriales*, que contiene barreras relacionadas con la disposición y/o restricción política, los bloqueos que se desarrollan con el tiempo y desafíos relacionados con los estándares dominantes.

Además, su análisis muestra que la literatura existente identifica las barreras relacionadas con 'Conocimiento y redes', 'Rutinas y estructuras sectoriales', 'Políticas y regulaciones' y 'Mercado y condiciones de inversión' como las más relevantes, poniendo menos énfasis en las barreras relacionadas con 'Aceptación social' y 'Tecnología y materiales'.

El cuestionario desarrollado para las entrevistas ha tratado de recoger las barreras o factores limitantes de las actividades de BEC en las empresas andaluzas. Para ello, se ha preguntado expresamente a las personas entrevistadas sobre una serie de aspectos que puedan afectar negativamente al desarrollo de estas. La Tabla 3 recoge dichos factores y muestra su vinculación directa con cinco de las categorías de barreras identificadas por Gottinger et al. (2020).

Tabla 3. Factores limitantes para el desarrollo de negocios basados en BEC.

Barreras	Factores limitantes de actividades de BEC
Política y regulación	<ul style="list-style-type: none"> • Burocracia • Normativa reguladora de la actividad
Tecnología y materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnológicos • Logística
Condiciones de mercado e inversión	<ul style="list-style-type: none"> • Financieros • Mercado-competencia
Aceptación social	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado-producto
Conocimiento y redes	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos Humanos

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4, por su parte, se puede apreciar la valoración media de la importancia de los diferentes factores limitantes de actividades de BEC para el conjunto de empresas entrevistadas.

Tabla 4. Importancia de los factores limitantes para el desarrollo de negocios basados en BEC.

Factores limitantes	Importancia media (0-10)	Ranking
Burocracia	7,5	1º
Normativa reguladora de la actividad	6,1	2º
Financieros	5,8	3º
Tecnológicos	5,8	3º
Recursos humanos	4,0	5º
Logística	3,8	6º
Mercado-competencia	3,8	6º
Mercado-productos	3,1	8º
Otros motivos	1,3	9º

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse, la principal barrera es la 'Burocracia', con una puntuación promedio de 7,5, seguida con más de un punto de diferencia por la 'Normativa reguladora de la actividad', con una puntuación promedio de 6,1, y, con una puntuación muy similar, por las barreras vinculadas a la 'Tecnología' y a la 'Financiación', que comparten el tercer puesto, con una puntuación promedio de 5,8. Esta jerarquía evidencia que las ideas de negocio vinculadas a la BEC sufren las consecuencias de un sistema administrativo que obstaculiza su desarrollo, dada la lentitud en los plazos y la resolución de los trámites y permisos, la complejidad de los mismos, así como la fragmentación competencial dentro de las propias administraciones. Asimismo, las personas entrevistadas han coincidido en que el desarrollo normativo va en muchos casos por detrás en el tiempo de las iniciativas innovadoras, que las actividades de BEC requieren necesariamente procesos de I+D+i para superar carencias de conocimientos tecnológicos vinculadas a la innovación de procesos y productos, y que, en la mayoría de las ocasiones, dichos procesos requieren inversiones muy elevadas en I+D+i.

Un análisis sectorial de la importancia relativa de estos factores limitantes entre los sectores de actividad de las iniciativas andaluzas consultadas refleja un elevado grado de homogeneidad. Así, puede apreciarse que, en todos los sectores analizados, son los cuatro factores mencionados anteriormente, 'Burocracia', 'Normativa reguladora de la actividad', 'Tecnología' y 'Financiación', los que adquieren una mayor importancia como aspectos limitantes en el desarrollo de las iniciativas empresariales, a excepción del sector hortofrutícola, donde el factor 'Mercado-competencia' adquiere una importancia relativa similar a las barreras vinculadas a las necesidades de 'Financiación', y el sector de aprovechamientos de alto valor añadido, donde los 'Recursos humanos' aparecen como tercer factor limitante más importante, después de la 'Burocracia' y la 'Normativa reguladora de la actividad'.

4. CONCLUSIONES

La BEC andaluza se encuentra en una fase inicial de su desarrollo en la mayoría de los sectores de actividad, si bien se observa cómo está progresando gradualmente. Se especializa sobre todo en aprovechar la biomasa local existente, como demuestra la alta presencia de empresas vinculadas a la biomasa generada por el olivar y la hortofruticultura, lo que justifica a su vez que estos subproductos se gestionen localmente, normalmente mediante procesos de BEC tradicionales (compostaje y valorización energética). La mayoría de las iniciativas son posibles por la elevada dimensión de la empresa y su posición competitiva dentro de su actividad principal. La idea en todos los casos de este sector es conseguir el 'residuo cero' y la generación de valor a partir de la biomasa residual.

Aún así, también existen iniciativas empresariales andaluzas emergentes con productos de mayor valor añadido, incluyendo compuestos utilizados en cosmética (p. ej., escualeno), en la construcción (*building-blocks*), bioestimulantes, microalgas, alimentación funcional (tanto animal como humana), entre otros productos. Se trata de empresas con un crecimiento importante, denominadas 'gacelas'. Además, también son destacables las iniciativas vinculadas a la reutilización del agua y la conversión de las EDAR (estaciones depuradoras de aguas residuales) en 'biofactorías', muestra de la competitividad del sector del agua en Andalucía, derivado de la escasez del recurso y su alta competitividad.

No obstante, también cabe destacar que a nivel regional están ausentes empresas del tipo 'biorrefinerías'. En la Unión Europea se estima en 800 el número de biorrefinerías con distintos niveles de madurez (comercial, demostración, piloto, I+D), pero la mayoría se localizan en la proximidad de los grandes puertos de aprovisionamiento de materias primas (*commodities*). Es por tanto natural que Andalucía, por su naturaleza periférica y lejanía a estos puertos (p. ej., Rotterdam, Hamburgo), se haya centrado en aprovechar su propia biomasa. No obstante, el modelo de 'biorrefinería' y la obtención de mayores compuestos

de distinto grado de valor a través de enfoques productivos en cascada, es una asignatura pendiente de la BEC andaluza.

Se puede concluir por tanto que este "nuevo" sector se encuentra en una fase incipiente de desarrollo en Andalucía, en la medida en que está fuertemente sustentado en el conocimiento y la innovación. Además, su expansión es deseable para el conjunto de la sociedad, no solo por la generación de riqueza y empleo asociada a este sector, sino también por los beneficios ambientales que genera. Por ello, el apoyo público para promover el desarrollo del sector de la BEC está plenamente justificado, en la medida en que tal desarrollo derivará en una mejora del bienestar del conjunto de la ciudadanía.

De ahí la importancia del presente estudio, que indaga sobre los factores habilitantes y limitantes para el éxito de iniciativas empresariales enmarcadas dentro de la bioeconomía circular para el caso de estudio de Andalucía. Del análisis realizado se derivan varias recomendaciones que podrían ser tenidas en cuenta por las administraciones públicas para promocionar este nuevo sector, entre las que cabe destacar la simplificación de trámites, la armonización legislativa a nivel nacional, impulsar acciones colaborativas (p. ej., clústers y *hubs* de empresas), facilitar la inversión (p. ej., fomentando modelos de capital-riesgo), o el apoyo específico a PYMEs (p. ej., apoyando evaluación y certificación ambiental).

Por último, la principal limitación que se ha identificado en el estudio ha sido el escaso tamaño muestral utilizado, que no ha permitido realizar ningún análisis estadístico adicional. Por tanto, las investigaciones futuras deben ir encaminadas fundamentalmente a la ampliación de la muestra, con el fin de validar o no los resultados de este primer análisis y extraer conclusiones adicionales a partir de un análisis estadístico de mayor profundidad.

AGRADECIMIENTOS

Este informe ha sido elaborado por el equipo de investigación del grupo WEARE (<http://www.uco.es/investiga/grupos/weare/>), con sede en la Universidad de Córdoba, por encargo de la Secretaría General de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, como parte del proyecto europeo POWER4BIO (<https://power4bio.eu/>, GA 818351).

REFERENCIAS

- CAPDR (Consejería de Agricultura, P.y.D.R. (2018). Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía, Sevilla. Recuperado de: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Estrategia_Andaluza_Bioeconomia_Circular_EABC_18.09.2018.pdf
- CARUS, M. y DAMMER, L. (2018). The “circular bioeconomy” – Concepts, opportunities and limitations. nova-Institut, Hürth (DE). Recuperado de: file:///Users/usuario/Downloads/External_Resource_Nova_Paper_9_The_Circular_Bioeconomy.pdf
- EC (European Commission). (2015). Closing the loop - An EU action plan for the circular economy. COM(2015) 614 final. European Commission, Brussels. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>
- EC (European Commission). (2018). A sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment. COM(2018) 673 final. European Commission, Brussels. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A52018DC0673>
- EC (European Commission). (2019). The European Green Deal. COM(2019) 640 final. European Commission, Brussels. Recuperado de: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf

- EC (European Commission). (2020). A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe COM/2020/98 final. European Commission, Brussels. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
- GHOSH, S.K. (Ed.) (2020). Circular Economy: Global Perspective. Springer Nature, Singapore.
- GOTTINGER, A., LADU, L. & QUITZOW, R. (2020). "Studying the transition towards a circular bioeconomy—A systematic literature review on transition studies and existing barriers". Sustainability, 12(21), 8990. <http://dx.doi.org/10.3390/su12218990>
- KARDUNG, M., CINGIZ, K., COSTENOBLE, O., DELAHAYE, R., HEIJMAN, W., LOVRIĆ, M., VAN LEEUWEN, M., M'BAREK, R., VAN MEIJL, H., PIOTROWSKI, S., RONZON, T., SAUER, J., VERHOOG, D., VERKERK, P.J., VRACHIOLI, M., WESSELER, J.H.H. & ZHU, B.X. (2021). "Development of the circular bioeconomy: drivers and indicators". Sustainability, 13(1), 413. <http://dx.doi.org/10.3390/su13010413>
- MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico). (2020). España Circular 2030. Estrategia Española de Economía Circular. MITECO, Madrid. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030_def1_tcm30-509532.PDF
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). (2018). Meeting Policy Challenges for a Sustainable Bioeconomy. OECD Publishing, Paris. Recuperado de: <https://www.oecd.org/publications/policy-challenges-facing-a-sustainable-bioeconomy-9789264292345-en.htm>
- SHEPPARD, A.W., GILLESPIE, I., HIRSCH, M. & BEGLEY, C. (2011). "Biosecurity and sustainability within the growing global bioeconomy". Current



Opinion in Environmental Sustainability, 3(1), 4-10.

<http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.011>

WESSELER, J. & BRAUN, J.V. (2017). "Measuring the bioeconomy: economics and policies". Annual Review of Resource Economics, 9(1), 275-298.

<http://dx.doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053701>



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Hacia la bioeconomía forestal en el Perú: cadena de valor, tendencias tecnológicas y necesidades de capital humano

José Luis Solleiro Rebolledo¹ y Myrsia Eliany Sánchez Goicochea²

Autor de Correspondencia: solleiro@unam.mx

Resumen:

En este artículo se analiza el desempeño de la industria forestal de Perú, desde la perspectiva de los elementos de su cadena de valor, las tendencias tecnológicas globales que impactan esta actividad y el capital humano disponible. La investigación se basa en la revisión de documentos oficiales, entrevistas a expertos y la realización de un taller de búsqueda de consenso. Se ha concluido que la industria forestal peruana no explota plenamente su potencial, principalmente por la desarticulación de la cadena, con debilidad en el eslabón de transformación; por la falta de incorporación de innovaciones debida a posturas conservadoras y falta de recursos; y la brecha entre la oferta y la demanda de recursos humanos en todos los niveles. El país necesita diseñar y ejecutar una nueva estrategia de desarrollo que asuma el concepto de gestión integral de cuencas como herramienta de desarrollo territorial, el fortalecimiento de las instituciones formadoras de recursos humanos y un plan de inversiones con visión de largo plazo. Las innovaciones serán indispensables para que esta industria se convierta en una bioeconomía redituable social y económicamente.

Palabras clave: Forestal, Perú, Bioeconomía, Cadena de valor, innovación

Towards the forest bioeconomy in Peru: value chain, technological trends, and human capital needs

José Luis Solleiro Rebolledo¹ y Myrsia Eliany Sánchez Goicochea²

Abstract:

This paper deals with the analysis of the performance on Peru's forestry, from the perspective of the links of its value chain, global technology trends that are impacting this industry and the availability of human capital. This piece of research is based in the review of official documents, an interview conducted with experts and opinion leaders, and a consensus-building workshop with the participation of representatives of industry, government and academia. One main conclusion is that Peru does not take full advantage of its forest resources mainly because the value chain is not well articulated, with clear weaknesses in the transformation link. Due to very conservative attitudes and lack of resources, innovations are not adopted; and a there is a gap between supply and demand of human capital at all levels. Peru needs a new development strategy incorporating the concept of basin management for territorial development, strengthening of the education and training programs, and a sound investment plan with a long range approach. Adoptions of

¹ Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, solleiro@unam.mx; ORCID 0000-0001-8969-0244

² Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, mesg.225712@gmail.com; ORCID 0000-0002-8811-0700



innovations along the value chain is critical for Peru to make the transition to a forest bioeconomy able to yield positive socioeconomic impacts.

Key Words: Forest, Peru, bioeconomy, value chain, innovation

1. INTRODUCTION

The concept of bioeconomy refers to the use of renewable resources from different sources - crops, forests, animals, and microorganisms - to produce food, materials, and energy, focused on sustainability. Sustainable forest-based production is an important subsector of the bioeconomy, and countries with abundant forest resources and technological capacities in relevant areas are those that have the best conditions to develop it and have favorable socioeconomic impacts.

Currently, the world forest area is 4,060 million hectares (31% of the total land area), of which 93% (3.75 billion ha) is made up of naturally regenerating forests and 7% (290 million ha) of plantations. More than half of the world's forests (54%) are found in just five countries: Russia, Brazil, Canada, the United States, and China (FAO, 2020); therefore, they are the main producers of forest products. Currently, the value of forest products in 2018 was USD 270 billion, representing an increase of 10% over the previous year and the production of these products registered the highest increase in the last 70 years.

In this context, Peru has 72 million 330 thousand hectares of forests, which represent 56.5% of the national territory. Of these, 98% corresponds to natural regeneration (71 million 241 thousand ha) and it has lost 1 million 719 thousand ha since 2015, because of deforestation (FAO, 2020). At the world level and in Latin America, Peru ranks at the ninth and second place with the largest forest area, respectively, and 33rd place in worldwide plantations (MINAGRI, 2016).

The forestry sector represents 0.8% of Peru's national GDP; however, in the rain-forest regions, the contribution to their economies is on average 12%. In 2017, the share of forestry GDP in the economies of Madre de Dios, Loreto, and Ucayali represented 16%, 11%, and 10% respectively. These three regions contribute 43% of the forest GDP. Estimates from the General Direction for Research and Studies on Foreign Trade (DGIECE) suggest that the forestry sector generates around 180

thousand jobs in wood extraction and transformation activities; this represented 1.1% of national employment in 2017 (MINCETUR, 2018).

Annually, Peru produces an average of 7.8 million of m³ of wood, of which only 9% corresponds to timber products. In 2019, the country produced 1.2 million of m³ of Roundwood, decreasing by 19% compared to the previous year; while sawn wood, laminated wood, and parquet grew by 29%, 23%, and 88% respectively compared to 2018. According to PRODUCE (2006), there are 24 million hectares characterized as permanent production forests (BPP) and at least 10.5 million hectares suitable for reforestation (although native community areas are not included).

The value chain of the forestry sector in Peru is made up of three main links: forest management, transformation, distribution, and commercialization. In each of these ones, different activities are carried out. The chain begins with forestry and extraction activities, going through a primary transformation process, then secondary transformation and finally, the finished wood-based products are distributed and commercialized.

At a global level, there is consensus about the factors that will determine the development of forestry agribusiness: the maximization of the economic and social impacts of the value chain; the search for cleaner production processes; and the consolidation of the perspective of territorial development based on a competitive and sustainable agribusiness approach (Ludvig et al., 2019).

Inside the framework of these factors, current technological trends in the sector are related to great efforts and investments in innovation and human capital with specialized technical knowledge that responds to demand. It is widely acknowledged that new technologies open the way to the creation of new jobs and/or acquisition of new skills in existing ones, along the value chain.

This paper aims to identify, analyze, and characterize the forestry sector in Peru from the perspective of its value chain, global technological trends, and human capital required to realize the potential of Peru's forestry.

2. RESEARCH METHOD

To meet paper's objective, a qualitative-analytical methodology was used. Secondary information was reviewed, mainly official reports³, articles, and foresight studies on this sector, and primary information was collected through the semi-structured interview technique and a consensus-building workshop with participation of experts from industry, government and academia. Qualitative research encompasses several approaches, but none provides numerical measures; such qualitative research is distinguished from the quantitative tradition in the way of collecting information, construction of observations, the modes assumed by the analysis, the procedures to obtain reliability, as well as in the elaboration of interpretations (Tarrés, 2015; King, et al., 2012).

Hence, different in-depth interviews were conducted with experts from the sector (national and international): consultants, forestry entrepreneurs, faculty, and government officials (see table 1). The zoom platform was used for videoconferences and the interviews focused on knowing the current state of forest production in Peru, its perspectives, transformation activities, and existing capacities, within the framework of a technological transformation accelerated by biotechnology, mechatronics, and information technologies. Additionally, as mentioned above, a workshop (an interactive online focus group) was held to validate information collected in the interviews and discuss the expected changes in technologies, employment, and strategies, as well as some policy recommendations for the development of the sector in Peru.

³ Public databases from SERFOR, the Ministry of Education and the Ministry of Labor, were used; similarly, current and relevant studies of the sector, such as "Cadenas de valor en el sector forestal en el Perú", "Cadena productiva de la madera", "La industria de la madera en el Perú", "Estudio de la oferta educativa y demanda laboral en el sector forestal a nivel nacional".

Table 1: Interviews conducted.

Interviewed	Institution
Saul Monrreal	México
Fernando Carrera	Professor at the Tropical Agricultural Research and Teaching Center (CATIE-Costa Rica)
Evelyn Chavez	Sustainable agribusiness specialist-CATIE-Native Communities.
Oscar Santamaria	General Manager in Amazonía Justa SAC and professor in CATIE.
Sonia González Molina	Director of capacity building in SERFOR.
Carolina Ramirez	Director of Economic Studies and Agricultural Information-MIDAGRI
Enrique Toledo	General Manager in Reforesta Perú
Olga Loyola	Operations Manager in Reforesta Perú
Vaneza Caycho	General Manager in iFurniture
Gustavo Tamariz	Operations General Manager in Bozovich
Gilberto Dominguez	Researcher at the National Intercultural University of the Amazon
Enrique Gonzales	Vice-rector of the Forestry Faculty of National Agrarian University La Molina (UNALM).
Tedi Pacheco Gómez	Dean of the forestry faculty of the National University of the Peruvian Amazon (UNAP)
Zoila Cruz	Professor of the Forestry Faculty of UNALM
Ethel Rubin de Celis	Director of the Forestry Faculty of UNALM.
Ingrid Casas	Professor of the forestry faculty of the University of Chachapoyas.
Jessica Moscoso	Director of CITE Madera Lima.
Darcy Laclotte	Director of CITE Mader Ucayaly.
Oscar Parra	Coordinator of the technical career of forestry of IESTFFAA
Alberto Apolinario	Coordinator of CEPTR0-Ancash.
Juan Carlos Navarro	President of MCLCP-Ucayali.
Jesús Santiago Díaz	Project Consultant for USAID
Alonso Rizo Patron	Project Consultant for USAID and – SERFOR - Company
Javier Arce	Project Consultant for GIZ

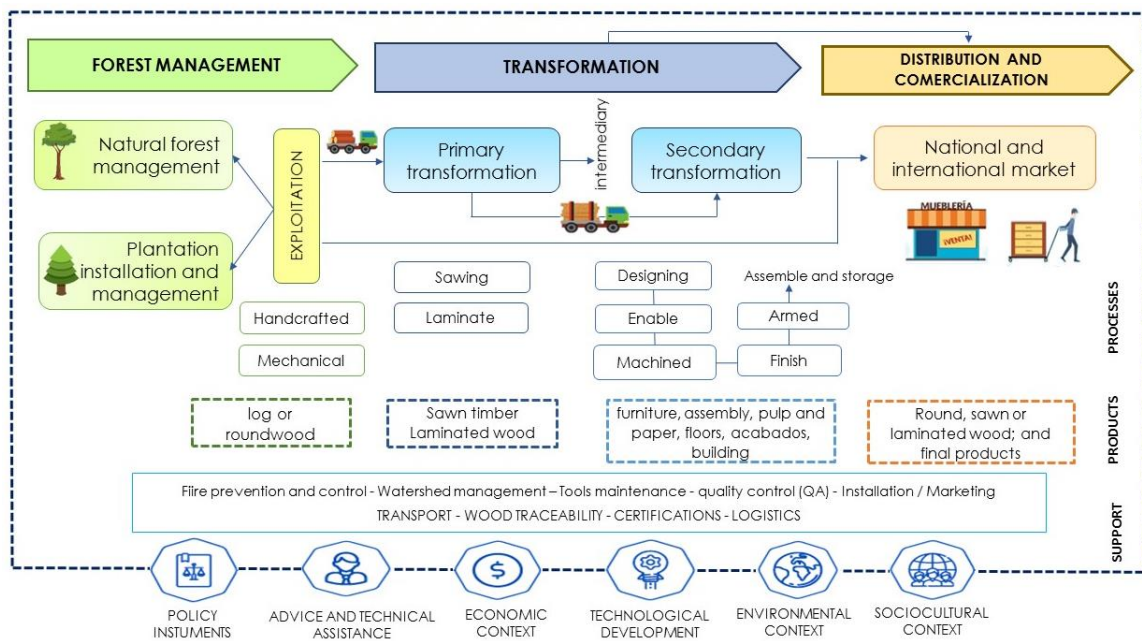
Source: Authors' elaboration.

3. RESULTS

3.1 Value chain of the forestry sector

According to CEPAL (2014), a value chain comprises all the variety of activities that are required for a product or service to pass through the different stages of production, from its conception to its delivery to consumers and its final disposal after use (Kaplinsky, 2004). Based on the literature review (Rodríguez & Kometter, 2012), CEPAL (2014), UNIQUE (2015), MTPE (2019) and USAID-SERFOR (2019), and the set of interviews with actors involved in the forest value chain in Peru, it has been identified that the value chain is made up of three main links: forest management, transformation (primary and secondary), and commercialization. These links include specific activities as shown in see Figure 1.

Figure 1: Value chain of the forestry sector in Peru.



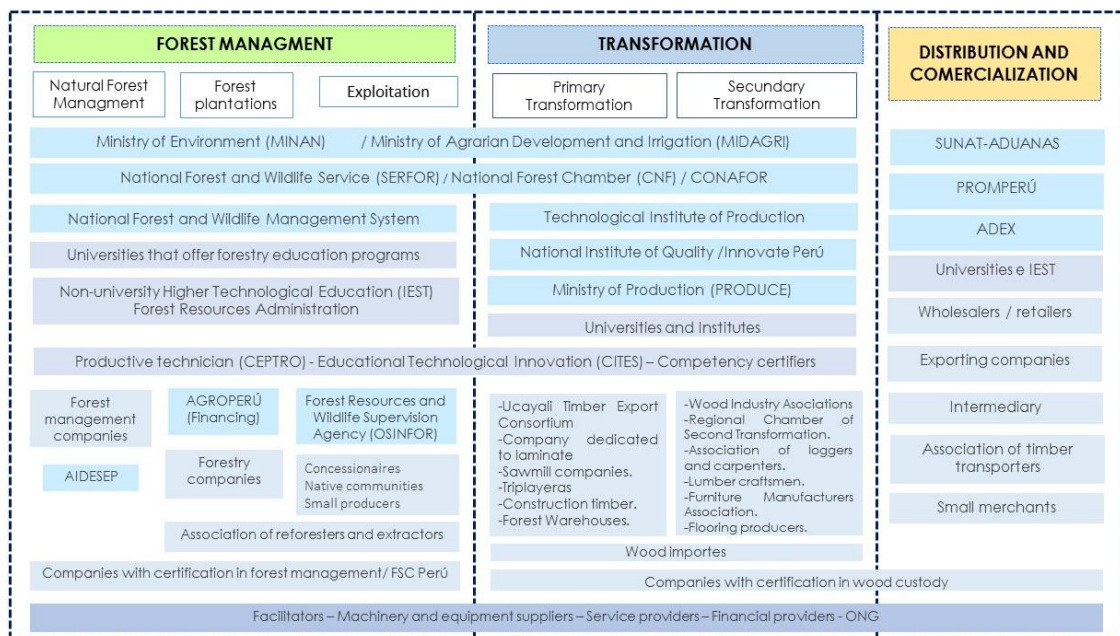
Source: Authors' elaboration.

In the case of Peru, forest management, in addition to the use of natural forests, includes the installation and management of plantations, which in turn implies planning, production of seedlings in forest nurseries, installation, management, harvesting, and supervision. Forest management and utilization encompass planning, forest management, road construction, utilization execution, residual forest balance, and regeneration monitoring.

Once the wood has been extracted from natural forest or plantations, Roundwood undergoes a first transformation, where it is sawn, edged, and blunted to obtain planks, boards, veneers, and other intermediate wood products. Afterward, the sawn or laminated wood goes through a second transformation, where products with higher added value are obtained such as floors (parquet, decking), domestic and office furniture, construction parts (doors and windows, among others), packaging material, paper, formwork, car bodies, shipyards, among others. And finally, marketing and distribution occur at two levels: inputs and finished products.

Similarly, based on FAO (2018), the actors along the value chain were identified. The forestry sector in Peru is made up of direct actors who intervene in the productive activity, most of them are private agents; and indirect actors who are related to processes of promotion, regulation, and support of forestry activity represented by a combination of private and public agents (see figure 2).

Figure 2: Actors in the value chain of the forestry sector in Peru.



Source: Authors' elaboration.

Figure 2 illustrates the complexity of this industry. Private and public institutions coexist but there is little articulation mainly because private sector is

integrated by many small producers and firms with low capacities. A small number of large, certified firms have competitive strategies. Government is in charge of designing policies and regulations, but implementation is rather low because of the lack of resources.

For that reason, there is a high level of consensus among the specialists interviewed that Peru does not use its forest resources sufficiently and adequately. Many very small farms have little access to technologies and qualified personnel, and their operation is not very efficient. Therefore, specialists agree that a change in the production model is necessary, adopting a territorial development approach that contemplates the integral and sustainable use of the forest, as well as the mechanisms to improve the distribution of benefits. This requires new knowledge on socio-economic, regulatory, and business issues.

Another finding was that forest plantations have little presence in the market, although they have a high potential to generate profitable businesses. The design and operation of plantations require new professional profiles since knowledge about plant biotechnology, nursery management, plant nutrition, and integrated pest management are needed. Plantation investors have difficulties to obtaining financing and government support since decision-makers seek effects in the short term.

Another important result is related to support activities for forest management and wood transformation. In the case of forestry support, experts highlight that, in order to overcome current knowledge and skills gaps, it is important to promote training and specialization in:

- water management and forest eco-hydrology.
- comprehensive risk management and prevention of forest fires through the formation of chains of command, brigades, and forest firefighters to leave reactive behavior on fires and other events and build capacities to base security on planning and prevention.
- maintenance of forestry equipment, design, and manufacture of tools and devices, and spare parts.

- use of information technologies and data processing.
- Three key positions are critical within forest use that need to be recognized and trained: '*materos*' (local people who know in detail the forests and the species present), chainsaw operators, and '*cubicadores*' (empirical technicians dedicated to quantification of wood volumes). These positions are generally empirical so, for their professionalization, technical schools need to work to standardize and strengthen those skills.

Similarly, in the transformation stage, it is necessary to strengthen capacities related to machinery maintenance, wood drying processes, metrology and quality management, risk prevention, and occupational safety. Modern machinery tends to use digital resources to automate and program it; thus, the profile of operators is evolving towards the use of digital skills.

An important deficiency in the secondary transformation refers to the design of wooden buildings and furniture. Currently, production is carried out in a very traditional way and only a few companies have developed digital capabilities that are increasingly important for competitiveness.

It is important to note that the latest Global Witness report (2019) based on data from OSINFOR estimated that at least 60% of the Peruvian wood supervised in the last 10 years had an illegal origin (MAAP,2021). Likewise, this coincides with the opinion of the experts consulted, in the sense that illegal exploitation is an element of distortion that generates unfair competition, loss of carbon and biodiversity, uncontrolled deforestation and deficiencies in the quality system, which detracts from the presence of products Peruvians in the markets. Given this, it is fundamental to improve and enforce the legal framework, to implement an accurate calculation of the Peruvian logging and the illegal trade index, and to promote better measures to identify and penalize illegal trade. As a complement, forestry companies should work to get their certification, which requires capacity building and investment, but it is a major step to participate in the global trade.

3.2 Macro trends in the forestry sector

The forestry sector has traditionally been characterized by lacking great efforts and investments in innovation. The main sources of technological change have been equipment manufacturers, where more efficient machines are designed for cutting, handling, transporting, drying, and processing tasks. But beyond that, forest exploitation has been rather conservative, mainly due to cultural elements, deep-rooted traditions, scarcity of resources in small companies, lack of generational change, little investment, and little profitability.

Although the forest has been seen only as a source of timber resources, it is important to recognize that it also provides numerous “collateral” products, goods, and services such as firewood, wild fruits, mushrooms, biomass as an energy source, ecological tourism, inputs for chemical and pharmaceutical industry, among others. Environmental services like CO₂ capture are relevant elements to be considered. Consequently, various initiatives have been identified internationally to enhance forest management, with the dual focus of profitability and sustainability as well as various technologies under development (Teischinger, 2010; Ludvig et al., 2019; Government of Canada, 2020) in the field of processing. A summary of the main technological trends that are relevant for the different links of the value chain is illustrated in Table 2.

Table 2: Main macro trends in forestry innovation.

Link of the chain	Technological trend
Forest management	<ul style="list-style-type: none"> - Georeferencing using drones, LiDAR, sensors, and other devices. - Forests and territorial development.
Forest plantations	<ul style="list-style-type: none"> - Genetic improvement, plantations, and reforestation. - Integrated pest management
Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> - High-performance machinery. - Molecular markers.
Primary transformation	<ul style="list-style-type: none"> - Modeling and simulation for cutting optimization.
Secondary transformation	<ul style="list-style-type: none"> - Analysis of processes and management systems. - Design and simulation: smart construction. - Materials: additives, solvents, pharmaceuticals, biofuels

Source: Authors' elaboration.

The specialists highlight some important changes with likely impacts on production systems and labor demand. In forest management, elements such as the use of drones, sensors, systems, and other devices to map terrain, geo-referencing species and detecting hot spots, as well as advances in biotechnological methods to identify species using molecular tools, improve varieties and develop strategies to combat pests, are setting trends at a global level. For that reason, they will be drivers of change in the planning and operation of forestry operations.

On the other hand, advances in the design and development of prototypes using different software and 3D printing devices, digitization, and automation of production processes are impacting transformation activities. Likewise, the use of technologies associated with Industry 4.0 as well as innovations in distribution and commercialization (artificial intelligence, IoT and data science) generate changes in labor demands of the transformation segment in the forestry sector.

The tendency to take advantage of forest resources in an integral way requires professionals with a holistic vision, who know the approaches of interculturality, evaluation of socioeconomic factors, territorial development, and promotion of sustainability.

Productive operations and logistics are changing, requiring more and more specialized workers with knowledge of data management and control indicators, process management, forestry business planning, and marketing.

On the other hand, other important aspects in the sector that will impact labor demand are associated with the traceability of wood, optimization of processes to ensure yields, quality assurance, guarantee occupational health and safety, inventory rotation, and reduction of waste.

Finally, in recent years the Peruvian forestry sector has shown dynamic behavior, especially in the domestic market (Arce, 2021; Tamariz, 2021); thus, it is expected that this sector may continue to grow. The wealth of the country in

terms of forested areas represents an underutilized potential that, if properly exploited, can represent an opportunity for territorial development and a good source of income.

3.3 Human resources

Human capital in the forestry sector plays a crucial role and requires certain specialized skills and knowledge. The characteristics of vocational and technical training must respond to the needs of companies and society. Regarding the training centers and institutes available for the Forestry sector in Peru, those described in table 3 have been identified.

Table 3: Synthesis of the forestry training offer in Peru.

Education level	N° of Institutions	Careers and programs
Universities-undergraduate	20	10
Universities-postgraduate	9	9
Non-university Higher Education (IEST)	9	2
Productive technician (CETPRO)	177	6 or more
Educational Technological Innovation Centers (CITES)	4	30 or more
Competency certifiers	10	11
Training and courses	3	20 or more

Source: Authors' elaboration with data from SUNEDU (2020), SINEACE (2020), ITP (2021), and official pages of institutions.

However, the entrepreneurs interviewed agree that the current profile of forestry professionals is very forest-oriented; therefore, they have little knowledge of the business, markets, the rational of plantations, and the wood industry. There are shortcomings in data management and analysis, forestry planning, evaluation of investment projects, marketing, genetic improvement, management and maintenance of forestry equipment and machinery, among other gaps. Due to salary distortions and organizational problems, technicians have been carrying out activities of laborers. This deteriorates the labor market.

On the other hand, the interviewees also agree that, beyond technical deficiencies, the development of soft skills (communication, leadership, teamwork, and language skills, among others) by professionals linked to the

forestry sector is very weak. Therefore, it is urgent to strengthen these competencies to enhance the professional growth of workers and thus achieve better results at the firm level. Likewise, they consider that it is necessary to strengthen the subject of entrepreneurial training and train professionals with a long-term strategic business vision, able to design programs and investments in research, development, and innovation that are critical for industry's modernization, sustainability and competitiveness.

Gaps are also identified in the training of workers since the possibilities of training outside the workplace are more difficult due to the lack of flexibility of the companies (they do not permit their employees to access to training courses during working hours and are not keen to invest in human capital qualification); training remains with an on-the-job approach at the level of the operator and it is therefore important to strengthen qualifications including training for middle managers and professionals. Most employers are not committed to training their workers because they think that training their staff more is a risk (migration of talent); consequently, human capital management is weak. Additionally, it is worth mentioning that there is no job stability and salaries are not competitive. Consequently, human capital management is not used as a tool to boost competitiveness.

The problem of education and training is critical since schools, institutes, and universities have few resources and little budget. Thus, there are no adequate facilities (laboratories and workshops), a budget for field practices and research projects. In these circumstances, improvisation, and various mechanisms of informal cooperation between institutions must be resorted to. Policymakers in education and forestry development have not been sufficiently sensitive to this situation. Companies demand better skills in the areas previously presented, but they do not have a proactive attitude to strengthen academic institutions. As mentioned before, a contradictory situation is observed because firms' managers are reluctant to invest in training because they consider that the trained employee is going to resign to get job with competitors.

4. DISCUSSION

The forestry activity will evolve towards the use of new technologies that will determine and drive the change in demand of human capital. The new technologies point towards main axes such as digitization of machinery and processes; comprehensive management of basins with a territorial development approach; genetic improvement of species; comprehensive risk management; optimization of operations; adding value through design and manufacturing improvements; market intelligence to capture higher value niches; and quality assurance in wood and wood products.

It is often argued that small producers handle more artisanal processes and that it will be difficult for them to participate in these changes. However, it is not advisable to ignore what is happening in this segment of industry, especially if the objective is to promote a competitive forestry agribusiness that increases the benefits for the communities that live in the forests. The economic and social yields will be realized only if there are profitable activities and these depend to a large extent on the response that is given to this new technological, regulatory, and market environment. For this reason, the country must be prepared, and this must be done now, since there is full agreement that the changes are already taking place, they are not theoretical.

Also, there is a coincidence with the SERFOR-GIZ study (2016), in that the supply of forestry education and training does not currently respond to labor demand. For this reason, a restructuring of the curricular networks is necessary where there is a greater balance between forest management, plantations, and the wood industry; that training should include different approaches to ensure interdisciplinary education and capacity building. Courses should also include contents on forestry planning and marketing, use of technologies, use of specialized software, equipment maintenance, business management, work ethics. Dual education systems should be analyzed and implemented to allow theoretical knowledge to be landed with practice in different companies. Teachers require training to update their knowledge and adapt themselves to scientific-technological trends and advances, because they are the corner

stone of transformation. To implement these changes greater resources and new incentives are required.

Higher education institutions must be more flexible and adapt themselves more quickly to changes imposed by labor demand, as there is evidence that a change in the career curriculum usually takes years. Likewise, the importance of forming soft skills such as oral and written communication skills, analytical capacity, teamwork, leadership, work ethic, and creativity, among others, is underlined. These competencies are critical to improving job performance, as well as facilitating job mobility.

On the other hand, the certifications of forests, plantations, processes, and procedures, together with issues such as traceability, quality audits, and sustainability, acquire increasing relevance. Dealing with these issues requires professionalization and ongoing training. In this sense, forestry entrepreneurs must be sensitized about the importance of investing in continuous training and scholarship programs for their workers; currently, they consider it as an expense.

The national policies on forestry must be strategically designed with a long-term vision and have more effective promotion instruments to foster competitiveness and sustainability of the forestry industry. The forest industry must be promoted and strengthened thereby that companies can grow and develop, generate labor demand that in turn generates forest supply. Promotion must come from the identification of the drivers of competitiveness and proactivity accompanied by political will; it is necessary to invest, that the policies translate into adequate budgets for programs, and that these are executed.

In this sense, it is pertinent to mention that one of the important advances of SERFOR has been the approval of the Capacity Development Plan for Forest and Wildlife Management (2021-2025). This plan is expected to strengthen the capacities of the actors in the forestry sector from various fronts such as continuous training programs, capacity building programs, interactive learning groups, awareness programs, and training of trainers. These policies require appropriate budgets to become reality.

5. CONCLUSIONS

The use of forest resources in Peru requires the full application of the existing regulatory framework and the design of public policies aiming at more efficient exploitation, profitability, and sustainability of the resource. Only in this way the forest can be converted into a bioeconomy that encourages territorial development. Observing the trends in other neighboring countries, probably forest plantations will gain importance, which will cause an increase in the demand for professionals and technicians related to this type of production.

Peru has an underutilized forest area, which makes it waste a source of wealth and a valuable instrument of territorial development. The bioeconomy approach along with the basin development approach can bring many answers to current problems.

REFERENCES

- ARCE, J. (2021). Dynamics and capacities of the Peruvian forestry sector. (J. L. Solleiro, Interviewer).
- CEPAL. (2014). *Strengthening value chains as an instrument of industrial policy. Methodology and experience of ECLAC in Central America*. Santiago de Chile: United Nations.
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment. Recovered from: <https://fra-data.fao.org/PER/fra2020/home/>
- FAO. (2018). *The wood industry in Peru*. Lima: FAO. Recovered from: <http://www.fao.org/3/I8335ES/I8335es.pdf>
- Government of Canada (2020). Forest pest management. Recovered from: <https://www.nrcan.gc.ca/our-natural-resources/forests-forestry/wildland-fires-insects-disturban/forest-pest-management/13361>
- ITP. (2021). Red CITE. Recovered from: <https://www.itp.gob.pe/nuestros-cite/>
- KAPLINSKY, R. (2004). Spreading the gains from globalization: What can be learned from value-chain Analysis?. *Journal of Development Studies*, 47(2), 74-115.

- KING, G., KEOHANE, R., & VERBA, S. (2012). *The design of social research. The scientific inference of qualitative studies*. Madrid: Editorial Alliance.
- LUDVIG, A., ZIVOJINOVIC, I., & AND HUJALA, T. (2019). Social Innovation as a Prospect for the Forest Bioeconomy: Selected Examples from Europe. *Forests*, 10, 878. doi:10.3390/f10100878.
- MAAP. (2021). MAAP No. 139: ILLEGAL LOGGING IN THE PERUVIAN AMAZON - A NEW FLAGSHIP CASE. Recovered from: <https://maaproject.org/2021/tala-illegal-peru-wtf/>
- MINAGRI. (2016). *Production evolution of the forestry sector*. Lima: General Directorate of Agrarian Policies.
- MINCETUR. (2018). *Commercial Report of Wood Products*. Lima: Directorate General for Research and Studies on Foreign Trade. Recovered from: https://www.mincetur.gob.pe/wpcontent/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/exportaciones/Reporte_Comercial_Productos_Forestales.pdf
- MTPE. (2019). *Wood production chain: Frequent occupations and training offer at the national level*. LIMA: MTPE. Recovered from: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/469920/Estudio_de_la_Cadena_Productiva_de_la_Madera.pdf
- PRODUCE. (2006). *Strategic guidelines to promote forestry development in Peru*. Lima.
- RODRÍGUEZ, A., & KOMETTER, R. (2012). *Diagnosis of the Value Chain of the Timber Forest Sector in the Ucayali Region*. Lima: ILO.
- SERFOR-GIZ. (2016). *Study of the educational supply and labor demand in the forestry sector at the national level*. Lima: SERFOR.
- SINEACE (2020). List of authorized labor skills certification centers. Recovered from: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1472945/Listado%20de>

[%20Centros%20de%20Certificaci%C3%B3n%20de%20Competencias%20Laborales%20Autorizados.pdf](#)

SUNEDU. (2020). University Information System. Recovered from:

<https://www.tuni.pe/>

TAMARIZ, G. (2021). Dynamics and capacities of the Peruvian forestry sector. (M. Sánchez, Interviewer).

TARRÉS, M. (2015). *Observe, listen and understand about the qualitative tradition in social research*. México: The College of Mexico.

TEISCHINGER, A. (2010). The development of wood technology and technology developments in the wood industries – from history to future. *European Journal of Wood and Wood Products*, doi: 10.1007/s00107-010-0458-2

UNIQUE. (2015). *Value chains in the Peruvian forest sector*. Freiburg: UNIQUE. Recovered from: https://www.unique-landuse.de/images/publications/vereinheitlicht/Cadenas_de_valor_en_el_sector_forestal_del_Peru.pdf

USAID-SERFOR (2019). *Timber forest products. Explanatory guide for your identification*. Lima. National Library of Peru.



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

El comercio del carbón vegetal y su transitar hacia la bioeconomía en México

Noel Carrillo Ávila¹, Adán Hernández Hernández² y Blanca Patricia Castellanos-Potenciano³

Autor de Correspondencia: castellanos.blanca@inifap.gob.mx

Resumen:

El consumo de carbón vegetal a nivel global se ha incrementado entre un 3 y 4% de forma anual en los últimos años. Su uso en México, es un factor socio-cultural por lo que su consumo podría llegar hasta las 700 mil toneladas cada año, con una perspectiva de crecimiento de 360 mil toneladas al 2030, lo que implicaría disponer de más de dos millones de metros cúbicos de madera para tal fin. En general, no existe un proceso estandarizado para la producción de carbón vegetal para una calidad homogénea, su elaboración se realiza de manera artesanal con diferentes especies forestales y en hornos de tierra rudimentarios, con técnicas que no brindan altos rendimientos. Además, su comercialización está llena de opacidades que limitan cuantificar los verdaderos volúmenes que se comercializan. Así, la elaboración y comercialización del carbón podría constituir una amenaza para el futuro de los recursos maderables. Dada esta problemática, el objetivo del texto es plantear la situación problemática que se observa entorno al comercio del carbón en México y expone la necesidad de investigación que permita transitar en la economía circular a través del manejo sustentable, por medio de una conversión energética alta (más carbón con menos madera), plantaciones expofeso y el uso eficiente de residuos para fines energéticos, con estrategias tecnológicas que mitiguen los impactos ambientales negativos.

Palabras clave: recursos-forestales, economía-circular, sustentabilidad

The charcoal trade and its transition to the bioeconomy in Mexico

Noel Carrillo Ávila¹, Adán Hernández Hernández² y Blanca Patricia Castellanos-Potenciano³

Abstract:

Global charcoal consumption has increased between 3 and 4% annually in recent years. Its use in Mexico is a socio-cultural factor, so its consumption could reach up to 700 thousand tons each year, with a growth perspective of 360 thousand tons by 2030, which would imply having more than two million cubic meters. of wood for this purpose. In general, there is no standardized process for the production of charcoal for a homogeneous quality, its elaboration is carried out in a

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Golfo Centro, Campo Experimental San Martinito, Puebla. carrillo.noel@inifap.gob.mx.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional Pacifico Sur, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, hernandez.adan@inifap.gob.mx.

3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional Pacifico Sur, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. castellanos.blanca@inifap.gob.mx. ORCID 0000-0002-7605-4991.



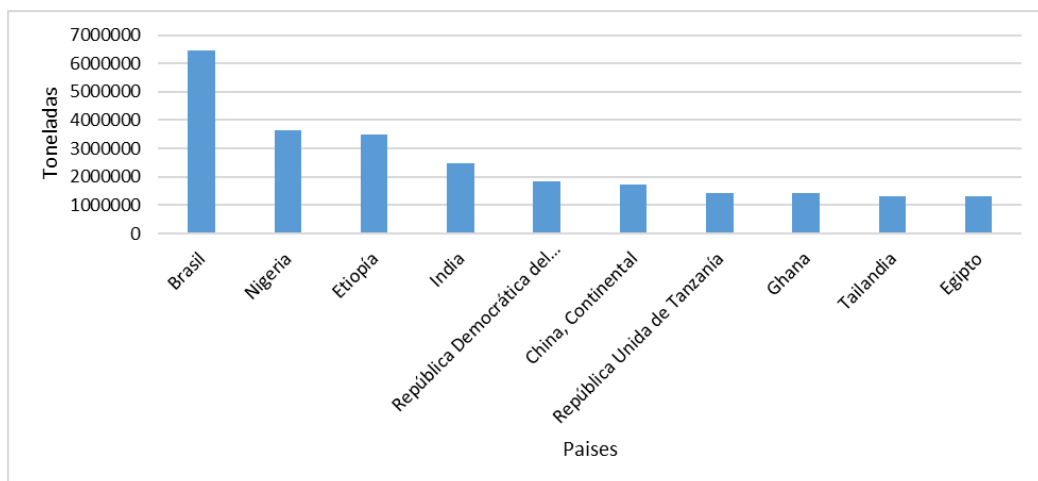
traditional way with different forest species and in rudimentary earth ovens, with techniques that do not provide high yields. In addition, its commercialization is full of opacities that limit the quantification of the true volumes that are commercialized. Thus, the processing and marketing of charcoal could constitute a threat to the future of timber resources. Given this problem, the objective of the text is to present the problematic situation that is observed around the coal trade in Mexico and exposes the need for research that allows moving in the circular economy through sustainable management, through high energy conversion (more coal with less wood), exprofeso plantations and the efficient use of waste for energy purposes, with technological strategies that mitigate negative environmental impacts

Keywords: forest-resources, circular-economy, sustainability

1. LA RED INNOVAGRO Y LA BIOECONOMÍA

Hasta el presente año, el volumen y el comercio mundial del carbón mostraron una tendencia creciente, lo que afecta negativamente tanto al medio ambiente como a la seguridad del suministro de carbón (Wang et al., 2021). Si bien el carbón vegetal sigue desempeñando un papel vital en la estructura energética de países en Latinoamérica, en esta dinámica también se insertan los principales productores a nivel global como, países de África, India, Japón y China (Figura 1) (Sribna et al., 2019, FAOSTAT, 2020).

Figura 1. Los diez principales países productores de carbón vegetal.



Fuente: FAOSTAT, 2020.

En lo general, la degradación forestal asociada a la producción de carbón vegetal es difícil de monitorear y comúnmente se pasa por alto y está subrepresentada en los cambios de la cubierta forestal y en las estimaciones de emisiones de carbono en el mundo (Sedano et al., 2016).

En México la forma de producir y distribuir el carbón vegetal es muy peculiar, ya que no hay patrones definidos para su elaboración y consumo. Hay varias formas o técnicas para su producción y, la forma como se realiza el comercio y se distribuye se encuentra dentro en la informalidad, desde su primera venta, hasta su uso final (Camou-Guerrero, et al., 2014; Morales et al., 2018). Así, cuantificar el consumo de carbón es complicado, debido a distintos motivos como que, i) la inexistencia de registros oficiales, ya que una parte de éste combustible proviene de la colecta realizada por los habitantes para su abastecimiento, y la otra proviene del comercio informal (Nabukalu et al., 2019); ii) existen variaciones importantes del consumo en México, dadas las condiciones socioculturales y climáticas que determinan la vegetación predominante y su disponibilidad (Díaz et al., 2020) ; iii) la información disponible no permite desagregar de manera específica los usos finales de este dendroenergético, ya que tiene propósitos simultáneos (cocción, calefacción y calentamiento); además que, iv) existe un consumo paralelo en combustibles (en específico, del gas licuado de petróleo o gas LP), en complemento con el carbón vegetal (Morales, et al., 2018).

Por lo expuesto, este texto tiene el objetivo de plantear la problemática que se observa entorno al comercio del carbón en México y expone la necesidad de investigación que permita transitar en la economía circular a través del manejo sustentable.

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).

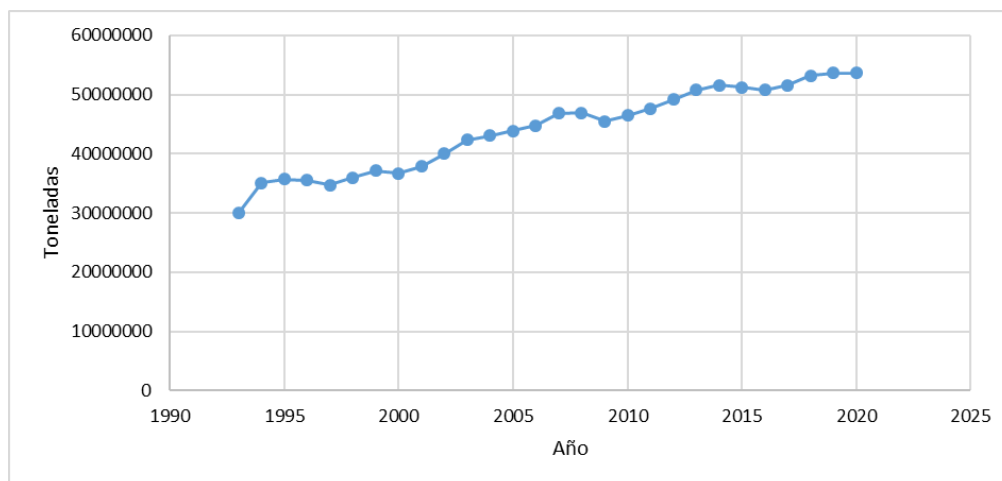
2. DESARROLLO

2.1 Tendencias de producción mundial del carbón vegetal

El carbón vegetal es un biocombustible que se produce como consecuencia de una combustión incompleta de la madera, por medio de un proceso de pirolisis (Hernández-Hernández, et al., 2020). El carbón es un mejor combustible, ya que presenta la gran ventaja frente a la madera (como la leña o las astillas), debido a que no es atacable por microorganismos al ser un material prácticamente inerte (Barbaran, 2019).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), más del 50% de la madera de los bosques en todo el mundo se utiliza para la producción de energía (Nabukalu & Gieré, 2019). En todo el mundo, el carbón vegetal ha persistido como recurso energético y el incremento en su producción se ha mantenido desde 1993 al 2020 (Figura 2) (FAOSTAT, 2020).

Figura 2. Producción mundial de carbón vegetal a nivel mundial.



Fuente: FAOSTAT, 2020.

La producción y consumo de carbón vegetal en México, es un factor sociocultural, que ha cobrado relevancia en las últimas décadas, sin embargo, se ha producido y utilizado como combustible para cocinar alimentos desde la edad de piedra y para producir instrumentos metálicos desde la edad de bronce (Rios, et. al., 2017).

En la actualidad, se utiliza ampliamente en hogares urbanos y rurales para cocer y asar, ya que produce poco humo y tiene un alto valor calorífico. En la Unión Europea, el uso del carbón vegetal es en lo general "recreativo" (días de campo, barbacoas), por lo que importa el producto de países como Alemania, Polonia, Suiza, España, Italia, Noruega, Dinamarca, Países Bajos, Ucrania, República Checa y Bélgica (Haag et al., 2020).

Por otra parte, en México los usos son para cocinar, calentar hogares, así como también el recreativo, siendo los principales centros de con ciudades como Monterrey, Cd. de México, Guadalajara y Puebla (Camou-Guerrero, 2014) por lo que su consumo podría llegar hasta las 700 mil toneladas cada año y la perspectiva de crecimiento podría incrementarse en 360 mil toneladas al 2030, (Serrano, et al., 2014), lo que como consecuencia implicaría disponer de más de dos millones de metros cúbicos de madera para tal fin.

2.2 Cadena de valor de consumo

Para la comercialización del carbón vegetal, los intermediarios han sido el medio más factible para vender la producción. Esto, ha limitado que los productores accedan a los mercados para comercializar directamente con el consumidor, aunado a la falta de organización de los productores y de estrategias para la comercialización. Por lo que esta dependencia hacia los intermediarios como vía de comercialización, ha ocasionado una desventaja sobre el precio para los productores, provocando una sobrevaloración en el costo del producto y durante su paso por la cadena de comercialización. De esta forma el "pago" económico es sustancialmente desproporcionado a lo largo de la cadena de valor en comparación con otros oficios (Nabukalu & Gieré, 2019) lo que deja, una mayor ganancia económica para intermediarios o comerciantes, que a los productores quienes realizan el mayor trabajo para producir el carbón.

La actividad carbonera en México, tiene potencial para aprovechar oportunidades de comercialización en mercados extranjeros (De la Cruz, et. al.,

2020); sin embargo, la temporalidad, los problemas de organización, estandarización en la producción, comercialización y el desconocimiento de la oportunidad de mercado, provocan que la actividad se mantenga confinada a las áreas de producción y sea poco remunerable para el productor común.

En general, proceso de elaboración de carbón se realiza de manera artesanal con diferentes especies de recursos forestales y en hornos de tierra rudimentarios, utilizando técnicas con las que no se obtienen altos rendimientos (Heya, et. al, 2014; FAO, 2017; De la Cruz, et. al., 2020). Como consecuencia, se observa la falta de un proceso estandarizado para la producción de carbón vegetal, que permita una calidad más homogénea del producto.

En los países desarrollados el aumento en la demanda como combustible para la cocción de alimentos (barbacoas o parrilladas), así como en producción metalúrgica (Stassen, 2002, Dufourny, et al., 2019), el carbón vegetal ha incrementado su volumen de importación. En el mercado europeo, aunque el carbón vegetal tiene una participación significativa como producto a base de madera, aún no está cubierto por el Reglamento Europeo de la Madera (EUTR), (UE) No 995/2010, lo que limita la comprensión del flujo del carbón vegetal que se importa y comercialización en estos países, desde su origen, la calidad y destino comercial (Haag et al., 2020).

El comercio internacional de combustibles de madera (incluyendo los combustibles líquidos) ha crecido con rapidez (Faaij, 2002; Nabukalu & Gieré, 2019) lo que se estima, está en correlación al incremento de la poblacional urbana, siendo la demanda creciente de un 3 a un 4 % anual (Girard, 2002; FAO, 2017; Chiteculo et al., 2018).

2.3 Implicaciones del consumo

No obstante, donde existe una alta demanda de carbón vegetal hay además una fuerte presión sobre los recursos forestales, aumentando la presión sobre los problemas de deforestación (Girard, 2002; Nabukalu & Gieré, 2019). Así, se debe prestar atención al creciente consumo de carbón vegetal asociado a los procesos de urbanización y la producción empresarial, ya que muchas de las

actuales prácticas y técnicas de fabricación de carbón vegetal están fijados en la valía económica y no, en la ecológica y social (Trossero, 2002).

En el territorio mexicano, la investigación sobre los impactos ecológicos y socioeconómicos sobre la producción y comercialización del carbón, recibe poca atención (Manzón, 2015). Así, el uso de la biomasa forestal para la elaboración de carbón podría constituir una amenaza para el futuro de los recursos maderables, en especial en ciertas áreas con fuerte demanda y donde se carece de políticas y normas adecuadas para el ordenamiento territorial, con base a investigación científica y los planes de manejo forestal (Chidumayo et al., 2013)

Por ello, es preciso adecuar prácticas de gestión, supervisión y control forestal; garantizando que el crecimiento en el uso del carbón vegetal no repercuta gravemente sobre las zonas forestales que suministran a los centros de consumo, mediante la garantía de la biomasa y la reducción de la deforestación (Doggart et al., 2017).

La prohibición de la producción y comercialización del carbón vegetal, ha resultado según algunos estudios, contraproducente: no reduce la producción y si promueve el clandestinaje e impide el control y registro (Eniola y Odebode, 2018). Por lo que resurge la necesidad de dirigir esfuerzos para aumentar la calidad y disponibilidad estadística del carbón vegetal, por medio de tecnologías que brinden una conversión energética más eficiente para evitar desperdicios y hacer un uso sustentable de la biomasa y transitar hacia un sector forestal bioeconómico (Bahdon et al., 2002).

El aprovechamiento de los recursos forestales ha sido objeto de un intenso debate en los últimos años tanto en el ámbito nacional como internacional, donde se ha expresado la enorme preocupación por la acelerada deforestación de los bosques, lo que ha llevado a tomar medidas unilaterales al prohibir el comercio de maderas y productos forestales.

Otras estrategias, se han orientado en el manejo sostenible de los bosques para reducir los impactos ecológicos y sociales. Sin embargo, el impacto de la actividad carbonera sobre los recursos naturales puede dejar un saldo ecológico negativo en las zonas dedicadas a esta actividad, cuando no existen programas de manejo forestal para la producción (Oladegy, et al., 2020). Aabeyir et al. (2016), expone que el impacto de la producción de carbón vegetal a menudo es demasiado generalizado y la pérdida de la cobertura vegetal, de los sitios cosechados es un problema de manejo de los bosques después de la cosecha y no el impacto de la producción de carbón vegetal per se.

La producción de carbón vegetal en México es una actividad arraigada en el medio rural, considerada como una actividad de subsistencia marginal y poco o nada rentable para los productores, quienes terminan utilizando la mano de obra familiar y cuyos costos llegan a ser mayores que los beneficios que obtienen por la venta del producto, ya que cuentan con muy pocas opciones disponibles para poder subsistir (Sánchez, 1995). Al contrario de países como África subsahariana donde el carbón vegetal tiene el potencial de apoyar a millones de medios de vida rurales y urbanos a través de la generación de ingresos, proporcionando flujos financieros urbanos-rurales y contribuyendo a la economía nacional; p. ej. en Malawi, el sector del carbón vegetal aporta aproximadamente \$40 millones, aproximadamente el 0,5% del PIB nacional (Smith et al., 2017).

Sin embargo, los comerciantes y los responsables finales como, las empresas procesadoras, tienen las máximas ganancias por el producto y no han previsto un aprovechamiento sustentable, ya que anteponen la maximización de ganancias a costa del impacto ecológico (Ramos, 1999).

Así, se hace evidente la urgencia de adoptar políticas adecuadas para asegurar la efectividad de la sostenibilidad, ya que la producción tradicional de carbón vegetal puede apoyar el sustento de los pequeños productores tradicionales, siempre que se planee la disponibilidad de recursos y, por lo tanto, su sostenibilidad a largo plazo (Smith et al., 2017), y así contribuir con el logro de

los objetivos de desarrollo sostenible en los países en desarrollo (Villazón, et al., 2018).

En México la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2021 ha promovido la transferencia de tecnología, a través de las capacitaciones en la elaboración de carbón para orientar el aprovechamiento de forma sustentable de los recursos, vigilar las quemas para conseguir carbón de alta entereza y maximizar las características deseables como la densidad, tamaño, peso, dureza y químicamente puro, para que los volátiles no presenten chispa o humos. Además, que realizan recomendaciones para que durante el manejo no absorba demasiada humedad y el producto mantenga los contenidos energéticos máximos, contribuyendo con un menor desperdicio, en los centros de producción o de comercialización, para contribuir en garantizar la economía de los productores (CONAFOR,2021).

3. CONCLUSIONES

Las alternativas actuales para mitigar la situación problemática del comercio y producción de carbón vegetal en México, debe involucrar el uso de paquetes tecnológicos que contribuyan en, i) maximizar la conversión energética de la biomasa y se reduzca el desperdicio del recurso, ii) acompañamiento técnico para la transferencia de la tecnología; así como, iii) distribución del producto y desarrollo de estrategias de venta.

Es importante señalar que no se cuenta con información exacta que permita cuantificar la producción de carbón vegetal en México, derivado de la irregularidad de su comercio. Así como de la escasa investigación científica entorno a esta problemática. En consecuencia, surge la necesidad de proponer acciones que promuevan regular el comercio, reduciendo el intermediarismo a través de la capacitación a productores; promoviendo la incorporación sólida de los subsistemas natural y social (fundamentales de cualquier plan de manejo sustentable), y de sus interacciones. Evidenciando la necesidad en investigación

para caracterizar la cadena de producción en las regiones carboneras del país, así como el diseño y la implementación de prácticas y programas de manejo de recursos, fundamentales para transitar hacia una economía carbonera circular y reducir el impacto negativo de los ecosistemas.

Como parte de la economía circular es necesario eficientar la producción de forma sustentable, por medio de una conversión energética alta (lograr más carbón con menos madera), promover plantaciones expofeso y el uso eficiente de residuos para fines energéticos, a través de la promoción de estrategias tecnológicas que mitiguen los impactos ambientales negativos.

Por eso, es importante reducir la producción de carbón vegetal de forma desordenada que implique el deterioro ecológico. Por lo que se requiere incrementar la profesionalización el sector con: organización, difusión tecnológica, plantaciones con intención, así como la promoción del uso de residuos para fines energéticos que contribuyan en la incorporación de la producción y comercio del carbón vegetal en la bioeconomía.

REFERENCIAS

- AABEYIR, R., ADU-BREDU, S., AGYARE, W. A., y WEIR, M. J. C. (2016). Empirical evidence of the impact of commercial charcoal production on Woodland in the Forest-Savannah transition zone, Ghana. *Energy for Sustainable Development*, 33, 84-95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.03.005>
- BAHDON, J., BROADHEAD, J. y WHITEMAN, A. (2002). Revisión de las estimaciones de FAOSTAT relativas al combustible de Madera. *Unasylva*. FAO. Roma, Italia. 53 (211): 41-45.
- BARBARAN, P. M. C. (2019). Caracterización de la producción y comercialización de carbón vegetal en el distrito de Manantay, Coronel Portillo – Ucayali. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Peru. Tesis. 84 p.
- CAMOU-GUERRERO, A., GHILARDI, T. M. A., SERRANO, M., ORTIZ-AVILA, T., VEGA, E., OYAMA, K. y MASERA, O. (2014). Análisis de la producción de carbón

- vegetal en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán. *Investigación Ambiental*. 6(2) 127-138.
- CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2021). Apoyos 2021: Programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable. Gobierno de México. Acceso: 4 de junio del 2021. <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>
- CHIDUMAYO, E. N., y GUMBO, D. J. (2013). The environmental impacts of charcoal production in tropical ecosystems of the world: A synthesis. *Energy for Sustainable Development*, 17(2), 86-94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.07.004>
- CHITECULO, V., LOJKA, B., SUROVÝ, P., VERNER, V., PANAGIOTIDIS, D., y WOITSCH, J. (2018). Value Chain of Charcoal Production and Implications for Forest Degradation: Case Study of Bié Province, Angola. 5(11), 113. <https://doi.org/10.3390/environments5110113>
- DE LA CRUZ, MONTELONGO, C., HERRERA GAMBOA, J., ORTIZ SÁNCHEZ, I. A., RÍOS SAUCEDO, J. C., ROSALES SERNA, RIGOBERTO, y CARRILLO-PARRA, A. (2020). Caracterización energética del carbón vegetal producido en el Norte-Centro de México. *Madera y bosques*, 26(2), e262197. doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2621971>
- DÍAZ, M. G., CORREA, A. R., y MÉNDEZ, R. M. (2020). Especies vegetales con uso combustible por comunidades rurales mexicanas. *Revista Etnobiología*, 18(3), 113-135.
- DOGGART, N., y MESHACK, C. (2017). The Marginalization of Sustainable Charcoal Production in the Policies of a Modernizing African Nation. 5(27). doi:10.3389/fenvs.2017.00027
- DUFOURNY, VAN DE STEENE, A. L., HUMBERT G., GUIBAL, D., MARTIN, L., y BLIN, J. (2019). Influence of pyrolysis conditions and the nature of the wood on the quality of charcoal as a reducing agent. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 137, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2018.10.013>

- Eniola, P. O., y Odebode, S. O. (2018). Rural Dwellers' Perception of Effect of Charcoal Production on the Environment in Guinea Savannah Zone of Nigeria. *Journal of Scientific Research and Reports*, 19(1), 1-12. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2018/39422>
- FAAIJ, A. (2002). El comercio internacional de combustibles. Unasylva. FAO. Roma, Italia.
- FAO. 2017. La transición al carbón vegetal, la ecologización de la cadena de valor del carbón vegetal para mitigar el cambio climático y mejorar los medios de vida locales. Roma, Italia. 12 p.
- FAOSTAT. (2020). Producción forestal y comercio. Acceso: 13 de diciembre 2021 <https://www.fao.org/faostat/es/#data/FO/visualize>
- GIRARD, P. (2002). Producción y uso del carbón vegetal en África. Unasylva. FAO. Roma, Italia.
- HAAG, V., ZEMKE, V. T., LEWANDROWSKI, T., ZAHNEN, J., HIRSCHBERGER, P., BICK, U., y KOCH, G. (2020). The European charcoal trade. *IAWA Journal*, 41(4), 463-477. doi: <https://doi.org/10.1163/22941932-bja10017>
- HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, M., PALMA-LÓPEZ, D. J., SALGADO-GARCÍA, S., PALMA CANCINO, D. J., RINCÓN-RAMÍREZ, J. A., HIDALGO-MORENO, C. I., y CUANALO-DE LA CERDA, H. (2020). Carbón vegetal como mejorador de un Acrisol cultivado con caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Agro Productividad*, 13(5). <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1607>
- HEYA, M. N., POURNAVAB, F. R., CARRILLO-PARRA, A., y COLIN-URIETA, S. (2014). Bioenergy potential of shrub from native species of northeastern Mexico. *International journal of agricultural policy and research*, 2(12), 475-483. doi: 10.15739/IJAPR.020.
- MANZÓN, CHE, M. D. J. (2015). Evaluación del impacto socioeconómico de la producción del carbón vegetal en una comunidad forestal en la Península de Yucatán, México. Tesis (M.Sc), CATIE, Turrialba (Costa Rica).
- MORALES, R. V., MUÑOZ, M. A. R., y DÍAZ, J. J. (2018). Producción y comercialización de la leña y el carbón en el municipio de Tequila,

- Veracruz: Hacia un análisis situacional. Medio ambiente, sustentabilidad y vulnerabilidad social. (5). 57-71 p.
- NABUKALU, C., y GIERÉ, R. (2019). Charcoal as an Energy Resource: Global Trade, Production and Socioeconomic Practices Observed in Uganda. 8(4), 183. <https://doi.org/10.3390/resources8040183>
- OLADEJI, S.O., OLOGUNWA, O.P., y TONKOLLIE, B.T. (2018). Impacto socioeconómico de la tecnología tradicional de producción de carbón vegetal en el distrito de Kpaai-condado de Bong en Liberia. *Reinar. Manag. Sostener. Dev* , 7 , 86-107. <https://doi.org/10.5296/emsd.v7i2.11770>
- RAMOS, MARTINEZ, M. (1999). Producción y comercialización de carbón vegetal e la micro-región de Teopisca-San Cristóbal. Thèse pour l'obtention du master en Science du développement rural régional, 187 p.
- RÍOS, B. I. M., SANTOS C, J., y GUTIÉRREZ, A. C. (2017). Biocombustibles sólidos: una solución al calentamiento global. *Revista Ciencia*, 68(4), 1-17.
- SÁNCHEZ, R. L. (1995). La producción de carbón vegetal en hornos fijos de ladrillo como una innovación tecnológica en México. Reporte de investigación. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 58 p.
- SEDANO, F., SILVA, J. A., MACHOCO, R., MEQUE, C. H., SITO, A., RIBEIRO, N., y TUCKER, C. J. (2016). The impact of charcoal production on forest degradation: a case study in Tete, Mozambique. *Environmental Research Letters*, 11(9), 094020. doi:10.1088/1748-9326/11/9/094020
- SERRANO, M.; ARIAS-CHALICO, T.; GHIRALDI, A.; y MASERA, O. (2014). Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development* 19: 39-46.
- STASSEN, H.E. (2002). Nuevas tecnologías de producción de carbón vegetal. *Unasyva*. FAO. Roma, Italia. 53 (211): 34-35.
- SMITH, H. E., HUDSON, M. D., y SCHRECKENBERG, K. (2017). Livelihood diversification: The role of charcoal production in southern Malawi. *Energy*

for Sustainable Development, 36, 22-36. doi:

<https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.10.001>

SRIBNA, Y., TROKHYMETS, O., NOSATOV, I., y KRIUKOVA, I. (2019). The globalization of the world coal market – contradictions and trends. E3S Web Conf., 123.

TROSSERO, M.A. (2002). Dendroenergía: perspectivas del futuro. Unasylva. FAO. Roma, Italia 53 (211): 3-10.

VILLAZÓN, MONTALVÁN, R.A., DE MEDEIROS, MACHADO, M., PACHECO, R.M. PORTELA, NOGUEIRA, T. M., SILVA, DE CARVALHO PINTO, C. R., Y FANTINI, A (2019). Environmental concerns on traditional charcoal production: a global environmental impact value (GEIV) approach in the southern Brazilian context. Environ Dev Sustain 21, 3093–3119.
<https://doi.org/10.1007/s10668-018-0177-0>

WANG, W., FAN, L., LI, Z., ZHOU, P., y CHEN, X. (2021). Measuring dynamic competitive relationship and intensity among the global coal importing trade. Applied Energy, 303, 117611. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117611>



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

El rol de los biocombustibles líquidos en la transición energética

Agustín Torroba¹, Andrea Carvalho² y Celestina Brenes Porras³

Autor de Correspondencia: agustin.torroba@iica.int

Resumen:

Dentro del paradigma técnico productivo de la bioeconomía, se destaca el sendero de los biocombustibles líquidos en la transición climática y energética del sector transporte. Esto debido a la posibilidad de utilización de diversos biocombustibles líquidos en reemplazo de fósiles, ya que los últimos se han constituido como una transición más limpia que permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector, el cual tiene fuertes compromisos medioambientales. Adicionalmente, los biocombustibles líquidos serán un complemento tanto a otros paradigmas tecnológicos en desarrollo (electromovilidad, hidrógeno, etc.), como a la movilidad terrestre, aérea y marítima. En la medida que estas tecnologías atraviesan su proceso de instalación en el mercado y posterior masificación (para lo cual se requerirán varias décadas), los biocombustibles líquidos permiten avanzar en una matriz de consumo de combustibles más limpia.

Palabras clave: transición energética, biocombustibles, bioeconomía, biodiésel y bioetanol

The role of liquid biofuels in the energy transition

Agustín Torroba¹, Andrea Carvalho² y Celestina Brenes Porras³

Abstract:

Within the productive technical paradigm of bioeconomy, the path of liquid biofuels in the climate and energy transition of the transport sector stands out. Due to the possibility of using various liquid biofuels, replacing fossils with no or few technical adaptations in the engines, these have become a cleaner transition that allows reducing greenhouse gas emissions in the sector, which has strong environmental commitments. Additionally, liquid biofuels will be a complement to other technological paradigms under development (electromobility, hydrogen, etc.), both in land, air and maritime mobility. In the meantime, while these technologies go through their installation process in the market and subsequent massification (which will require several decades), liquid biofuels allow progress in a cleaner fuel consumption matrix.

Keywords: energy transition, biofuels, bioeconomy, biodiesel and bioethanol

¹ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, Costa Rica. agustin.torroba@iica.int.
CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7116-7535>

² Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, Costa Rica.
andrea.carvalho.pasante@iica.int.

³ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, Costa Rica.
celestina.brenes.porras@gmail.com; CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8830-0451>



1. INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y MÉTODOS

Desde la entrada del siglo XXI diferentes retos se han situado sobre la mesa de discusión global y el cambio climático no ha pasado desapercibido, motivo por el cual ha sido considerado desde la génesis de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), objetivo 7 y posteriormente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), objetivo 6, 7, 13, 14 y 15. (Naciones Unidas, 2015 y CEPAL, 2018). Esta preocupación externalizada por la comunidad internacional ha suscitado múltiples debates en todos los continentes.

En este marco, toma fuerza un paradigma técnico productivo denominado "bioeconomía", el cual se constituye como una vía para enfrentar los desafíos del cambio climático, el deterioro de los recursos naturales y al mismo tiempo lograr beneficios tanto sociales como económicos, cumpliendo con los compromisos de reducción de GEIs (gases de efecto invernadero), mientras se incrementan la producción de alimentos, fibras y energías reduciendo la dependencia en los combustibles fósiles (IICA, 2019).

Bajo este nuevo modelo de desarrollo, se han creado diferentes "senderos" de las actividades bioeconómicas. Uno de los senderos más destacados por su impacto económico y ambiental, es el de las bioenergías en general y los biocombustibles líquidos con destino al sector transporte en particular.

Cabe destacar que para el año 2014 el sector de transporte aportó más del 14% de las emisiones de CO₂ equivalente del mundo (IPCC, 2014) incrementando la presión sobre el calentamiento global y sus efectos adversos.

El presente trabajo pretende analizar el rol del consumo y producción sustentable de biocombustibles líquidos (entendidos como aquellos productos bioenergéticos que aportan a la descarbonización del sector transporte) en la transición energética hacia un mundo alineado con las necesidades de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

El enfoque de la investigación se caracteriza por ser mixto debido a la naturaleza compleja del fenómeno de la investigación, combinando tanto los

elementos cualitativos y cuantitativos para obtener una mejor exploración y explotación de los datos. (Hernández-Sampieri, 2014, p.532-533).

De esta forma, se recurre a fuentes secundarias como revisión bibliográfica de documentos, informes referentes a la temática y series de datos estadísticos. A partir de ellos, se utilizan instrumentos tales como gráficos, los cuales tienen como fin mostrar la conducta de los biocombustibles líquidos y, de esta manera, se establecen las tendencias o comportamientos estacionales (Nussbaumer, 2015) con el objetivo de tener un panorama amplio sobre la temática que permita arribar a conclusiones sobre el rol de los biocombustibles líquidos en la transición energética.

En ese sentido el documento se divide en tres secciones, la presente, donde se introduce a la problemática y método. La segunda muestra la necesidad en la que se enmarca el cambio de paradigma de matrices energéticas dependientes a combustibles fósiles hacia un paradigma más sostenible, a la vez que analiza tanto la situación actual como las proyecciones de los biocombustibles líquidos en diferentes medios de transporte. La última culmina con las principales discusiones y conclusiones alrededor de la temática.

2. RESULTADOS

2.1 Nuevos paradigmas de movilidad y transición limpia

El sector de transporte es el cuarto emisor de gases de efecto invernadero, concentrando el 74% de sus emisiones en vehículos de pasajeros y de carga por carretera, los cuales utilizan principalmente gasolina y diésel como combustibles. Mientras que el subsector de aviación y marítimo emiten un 11% del total (cada uno), quedando el 3% en los subsectores ferroviarios y otros (IEA 2020).

El nivel actual de emisiones del sector transporte, dificulta el cumplimiento del Acuerdo de París (NFCCC, 2015), el cual indica como principal punto la necesidad internacional de limitar en el siglo XXI el aumento global de la

temperatura a 2 °C y, al mismo tiempo, buscar medios para frenar el aumento de la temperatura a 1,5°C con respecto a las eras preindustriales.

Bajo este contexto de demandas medioambientales, el actual paradigma de movilidad vehicular terrestre, basado en el uso de motores de combustión interna, intensivos en el uso de combustibles fósiles, especialmente gasolina y diésel se encuentra en tensión, frente a la aparición de nuevas alternativas tecnológicas más limpias, principalmente la electromovilidad y el uso de hidrógeno.

En efecto, estas innovaciones en el sector automotriz responden a las urgentes necesidades ambientales, no obstante, realizar la migración masiva hacia algunas de estas alternativas pueden tomar varias décadas (IRENA 2020 e IEA 2020), lo que resulta problemático en virtud de los compromisos ambientales asumidos en un corto plazo para reducir los GEIs. Por ello, resulta menester ejecutar una transición sustentable pero efectiva y eficiente en el corto y mediano plazo.

En ese sentido, los biocombustibles líquidos, en el formato de biodiésel y bioetanol⁴, han comenzado a liderar una transición más limpia⁵, dentro del paradigma de movilidad actual, motivado por la formulación de políticas públicas que se asientan, principalmente, en alguno de los siguientes pilares: i) los aspectos medioambientales y de salud humana⁶; ii) la seguridad y diversificación energética; y, iii) el desarrollo agrícola y las ventajas económicas derivadas de la producción y uso de biocombustibles.

Cabe destacar que el rol de los biocombustibles líquidos también permitirá complementar nuevos paradigmas de movilidad en el medio y largo plazo. En tal sentido, debido a restricciones en la densidad energética de las

⁴ El biodiésel y bioetanol son combustibles biológicos que se utilizan como complemento o sustituto del diésel y gasolina fósil. En el 2019 sustituyeron el consumo, en términos volumétricos, del 5,5% de la gasolina y el 3,1% del diésel mundial (Torroba 2021 a).

⁵ Sobre la reducción de emisiones de GEIs de los biocombustibles líquidos en comparación a los combustibles fósiles, puede consultarse IPCC (2014) y Torroba (2020 a). Para mayor detalle sobre el rango de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

⁶ Las políticas públicas de biocombustibles también suelen establecer requisitos mínimos de reducción de emisiones de GEIs y clasificaciones alternativas en virtud de ello y otras características (biocombustibles convencionales, avanzados, etc.)

baterías, y la falta de una infraestructura en formato de redes o estaciones de carga masiva, la electromovilidad⁷ aumentaría su inserción en automóviles de tamaño pequeño para distancias cortas, así como en vehículos de dos y tres ruedas. Otros tipos de tecnologías con menores necesidades de recarga, como el hidrógeno, tendrían un mayor grado de penetración en vehículos pesados y de larga distancia (camiones y buses) mientras que, en simultáneo, las transiciones limpias (biocombustibles⁸, vehículos híbridos, híbridos enchufables, etc.) convivirían en la gama de automóviles de pasajero de tamaño y distancias medias (IRENA 2020 y Torroba 2021 b).

Por otro lado, en cuanto a otros sectores del transporte, como la navegación, pero especialmente la aviación, se observa que, debido a la complejidad de sus sistemas, resultará efectivo el uso biocombustibles líquidos ante la ausencia de alternativas de movilidad más limpias a corto y medio plazo (IEA, 2021). En tal sentido, en 2010 la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2013) externó su preocupación sobre la alta cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la aviación civil internacional, motivo por el cual decidió realizar una serie de metas que apuntan a reducir sus emisiones de carbono en un 50% para 2050 en comparación con los niveles de 2005. (Torroba, 2021 a).

La Agencia Internacional de Energía (IEA, 2019), considera que, para cumplir con este objetivo, se deberá mezclar biocombustibles líquidos de aviación con combustible fósil para aviones, debido a que los primeros son "la única opción actual para reducir significativamente las emisiones del sector de aviación".

⁷ Adicionalmente, la electromovilidad enfrenta otros desafíos. El más destacado es que la electricidad producida para los vehículos provenga de fuentes limpias para evitar un aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de todo el ciclo de vida. En este sentido, el 64% de la electricidad producida en el mundo, proviene de fuentes fósiles, siendo el carbón su fuente de energía más contaminante y la más utilizada en la generación de electrones, con un 38% del total mundial (Torroba 2021 a).

⁸ Asimismo, hay en estudio tecnologías disruptivas que utilizan a los biocombustibles como insumo, destacándose la Celda de Combustible de Óxido Sólido (SOFC). En esta tecnología, la celda de combustible se alimenta con bioetanol para generar electricidad. El sistema posee un reformador catalítico que libera el hidrógeno contenido en el biocombustible, que luego se convierte en electricidad en un dispositivo electroquímico, que es la celda propiamente dicha.

De manera análoga, la Organización Marítima Internacional (OMI, 2018) creó una estrategia concreta para evitar que la contaminación marítima se acrecenté y de modo contrario, esta sea controlada y reducida, dando paso a la posible introducción de biocombustibles en el sector para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de azufre.

En el capítulo siguiente, se describirá cómo se han insertado los biocombustibles líquidos, representando hoy una transición más limpia a los fósiles y sus perspectivas a futuro, con especial énfasis en usos que hoy son marginales, como los segmentos de aviación y navegación.

2.2 Evolución reciente de los biocombustibles líquidos y perspectivas

Como establece Torroba (2021 a), la producción y el consumo de biocombustibles líquidos a nivel mundial, ha mostrado una importante expansión en los últimos veinte años. Con relación al consumo de biocombustibles líquidos a nivel mundial, se evidencia un crecimiento acumulado del 47 % en los últimos 10 años.

En 2019 el consumo superó los 163 millones de metros cúbicos, en el año 2020, las medidas de confinamiento implementadas a causa de la pandemia, con la consecuente reducción de la movilidad, generaron una reducción interanual del -10 %. En el caso del bioetanol, el efecto fue más fuerte, presentando una reducción interanual de -15 %. En lo que respecta al biodiésel, solo se observó una reducción en su tasa de crecimiento, aumentando un 1.5 %, interanual.

Se observa que la evolución de la producción y consumo de los biocombustibles está fuertemente influenciada por la formulación de políticas públicas implementadas por los países. Uno de los instrumentos más utilizados para promover su consumo son los denominados "mandatos" de uso de biocombustibles, los cuales establecen la obligación de mezclar biocombustibles con combustibles fósiles, fijando una cuota de mercado. Si bien estos no siempre son cumplidos en su totalidad, suelen representar la mayor parte del consumo de los países.

Según Torroba (2020 b), se registraron al menos 53 mandatos de uso de bioetanol en 2019. Por otro lado, se destaca la presencia de mercados libres de amplio desarrollo, como el caso de Brasil en donde se comercializa bioetanol hidratado, o el E85 en Estados Unidos y varios países de Europa. En el caso del biodiésel, en 2019 se contabilizaron 43 países con mandato.

En sintonía con la implementación de diferentes tipos de políticas públicas para promover el consumo de los biocombustibles, se proyecta una recuperación en la producción de biocombustibles a los niveles anteriores a la pandemia, durante el transcurso del 2021. De acuerdo con el informe OCDE/FAO (2020), este aumento se dará principalmente en los países en desarrollo, impulsado fundamentalmente por la aplicación de mandatos con mayores tasas de mezcla. También se prevé una recuperación por ampliación de políticas públicas en países en desarrollo⁹.

En el mediano y largo plazo, será necesario incrementar fuertemente la producción mundial de biocombustibles para poder cumplir los compromisos medioambientales fijados. De acuerdo con IRENA (2020), se fija un escenario denominado "Planned Energy Scenario"¹⁰, en el cual la producción de biocombustibles se incrementaría un 110 % al 2030 (en comparación con 2017), alcanzando un 189 % en 2050. En este mismo informe, se establece un escenario de descarbonización más exigente denominado "Transforming Energy Scenario"¹¹, en el cual se incrementaría la producción a un 379 % en 2050, donde un 15 % se espera sean biocombustibles de aviación.

⁹ Se destaca el caso de Indonesia, que expandió en el 2021 su mandato de uso de biodiesel al 30% o B30, pero tiene como objetivo expandirlo, pasando a un B40 en el 2022. En relación con las Américas, Brasil continúa con su programa de ampliación de mandato, el cual busca aumentar un punto porcentual por año hasta llegar a un B15 en 2023. También, el caso de Colombia, el cual avanzó en la aplicación de B12 partir de abril del 2021 en casi todo el país.

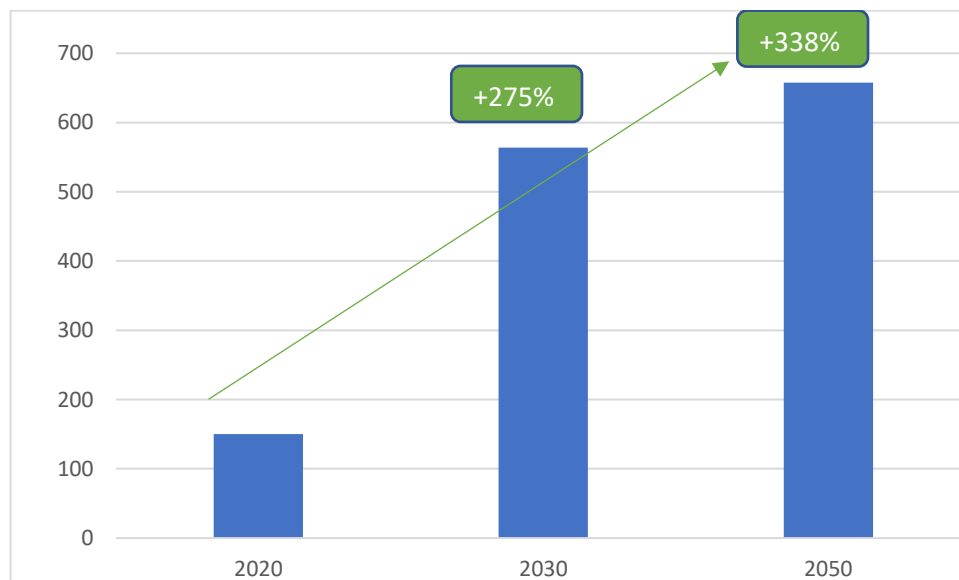
¹⁰ Es el caso de referencia principal para el citado estudio, proporcionando una perspectiva sobre el desarrollo del sistema energético basado en planes energéticos actuales de los gobiernos y otros objetivos y políticas planificados (a partir de 2019), incluidas las contribuciones determinadas a nivel nacional (NRD) en virtud del Acuerdo de París a menos que el país tenga objetivos o planes climáticos y energéticos más recientes

¹¹ El mencionado escenario describe una ambiciosa, pero realista, vía de transformación energética basada en gran medida en fuentes de energía renovables y eficiencia energética constantemente mejorada (aunque no se limita exclusivamente a estas tecnologías). Esto pondría al sistema energético en el camino necesario para mantener el aumento de las temperaturas globales a muy por debajo de 2 grados Celsius (°C) y hacia 1,5 °C durante este siglo.

Por otra parte, en un reciente informe publicado por IEA (2021), se describe cómo el sector energético global puede llegar a un escenario de cero emisiones netas en el año 2050. Para lograr dicha meta, se prevé un fuerte incremento en el consumo de los biocombustibles, en la presente década, con un aumento del 275 %, como se menciona en la figura 1.

Cabe destacar, que este aumento estará fuertemente concentrado en la movilidad terrestre por carretera. A partir del 2030, el consumo seguirá creciendo, pero de forma más lenta y ocurrirá un re-direccionamiento hacia nuevos sectores, como son los biocombustibles de aviación y marítimos.

Figura 1: Posible evolución del consumo de biocombustibles líquidos (en millones de metros cúbicos) de acuerdo con el escenario de cero emisiones netas para el 2050 de la IEA.



Fuente: Torroba (2021b).

Un escenario menos exigente en materia de emisiones, pero en correspondencia con los compromisos establecidos en el Acuerdo de París, es el denominado "Escenario de Desarrollo Sostenible", establecido por la IEA (2020), en el mismo, se espera que la producción de biocombustibles líquidos se incremente un 210% en el 2030 tomando como referencia el consumo de 2019, llegando a los 298 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

Este incremento, estará dado principalmente por el bioetanol y el biodiésel utilizado por el transporte terrestre, en donde el 56% se consumirían

como biocombustibles destinados al transporte de pasajeros y el 28% al transporte de mercancías por carretera. Por otro lado, se espera el ingreso de otros sectores, con un 10% del consumo dedicado a la aviación, mientras que 5% correspondería al transporte marítimo.

3. DISCUSIÓN / CONCLUSIONES

Los compromisos ambientales, en virtud de la necesidad de reducir emisiones de gases de efecto invernadero, pero también en la mejora de la calidad del aire, vienen poniendo presión al sector de transporte terrestre, marítimo y aéreo, por el uso intensivo de combustibles fósiles.

Bajo los nuevos requerimientos, se impone la necesidad de establecer una transición ambientalmente más limpia en el sector, donde emergen con fuerza el consumo de biocombustibles líquidos. Especialmente en el transporte terrestre, impulsados por el consumo de biodiésel y el bioetanol, los biocombustibles han tenido una fuerte expansión en los últimos 20 años y se han instalado con fuerza en la matriz de combustibles líquidos, permitiendo contar con combustibles de origen biológico y de menores emisiones de GEIs. Ello ha avanzado fuertemente por la formulación de políticas públicas en los distintos países alrededor del mundo.

Asimismo, la búsqueda de una movilidad de menores emisiones está generando nuevos paradigmas, basados en tecnologías como la electromovilidad y el hidrógeno, las cuales se están comenzando a expandir. Sin embargo, se estima que la masificación de estos nuevos paradigmas podría tardar varias décadas, por lo cual los biocombustibles líquidos jugarán un rol crucial en la descarbonización del subsector de transporte terrestre en la transición. Asimismo, cumplirá un rol complementario en el futuro, al quedar nichos de mercado que posiblemente no puedan ser cubiertos por nuevas tecnologías.

En línea con las necesidades ambientales, los distintos escenarios plantean la necesidad de que los biocombustibles líquidos con destino terrestre

aumenten fuertemente su consumo al 2050. La discusión sobre el rol de los biocombustibles líquidos en la transición climática gira principalmente en torno a los aspectos cuantitativos (qué cantidad será necesaria producir y consumir para cumplir los compromisos medioambientales) y la distribución relativa de los diferentes tipos de biocombustibles por subsector.

Finalmente, otros destinos, hoy marginales como los biocombustibles marinos, pero especialmente los destinados a la aviación, tendrán un rol destacado ante la ausencia de nuevas tecnologías que permitan descarbonizar estos subsectores. Por ello, el consumo de biocombustibles de aviación y marítimos se expandirán al 2040, y lo harán con mucha más velocidad entre el 2040 y 2050, observándose también un redireccionamiento de materias primas y biocombustibles terrestres a estos destinos.

REFERENCIAS

- CEPAL. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- UNFCCC (United Nations Climate Change) (2015). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: Acuerdo de París. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. (2014). Metodología de la Investigación (6ta Edición ed.). México D.F, McGraw-Hill Education.
- IEA (International Energy Agency, Francia). (2019). Indicadores de transición energética. Recuperado de: <https://www.iea.org/reports/energy-transitions-indicators>
- IEA (International Energy Agency) . (2020). Tracking transport. Recuperado de: <https://www.iea.org/topics/transport>

- IEA (International Energy Agency). (2021). Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector. Recuperado de: <https://www.iea.org/events/net-zero-by-2050-a-roadmap-for-the-global-energy-system>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). (2019). Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo: Abordajes conceptuales y metodológicos para la cooperación técnica. San José, Costa Rica, IICA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland). (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado de: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- IRENA (International Renewable Energy Agency). (2020). Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050. <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020>
- Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo del Milenio Informe de 2015. Recuperado de: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/mdg/the-millennium-development-goals-report-2015.html>
- NUSSBAUMER, C. (2015) Storytelling with data. Canada, Wiley.
- OCDE/FAO. (2020). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029. Recuperado de: <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>
- OACI (Organización de Aviación Civil Internacional). (2013). Informe anual del Consejo. Recuperado de: https://www.icao.int/publications/Documents/10001_es.pdf
- OMI (Organización Marítima Internacional). (2018). IMO Action to Reduce Greenhouse Gas Emissions from International Shipping. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26620IMO>

[ACTION TO REDUCE GHG EMISSIONS FROM INTERNATIONAL SHIPPING.
pdf](#)

TORROBA, A. (2020 a). Los biocombustibles líquidos en las Américas: situación actual y potencial de desarrollo. San José, Costa Rica, IICA. Recuperado de:

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/9975/BVE20058034e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TORROBA, A. (2020 b). Atlas de los biocombustibles líquidos 2019-2020. San José, Costa Rica, IICA. Recuperado de:

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/13974/BVE20128304e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TORROBA, A. (2021a). Atlas de los biocombustibles líquidos 2020-2021. San José, Costa Rica, IICA.

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/18661/BVE21097939e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TORROBA, A. (2021b). Biocombustibles líquidos. Institucionalidad y formulación de políticas públicas. San José, Costa Rica, IICA. Recuperado de:

<http://repositorio.iica.int/handle/11324/18566>

VOHRA, K.; VODONOS, A.; SCHWARTZ, J.; MARAIS, E.A.; SULPRIZIO, M.P.; MICKLEY, L.J. (2021). Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: Results from GEOS-Chem, Environmental Research, Vol (195), p.24-51 <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110754>.



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Uso de biofertilizantes para una producción más rentable y sustentable de caña de azúcar en México, Biofábrica Siglo XXI

Paula Medina Morales¹, César González Monterrubio¹ y Marcel Morales Ibarra¹

Autor de Correspondencia: paula.medina@biofabrica.com.mx

Resumen:

El actual modelo de producción agrícola, herencia de la llamada 'revolución verde' que tuvo lugar durante la segunda mitad del Siglo XX, es un modelo que muestra claros síntomas de agotamiento, debido a que es un modelo caro, ineficiente y altamente contaminante. Dicho modelo permitió el incremento de la producción agrícola, pero con un alto costo ecológico, ya que los agroquímicos utilizados, en particular los fertilizantes, son muy ineficientes y altamente contaminantes. En la búsqueda de alternativas que puedan dar respuesta a los retos que enfrenta la producción agrícola, en los últimos años se han desarrollado soluciones biológicas utilizando la agrobiotecnología. Un ejemplo de estos desarrollos son los biofertilizantes, cuya base es el uso de microorganismos vivos para la nutrición y desarrollo de los cultivos, así como el mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

La empresa mexicana, Biofábrica Siglo XXI, lleva dos décadas desarrollando alternativas agro biotecnológicas para promover un sistema de producción agrícola más eficiente y ecológico. En la caña de azúcar han logrado: 1) incrementar productividad; 2) aumentar utilidad del productor; 3) reducir hasta 75% la aplicación de fertilizantes químicos; 4) mejorar la vida microbiana del suelo; 5) aumentar el desarrollo radicular; 6) mayor captura de carbono.

Palabras clave: biofertilizantes, agricultura, sustentabilidad, biotecnología, bioeconomía

Use of biofertilizers for a more profitable and sustainable sugarcane production in Mexico, Biofábrica Siglo XXI

Paula Medina Morales¹, César González Monterrubio¹ y Marcel Morales Ibarra¹

Abstract:

The current model of agricultural production, inherited from the so-called 'green revolution' that took place during the second half of the 20th century, is a model that shows clear symptoms of depletion, because it is an expensive, inefficient and highly polluting model. This model allowed an increase in agricultural production, but with a high ecological cost, since the agrochemicals used, particularly fertilizers, are very inefficient and highly polluting. In the search for alternatives that can respond to the challenges faced by agricultural production, in recent years, biological solutions have been developed using agrobiotechnology. An example of these developments are biofertilizers, whose basis is the use of live microorganisms for the nutrition and development of crops, as well as the improvement of soil fertility.

¹ Biofábrica Siglo XXI. México

The Mexican company, Biofábrica Siglo XXI, has been developing agro-biotechnological alternatives for two decades to promote a more efficient and ecological agricultural production system. In sugarcane, they have managed to: 1) increase productivity; 2) increase producer profit; 3) reduce the application of chemical fertilizers up to 75%; 4) improve soil microbial life; 5) increase root development; 6) increased carbon sequestration.

Keywords: biofertilizers, agriculture, sustainability, biotechnology, bioeconomy

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar está considerado entre los más importantes a nivel mundial, tanto por su enorme relevancia dentro de la alimentación humana, como por su sobresaliente capacidad de adaptación y elevado nivel de productividad. En México, la agroindustria de la caña tiene una gran importancia en el desarrollo económico y social del país. México es el sexto productor de caña a nivel mundial, produciendo más de 56 millones de toneladas anuales. Según datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del 2020, la caña de azúcar se cultiva en 848 mil hectáreas en 22 Estados de la república mexicana. Se calcula que están involucrados alrededor de 200 mil productores, de los cuales, el 98% son pequeños productores, los cuales, tienen menor acceso a nuevas tecnologías y capacitación sobre mejores prácticas agrícolas.

El actual sistema de producción de caña se basa en el modelo de producción impulsado por la Revolución Verde que tuvo lugar a mediados del siglo XX, basado principalmente en el uso de grandes cantidades de agroquímicos. Dicho modelo permitió incrementar el rendimiento, pero con un alto costo ecológico, "a partir de 1990, los efectos negativos de la Revolución Verde empezaron a reflejarse con la pérdida de la biodiversidad agrícola y el uso indiscriminado de productos químicos" (Reyes, 2011). A pesar de que desde el año 2005 existe la Ley de desarrollo sustentable de la caña de azúcar en México, la cual establece normas para el desarrollo sustentable del cultivo, introduciendo disposiciones relativas a los procesos de siembra, cultivo, cosecha, industrialización y comercialización, la realidad es que hoy en día se siguen llevando a cabo prácticas altamente nocivas y contaminantes en su producción. Entre las más comunes se encuentran el monocultivo, el uso excesivo de agroquímicos, uso intensivo de maquinaria que acelera la

compactación del suelo, quema del cultivo para facilitar la cosecha, poco o nulo tratamiento de los residuos, malas prácticas de riego, entre otras. Aunado al deterioro ambiental, estas problemáticas ponen en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria del país, así como el modo de subsistencia no solo de los productores, sino de miles de personas que trabajan directa o indirectamente a lo largo de la cadena productiva — “la industria agroalimentaria de la caña de azúcar emplea al 13.3% de la población ocupada a nivel nacional (más de siete millones de personas)” — (Falcón, 2018).

Si hablamos de los impactos sociales del actual modelo agrícola, podemos resaltar los elevados costos de producción y los riesgos para la salud de los trabajadores al estar expuestos a grandes cantidades de agroquímicos. Según la clasificación de la Organización Mundial de Salud sobre productos químicos peligrosos utilizados en la agricultura, se pueden clasificar en cancerígenos (pueden provocar cáncer), neurotóxicos (pueden dañar el cerebro) o teratógenos (pueden dañar al feto).

Por todos estos motivos, resulta indispensable promover un modelo de producción basado en la sustentabilidad y el conocimiento científico, que incluya el uso de nuevas tecnologías, la incorporación de mejores prácticas agrícolas, la comprensión y el conocimiento de los ecosistemas y el respeto por los recursos naturales.

La empresa mexicana Biofábrica Siglo XXI, surgida en 2013 a partir de un convenio de licencia tecnológica celebrado con el Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, lleva más de 18 años vinculando la investigación, innovación y desarrollo tecnológico, con la producción agrícola, con el objetivo de ofrecer alternativas productivas que permitan cambiar el modelo agrícola actual por uno más ecológico, rentable y sustentable.

El presente artículo muestra los resultados obtenidos con el uso de biofertilizantes en la producción de caña de azúcar, que demuestran que, con

el uso de estos bioinsumos, se mejoran sustancialmente la sustentabilidad y rentabilidad del cultivo.

1.1 Uso de la agrobiotecnología como alternativa al actual modelo de producción agrícola

“Uno de los requerimientos más importantes de los cultivos es el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Tradicionalmente, la deficiencia de nutrientes, especialmente de Nitrógeno, es corregida a través de la adición de fertilizantes. Sin embargo, los altos costos limitan su uso, sobre todo en los países en desarrollo, donde la necesidad de incrementar la producción de alimentos es más urgente. Por otro lado, se estima que los cultivos absorben entre un 20 a un 40% del fertilizante aplicado, el resto se pierde por diversos mecanismos, generando cuantiosas pérdidas económicas y contaminación ambiental” (Grageda, et al. 2012), tales como la eutrofización de cuerpos de agua, la salinización y acidificación del suelo, el deterioro de las condiciones microbiológicas del suelo, emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) —en el caso de los fertilizantes nitrogenados, se calcula que, por cada kilo aplicado de estos insumos, se emiten 12 kilos de bióxido de carbono a la atmósfera, considerando su producción, traslado y aplicación (Yara International, 2010)— entre otros.

Una de las alternativas de nutrición vegetal más rentables y seguras que existen actualmente, son los llamados biofertilizantes, que son productos biológicos hechos a base de microorganismos benéficos que ayudan a las plantas y al suelo en diversos procesos biológicos, como la estimulación del crecimiento vegetativo, la solubilización y transporte de nutrientes, la protección de las raíces contra plagas y enfermedades, así como al mejoramiento y regeneración de los suelos agrícolas.

En el caso de estudio del presente artículo, se utilizaron biofertilizantes formulados con la bacteria *Azospirillum brasilense* y un consorcio de hongos micorrízicos. *A. brasilense* es “una bacteria que crece en estrecha asociación con las raíces de varias plantas. Esta bacteria utiliza los nutrientes excretados por las plantas y a su vez fija el nitrógeno de la atmósfera” (Tortora, et al., 2007). Desde

que fue descubierta en 1925, se ha comprobado que *A. brasilense* es una rizobacteria capaz de promover un “mayor crecimiento vegetal en los componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento” (Licea, et al., 2020). Por su parte, las micorrizas forman una asociación mutualista con las raíces de las plantas. “En esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares, producto de su fotosíntesis) y un microhábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrientes minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fósforo), así como defensas contra patógenos” (Camargo, et al., 2012). Con el uso de micorrizas “la fertilización química aplicada puede disminuirse de un 50 a 80%, ya que la Micorriza mejora la absorción de nutrientes del suelo” (Guerra, et al., 2008).

La empresa Biofábrica Siglo XXI viene promoviendo el uso de biofertilizantes basados en estos y otros microorganismos benéficos en diversos cultivos y regiones de México. En el caso de la caña de azúcar, la empresa lleva trabajando más de una década con la aplicación de biofertilizantes, evaluando sus resultados desde el punto de vista de la productividad, la calidad de la producción, el uso eficiente del fertilizante químico y el mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

A continuación, se expone el caso de una parcela de caña de azúcar ubicada en la localidad de Zacatepec, en el Estado de Morelos, México, en la que se han aplicado biofertilizantes los últimos ocho años. La metodología de seguimiento y evaluación incluye mediciones productivas y económicas, así como de regeneración del suelo, en las que se miden sus propiedades físico-químicas y microbiológicas, así como indicadores ecológicos como la captura de carbono.

2. MÉTODO / DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN

2.1 Datos de la parcela

- Ubicación: Campo La Victoria, Zacatepec, Morelos (México).

- Precipitación: 599 mm.
- Altura: 910 msnm.
- Clima: Cálido sub húmedo.
- Temperatura media: 24.3°C.
- Temporal/Riego: Riego por gravedad.
- Fecha de siembra: Noviembre, 2013.
- Variedad: CP_722086.
- Tiempo de seguimiento: 7 años (2014-2021).

2.2 Materiales y métodos

- Biofertilización:
 - Maxifer (bacteria Azospirillum brasilense).
 - Micorrizafer Plus (consorcio de hongos micorrízicos).
- Fertilización: mezcla física 270-67.5-45.

Tratamientos:

- Testigo: 100% fertilizante químico (1 ton/ha).
- Con biofertilizantes:
 - Plantilla (siembra): 50% Fertilización nitrogenada (135-70-70 1 ton/ha), 1L de Maxifer y 3Kg de Micorrizafer por hectárea.
 - Socas: 75% Fertilización nitrogenada (200-70-70 1 ton/ha), 1L de Maxifer y 3Kg de Micorrizafer por hectárea.

2.3 Metodología de evaluación

Evaluación del incremento en rendimiento y productividad:

- Rendimientos.
- Ingreso neto del productor.
- Producción de biomasa.
- Uso eficiente del fertilizante químico.

Evaluación de la regeneración del suelo:

- Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo:

- Evaluación de diversidad y abundancia de microorganismos importantes para el suelo y el cultivo.
- Glomalina.
- Estructura del suelo.

Evaluación de los beneficios ecológicos:

- Mitigación del cambio climático:
 - Incremento de materia orgánica.
 - Secuestro de carbono en el suelo.

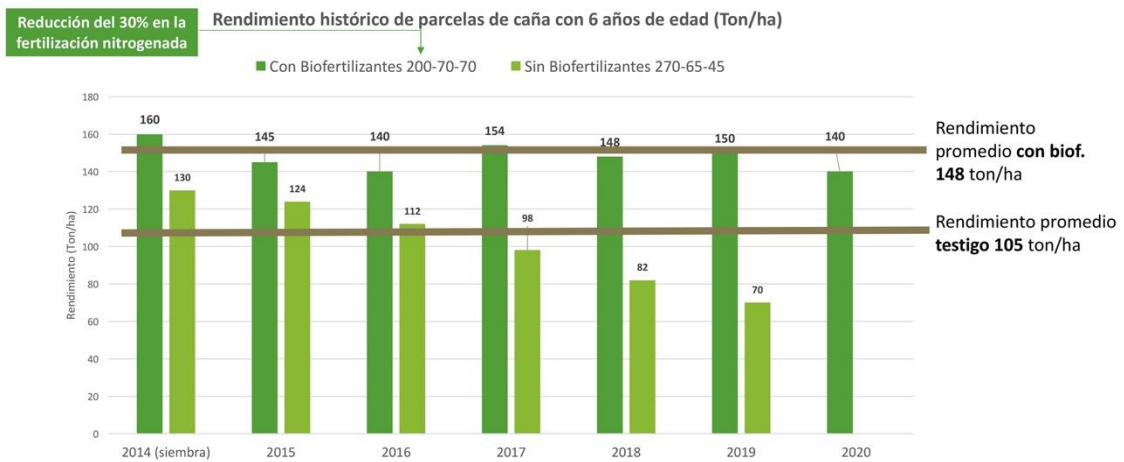
3. RESULTADOS

3.1 Evaluación del incremento en rendimiento y productividad

3.1.1 Rendimientos

La caña es un cultivo perenne que se siembra a partir de semilla de otra caña, y esta plantación se explota durante varios ciclos, hasta que la cepa deja de dar rendimientos rentables para el productor y éste decide sembrar nuevamente. Uno de los resultados más importantes en este sentido fue el aumento de la vida útil del cultivo, ya que la parcela biofertilizada lleva ocho cortes (socas) con buenos rendimientos. Cabe mencionar que la vida media de una parcela de caña en el estado de Morelos es de cuatro cortes, esto significa que la parcela con biofertilizantes ya ha duplicado la vida media del cultivo y, dado los buenos rendimientos que sigue obteniendo, el productor la dejará produciendo al menos 3 o 4 ciclos más. En cuanto a los resultados en rendimiento, la parcela con biofertilizantes arroja mejores rendimientos desde el primer año de su aplicación. En promedio, durante los siete ciclos de seguimiento ha obtenido un 30% más de rendimiento con respecto al testigo (148 vs. 105 ton/ha respectivamente). Cabe resaltar que en el tratamiento con biofertilizantes se hizo una reducción del 30% de la fertilización nitrogenada, lo que se traduce en menores costos de producción (ver gráfica 1).

Gráfica 1. Resultados en rendimiento de caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Comparativo de ambas parcelas al sexto corte (2019). A la izquierda: parcela con biofertilizantes, a la derecha: parcela testigo.



Parcela de caña con biofertilizantes en su sexto ciclo Fertilización 200-70-70

Rendimiento final 150 Ton/Ha



Parcela de caña vecina sin biofertilizantes Fertilización 270-67.5-45

Rendimiento final 70 Ton/Ha

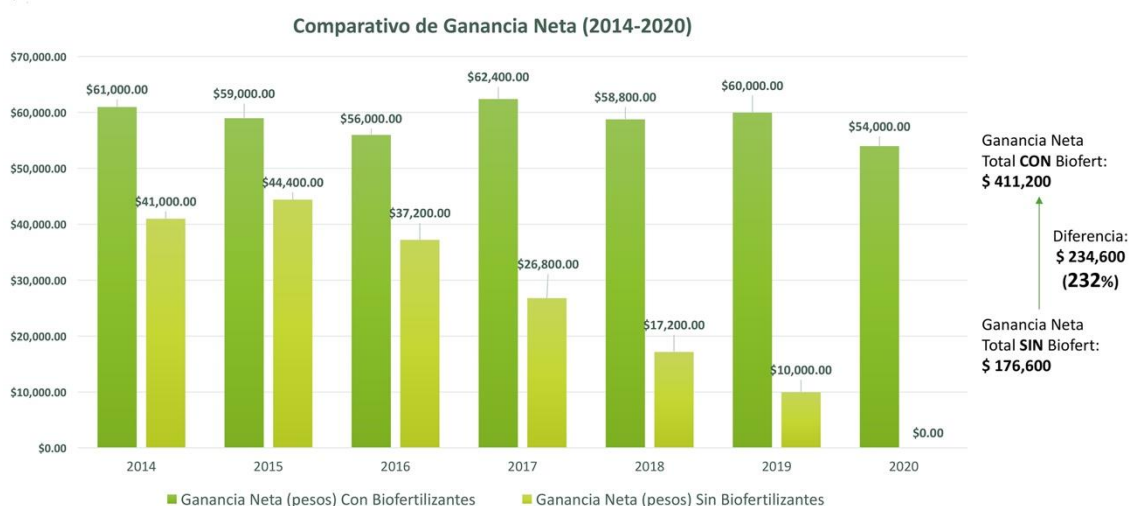
Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Ganancia neta del productor

Los principales beneficios que obtiene el productor, es la obtención de una mayor ganancia neta. Como se puede ver en la gráfica 2, la parcela con biofertilizantes arroja mayores ganancias al productor desde el primer año, esto debido al aumento en rendimientos y a una disminución de los costos de producción, proveniente de la reducción en la aplicación de fertilizante químico. A lo largo de los siguientes ciclos la parcela testigo va reduciendo sus

rendimientos, manteniendo los mismos costos de producción, por lo tanto, el ingreso del productor va disminuyendo en cada ciclo. En cambio, la parcela con biofertilizantes mantiene sus rendimientos, por lo que la ganancia del productor se mantiene en los mismos niveles. Cuando llega el final del sexto ciclo, el productor de la parcela testigo decide plantar una nueva caña, lo que aumenta de manera sustancial los gastos de producción. Si promediamos la ganancia neta de ambos productores, se obtiene que la parcela con biofertilizantes obtuvo más del doble de ganancia con respecto a la parcela testigo.

Gráfica 2. Comparativo de ganancia neta.



Fuente: Elaboración propia.

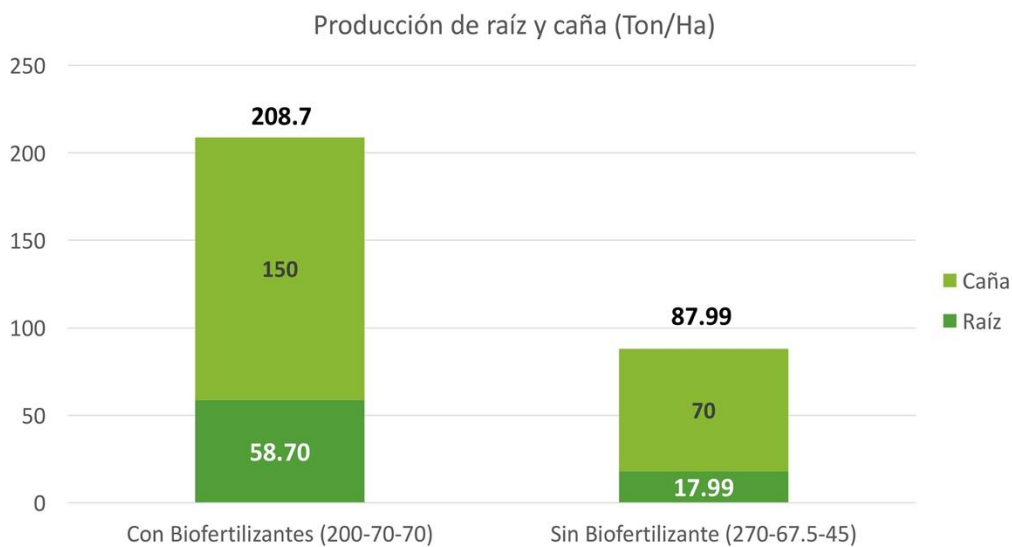
En cuanto a los beneficios sociales de adoptar formas de producción más sustentables, además de un aumento en los ingresos de los productores, también podemos mencionar la serie de certificaciones de producción orgánica o sustentable a las que los productores pueden acceder sustituyendo el uso de agroquímicos por bioinsumos. En el caso de la caña de azúcar, la más importante es la certificación Bonsucro, la cual ofrece una prueba de que la producción de caña de azúcar y la cadena de suministro satisfacen requisitos estrictos que abarcan desde indicadores medioambientales, hasta indicadores sobre los derechos laborales y otros factores humanos que afectan al impacto de la producción en la población local. Actualmente, la mayoría de las grandes

empresas demandantes de azúcar en México y a nivel mundial, como Coca Cola, Nestlé, entre otras; están requiriendo que sus proveedores cuenten con esta u otras certificaciones de producción sustentable. Además, los productores pueden acceder a esquemas de ingresos adicionales como la venta de bonos de carbono o créditos Bonsucro.

3.1.3 Producción de Biomasa

En el caso del cultivo de caña prácticamente se cosecha toda la biomasa producida en la parte aérea, así que tradicionalmente lo único que queda como retribución de materia orgánica al suelo es la raíz. Como se puede observar en la gráfica 3, con el uso de biofertilizantes no sólo se incrementó la producción de caña, también se incrementó la biomasa radicular en un 326%, estas son más de 40 toneladas de biomasa que se quedan como aporte de materia orgánica al suelo.

Gráfica 3. Producción de biomasa en raíz y caña.



Fuente: Elaboración propia.

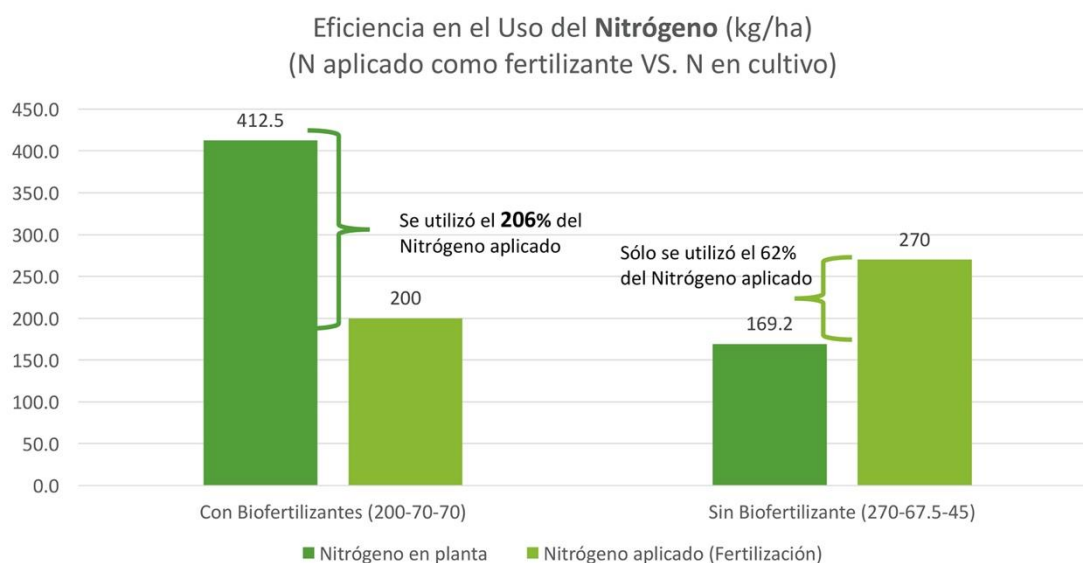
3.1.4 Eficiencia en el uso de fertilizantes químicos

Para estimar este efecto se analizó el porcentaje de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en el tejido del cultivo, tanto en tallo como en raíz, este porcentaje se multiplicó por la biomasa dando como resultado los kilogramos de estos nutrimentos que logró acumular el cultivo en sus tejidos.

Cuando comparamos los kilogramos de nitrógeno que tiene el cultivo, con los kilogramos de nitrógeno aplicados como fertilizante se puede observar que, con el uso de biofertilizantes, el cultivo obtuvo poco más del doble (ver gráfica). Por el contrario, el testigo únicamente fijó 169 kg frente a los 270 aplicados, es decir sólo aprovechó el 62% del N aplicado.

Este efecto se deriva de la capacidad de *Azospirillum brasilense* de fijar nitrógeno, y de la capacidad de los hongos micorrízicos de explorar el suelo y acarrear nutrientes y agua, permitiendo así aprovechar mejor el N de origen químico y el N del suelo. Por el contrario, sin el uso de biofertilizantes, si consideramos que también hay nitrógeno en el suelo la eficiencia real del fertilizante aplicado es menor al 62% aquí reportado.

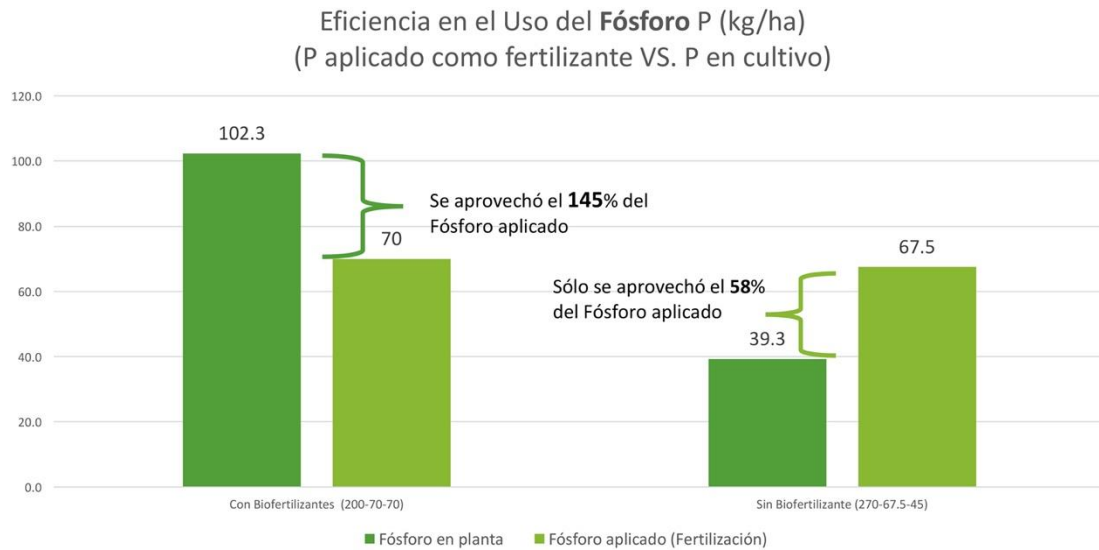
Gráfica 4. Eficiencia en el uso de Fertilizantes (Nitrógeno).



Fuente: Elaboración propia.

En el caso del fósforo sucede algo similar (ver gráfica 5). Con el uso de biofertilizantes el cultivo obtuvo un 145% del P en relación al aplicado como fertilizante químico, mientras que sin biofertilizantes solo obtuvo un 58% en relación al P de origen químico. Esto sucede porque los hongos micorrízicos permiten aprovechar mejor el fósforo químico y adicionalmente son capaces de aprovechar el fósforo de difícil disponibilidad, permitiendo así aprovechar mejor los recursos del suelo.

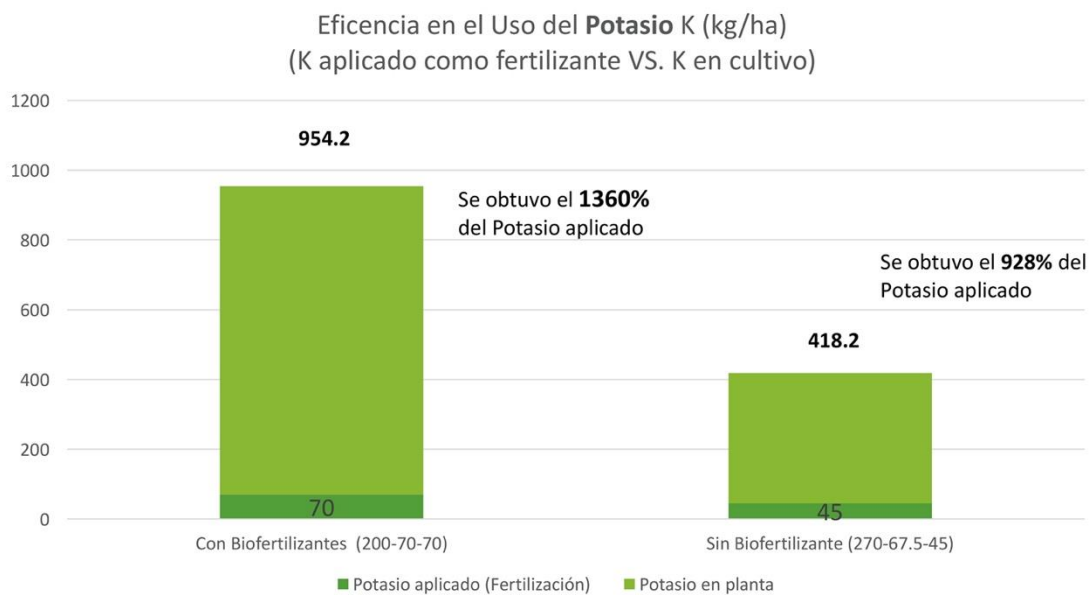
Gráfica 5. Eficiencia en el uso de Fertilizantes (Fósforo).



Fuente: Elaboración propia.

En el caso del potasio se aprecia un efecto algo diferente, ya que el cultivo de caña tiene altos requerimientos de este nutrimento, y, en este caso, el suelo es capaz de proveer la mayor parte de ellos. Aun así, el tratamiento con biofertilizantes logró obtener más del doble del potasio que el tratamiento testigo.

Gráfica 6. Eficiencia en el uso de Fertilizantes (Potasio).



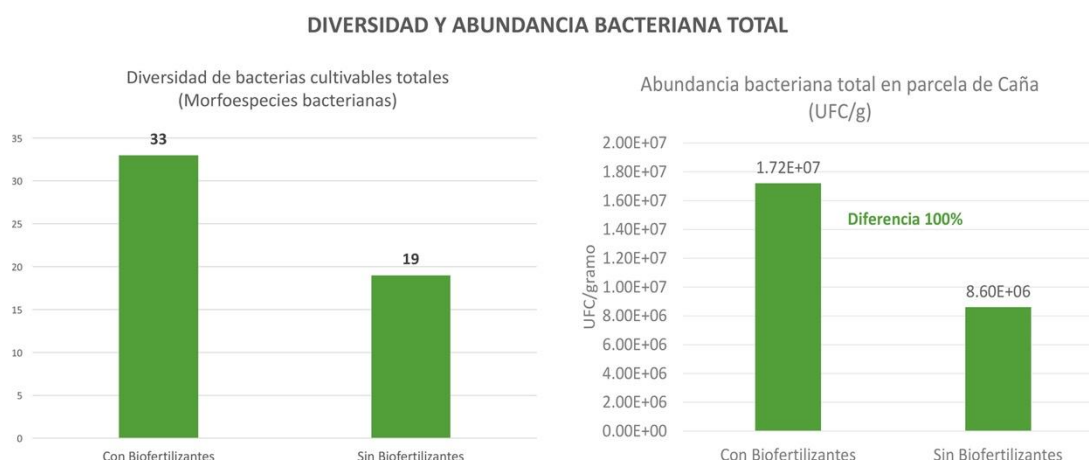
Fuente: Elaboración propia.

3.2 Resultados en la regeneración del suelo

3.2.1 Abundancia y diversidad microbiana

Este parámetro se analizó determinando las bacterias cultivables y diferenciando los morfotipos diferentes de colonias bacterianas, por lo que, a pesar de no ser un reflejo fiel de la diversidad y abundancia de estos microorganismos en el suelo, sí nos permite comparar diferencias entre los microorganismos de ambos tratamientos, tal como se puede observar en la gráfica 7, con una diferencia de 14 morfoespecies bacterianas y más de un 100% de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) bacterianas por gramo de suelo (de 8.6 millones en el testigo a 17 millones en el tratamiento con biofertilizantes).

Gráfica 7. Diversidad y abundancia microbiana.



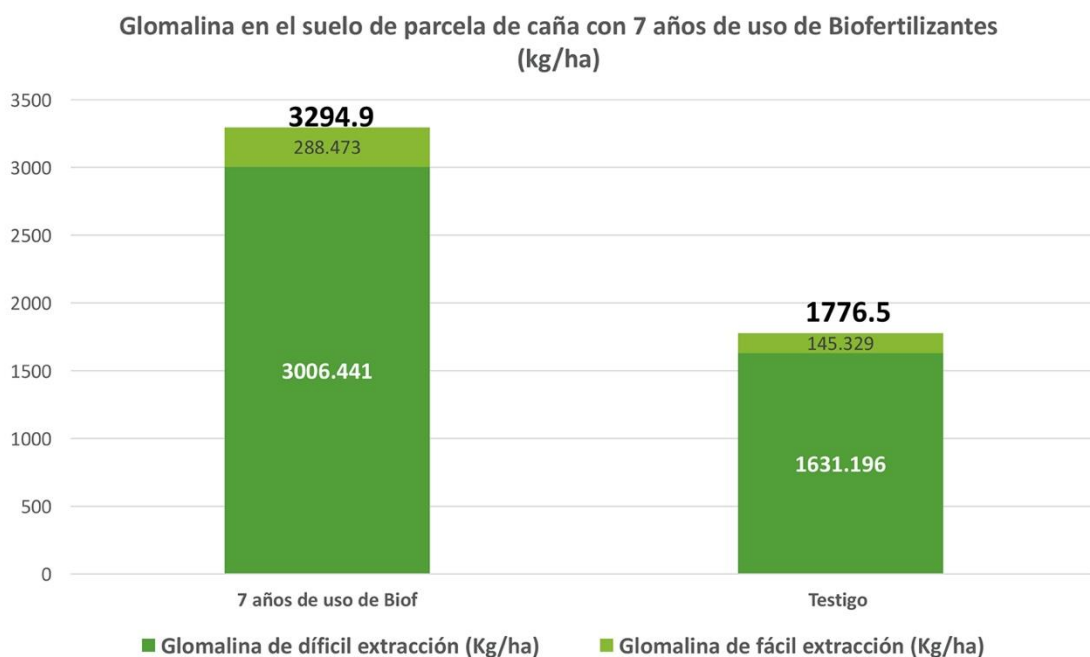
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Glomalina

Otro parámetro importante en donde se encontró una diferencia significativa es en el contenido de glomalina del suelo (ver gráfica 8). La glomalina es una proteína producida por los hongos micorrízicos, que sirve como pegamento para las partículas del suelo. Su función es pegar las partículas finas (micro agregados) y así formar partículas mayores (macro agregados). Estos macro

agregados son los que le dan la estructura porosa al suelo que permite que se infiltre y retenga el agua, y que circule el aire. Además, ayudan a conservar la materia orgánica del suelo, mejoran la capacidad de intercambio catiónico, protegen a los microorganismos benéficos del suelo y facilitan la solubilización de minerales.

Gráfica 8. Glomalina del suelo.

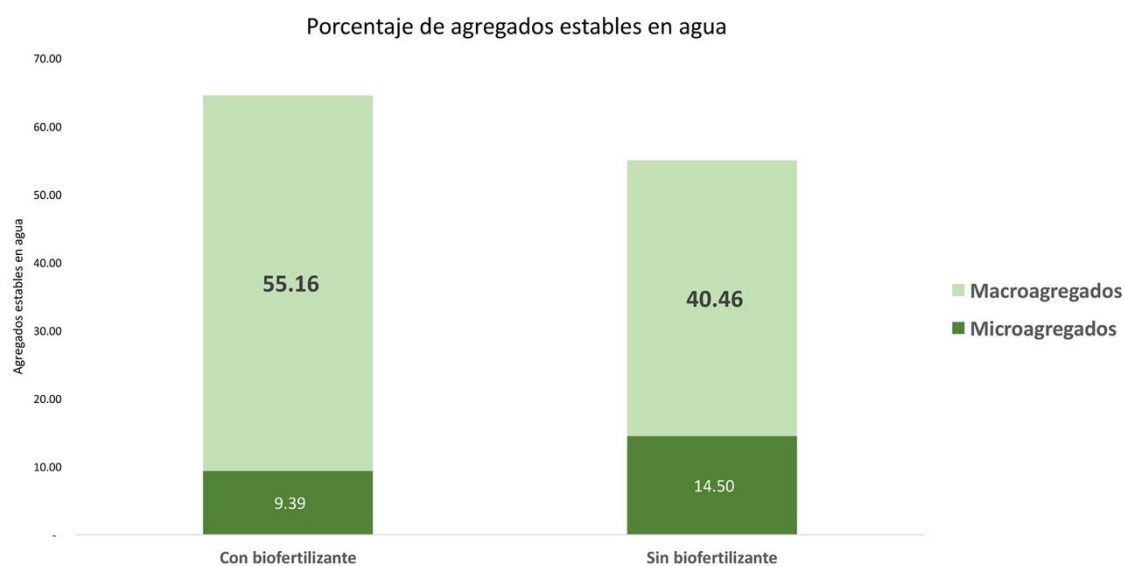


Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Estructura del suelo (micro y macro agregados)

Como se mencionó anteriormente, los agregados del suelo son las partículas que le dan estructura porosa e intervienen en diversos aspectos relacionados con la fertilidad. Además, se considera que la glomalina es uno de los componentes principales que permiten la formación de macro agregados a partir de los micro agregados. Esto puede relacionarse directamente con el contenido de agregados del suelo, ya que como puede observarse en la gráfica 9, se encontró un 15% más de macro agregados en el tratamiento con biofertilizantes.

Gráfica 9. Porcentaje de agregados estables en agua.



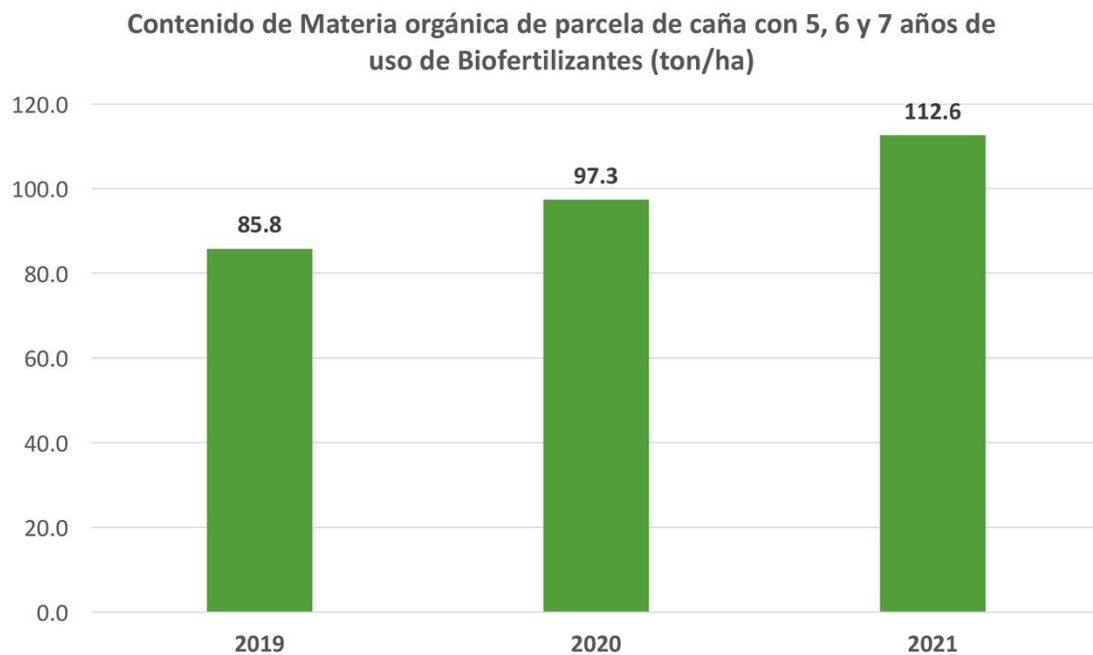
Fuente: Elaboración propia.

3.3 Resultados de los beneficios ecológicos

3.3.1 Incremento de materia orgánica

Con respecto al contenido de materia orgánica del suelo, calculado a partir de análisis de suelo realizados por laboratorios certificados, también pudo observarse un incremento sucesivo en los últimos tres años de seguimiento del tratamiento con biofertilizantes (ver gráfica 10). Este incremento en la materia orgánica puede explicarse a partir del incremento en la biomasa radical y del incremento en la actividad microbiana del suelo.

Gráfica 10. Contenido de materia orgánica en el suelo en parcela de caña a los 5, 6 y 7 años de uso de biofertilizantes.

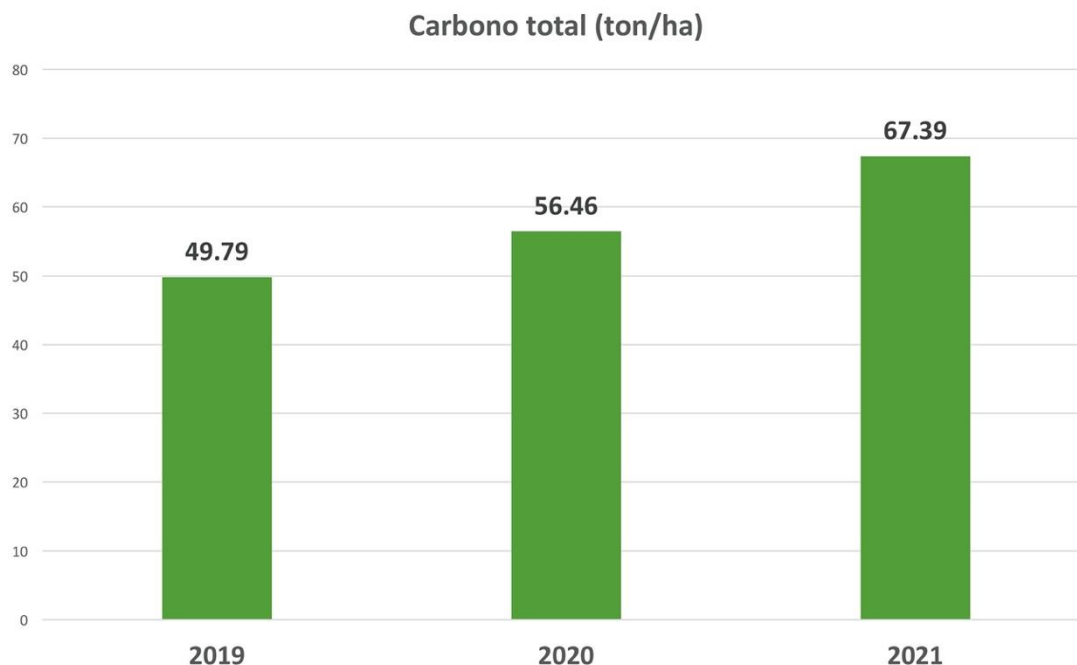


Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Secuestro de carbono

Otros de los efectos que impactan directamente sobre la mejora en la sustentabilidad y el medio ambiente de los biofertilizantes, es el aumento en la capacidad de secuestro de CO₂ atmosférico en los suelos. Como se puede ver en la gráfica 11, con el uso de biofertilizantes se logra una importante captura de carbono en la parcela, y se demuestra un efecto acumulativo que potencia esta capacidad en el suelo.

Gráfica 11. Secuestro de carbono en el suelo en parcela de caña a los 5, 6 y 7 años de uso de biofertilizantes.



Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

El sistema de producción presentado en este artículo, basado en el uso de insumos agrícolas de origen biológico, permiten disminuir significativamente el uso de agroquímicos, reduciendo al mínimo su impacto en el suelo y cuerpos acuáticos, así como la contaminación atmosférica.

Además, este sistema estimula la recuperación y regeneración de las condiciones físico, químicas y microbiológicas del suelo, así como una mayor captura de carbono, contribuyendo a mitigar el cambio climático. Cabe resaltar que todos estos efectos positivos comienzan a verse a los pocos días de la aplicación de los biofertilizantes, pero que, como se ha demostrado con la evaluación y seguimiento de varios ciclos, dichos efectos son acumulativos y potencian los resultados positivos en un corto y mediano plazo.

Por último, se concluye que el sistema de producción propuesto en este estudio, aporta enormes beneficios para los productores y sus familias, así como

para las personas, empresas e industrias involucradas en el proceso de obtención de azúcar y otros productos, a partir del cultivo de la caña.

REFERENCIAS

- CAMARGO-RICALDE S. L., MANUEL M. N. DE LA ROSA-MERA C. J. Y MONTAÑO A. S. A. (2012). *Micorrizas: una gran unión debajo del suelo*. Revista Digital Universitaria. 13(7): 3-19. <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/art72.pdf>
- FALCÓN M. (2018). *El trabajo decente en la agricultura de caña: alcances y desafíos para la sustentabilidad*. México. <http://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2018/11/5.-ADMINISTRACION-XL.pdf>
- GRAGEDA O., DÍAZ A, PEÑA J. J. Y VERA J. A. (2012). *Impacto de los biofertilizantes en la agricultura*. México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600015
- GUERRA S. B. E. (2008). *Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible*. Tecnología en marcha. 21(1): 191-201. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1352/1254
- LICEA-HERRERA J. I., QUIROZ-VELÁSQUEZ Y HERNÁNDEZ-MENDOZA J. L. (2020). *Impacto de Azospirillum brasilense, una rizobacteria que estimula la producción del ácido indol-3-acético como el mecanismo de mejora del crecimiento de las plantas en los cultivos agrícolas*. Rev. Bol. Quim. 37(1): 34-39. http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v37n1/v37n1_a05.pdf
- REYES M. (2011). *La agricultura de la Revolución Verde a la Revolución Sostenible*. México. <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/La-agricultura-de-la-Revolucion-Verde-a-la-Revolucion-Sostenible-20110907-0005.html>
- TORTORA G. J., FUNKE B. R. Y CASE C. L. (2007). *Introducción a la Microbiología*. 9ª edición. Editorial medica panamericana. Buenos

Aires, Argentina.

https://books.google.com.mx/books?id=Nxb3iETuwplC&printsec=frontcover&dq=Introducci%C3%B3n+a+la+Microbiolog%C3%ADa&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=azospirillum&f=false

OMS

[https://www.who.int/features/qa/87/es/#:~:text=Los%20productos%20qu%C3%ADmicos%20peligrosos%2C%20como,\(pueden%20da%C3%B1ar%20al%20feto\).](https://www.who.int/features/qa/87/es/#:~:text=Los%20productos%20qu%C3%ADmicos%20peligrosos%2C%20como,(pueden%20da%C3%B1ar%20al%20feto).)

Biofábrica Siglo XXI

<http://www.biofabrica.com.mx/>

Bonsucro

<https://www.sgs.mx/es-es/sustainability/environment/energy-services/alternative-fuels/bonsucro-certification#:~:text=Sostenibilidad%20Certificaci%C3%B3n%20Bonsucro&text=La%20certificaci%C3%B3n%20Bonsucro%20ofrece%20una,suministro%20satisfacen%20estos%20requisitos%20estrictos.&text=El%20est%C3%A1ndar%20Bonsucro%20ha%20recibido,satisfacer%20los%20requisitos%20de%20sostenibilidad.>

Gobierno de México - Blog de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/cana-de-azucar-una-dulce-produccion-237168>

Universidad Zaragoza

http://www.unizar.es/centros/eps/doc/HuelladeCarbonoLALGranadaSep2010_d.pdf

Ley de Desarrollo Sustentable de Caña de Azúcar – Diario Oficial de la Federación, 22 de Agosto, 2005.

<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mex69602.pdf>





C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Estrategia de Bioeconomía y Sostenibilidad en Dcoop a través de la Innovación, Dcoop SCA

Belén Barrero Domínguez¹ y Silvia López Fera¹

Autor de Correspondencia: belen.barrero@dcoop.es / silvia.lopez@dcoop.es

Resumen:

Europa necesita cambiar radicalmente su manera de producir, consumir, transformar, almacenar, reciclar y eliminar los recursos biológicos para hacer frente al crecimiento de la población mundial, al agotamiento de los recursos, al aumento de la presión sobre el medio ambiente y al cambio climático. La estrategia Europa 2030 propone la bioeconomía como elemento clave para el crecimiento inteligente y ecológico. Los avances en la investigación sobre bioeconomía y la absorción de la innovación permitirán mejorar la gestión de los recursos biológicos renovables y abrir mercados nuevos y diversificados de alimentos y bioproductos.

Siguiendo esta estrategia, Dcoop Sociedad Cooperativa Andaluza, desarrolla su actividad. La sostenibilidad en el sector agroalimentario es uno de los objetivos prioritarios de Dcoop, y para su consecución ha puesto en marcha prácticas sostenibles, tanto en su actividad industrial como productiva, trabajando, además, en varias líneas de innovación agrícola, ganadera, de aprovechamiento de los recursos naturales (subproductos) y de gestión de los residuos producidos durante los procesos productivos que desarrolla. El papel de Dcoop es ser la respuesta que necesita el campo -agricultores y ganaderos- y los consumidores a los desafíos que plantean el mercado global, el cambio climático y los nuevos estilos de vida.

Palabras clave: Bioeconomía, Sostenibilidad, Estrategia, Innovación; Subproductos

Bioeconomy and Sustainability Strategy through Innovation in Dcoop, Dcoop SCA

Belén Barrero Domínguez¹ y Silvia López Fera¹

Abstract:

Europe needs to radically change its way of producing, consuming, transforming, storing, recycling and disposing of biological resources to cope with global population growth, resource depletion, increasing pressure on the environment and climate change. The Europe 2030 strategy proposes the bioeconomy as a key element for smart and green growth. Advances in bioeconomy research and the uptake of innovation will improve the management of renewable biological resources and open up new and diversified markets for food and bioproducts.

Following this strategy, Dcoop, Andalusian Cooperative Society, is developing its activity. Sustainability in the agrifood sector is one of Dcoop's priority objectives, and to achieve this it has implemented sustainable practices, both in its industrial and production activities. It is also working

¹ Dcoop Sociedad Cooperativa Andaluza. Carretera de Córdoba S/N, Antequera, Málaga, 29200 (España), belen.barrero@dcoop.es; silvia.lopez@dcoop.es.



on various lines of agricultural and livestock research, the use of natural resources and the management of waste produced during its production processes. The role of Dcoop is to be the answer that the farmers, livestock farmers and consumers need to the challenges posed by the global market, climate change and new lifestyles.

Keywords: Bioeconomy, Sustainability, Strategy, Innovation; Subproducts

1. INTRODUCCIÓN

Dcoop Sociedad Cooperativa Andaluza, consolidada como uno de los mayores grupos cooperativos alimentarios de segundo grado, desarrolla su principal actividad en los sectores agrícola y ganadero a través de las secciones de Aceite, Aceituna de mesa, Vinos, Ganadería, Cereales, Frutos secos, Suministros, Orujo, Crédito e Industrialización de Leche, constituidas cada una de ellas de manera diferenciadas e independientes, tal y como establece la legislación nacional y autonómica. La misión de Dcoop es trabajar para generar riqueza y empleo en el campo, favoreciendo un intercambio comercial de la producción agraria y ganadera sostenible, innovadora, justa y de calidad en todo el mundo.

Imagen 1. Valores de Dcoop.



Con el objetivo de dar cumplimiento efectivo a su compromiso con el medio ambiente y los efectos de la contaminación y el cambio climático, desde Dcoop se promueve una cultura de concienciación, respeto y defensa sobre estas materias con la finalidad de tener el mayor alcance posible con la misma. Esta cultura nace a partir de los principios y directrices establecidos en el Acuerdo de París y en el 'Marco de indicadores mundiales para los Objetivos de

Desarrollo Sostenible y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible' de las Naciones Unidas (2020).

Los principios del compromiso medioambiental (Junta de Andalucía, 2018) se concretan en las directrices y objetivos estratégicos establecidos en la Política de Calidad, Seguridad Alimentaria y Medio Ambiente de Dcoop.

Dentro de la cultura medioambiental promovida por Dcoop, se presta especial importancia y atención a todos los aspectos que tienen incidencia, directa e indirecta, con la implementación de procedimientos y procesos que apoyen la economía circular y que mejoren la prevención y gestión de los residuos generados en el desarrollo de los procesos productivos llevados a cabo por el Grupo.

La sostenibilidad en el sector agroalimentario es uno de los objetivos prioritarios de Dcoop, y para su consecución ha puesto en marcha prácticas de sostenibilidad tanto en su actividad industrial como productiva, trabajando, además, en varias líneas de investigación agrícola, ganadera, de aprovechamiento de los recursos naturales y gestión de los residuos producidos durante los procesos productivos que desarrolla.

Las medidas tendentes a la consecución de una economía circular eficiente llevadas a cabo en Dcoop son las siguientes:

- Uso de depuradoras de aguas residuales en la planta de procesamiento de aceitunas de mesa y aderezo para el tratamiento del agua, recuperándose un porcentaje que permite reutilizarla en algunas operaciones de limpieza, y/o devolverlo al medio natural.
- Uso de depuradora en la central láctea de Antequera que realiza un tratamiento al agua resultante de los procesos y permite devolverla a saneamiento público.
- Uso de balsas de evaporación para almacenar el agua residual utilizada en los procesos productivos en la planta de orujo.

- Uso de una fosa séptica integrada en el sistema de depuración de vertidos para las aguas residuales domésticas del personal que trabaja en la planta de orujo y tratamiento de las mismas a través de un sistema de zanjas filtrantes realizando un proceso de geo-depuración.
- Tratamiento a través de la sección de orujo del alperujo; residuo obtenido durante el proceso productivo para la obtención del aceite; obteniendo aceite de orujo y biomasa, productos que el Grupo comercializa posteriormente. Aprovechando el 100% de la aceituna y dejando residuo cero en la actividad olivarera.
- Utilización de calderas de biomasa en lasalmazaras, cuyo combustible principal son los huesos de aceituna previamente obtenidos en los procesos productivos del aceite y la aceituna de mesa y de aderezo.
- Revalorización y utilización de cenizas de la combustión de la biomasa para la elaboración de compost por una empresa autorizada.
- Recuperación de las mermas y arrastres generados durante la producción del vino y comercialización en el mercado como vino de destilación.
- Compactación de residuos en línea.
- El resto de residuos generados, como son: cartón, plástico, latas, vidrio, basura orgánica, hojarasca, lodos, cenizas y cartón peligroso (por contener productos químicos), se encuentran regulados y controlados por los gestores de residuos autorizados.
- Creación de líneas de tratamiento o reutilización de los productos obsoletos.
- Aplicación de nuevas técnicas de packaging: reducción de gramajes, uso de materiales reciclados en el proceso y reciclabilidad total del packaging.

Asimismo, Dcoop ha adoptado una serie de medidas para la reducción del consumo energético en sus instalaciones:

- Sustitución de maquinaria con menor consumo y aumento de eficiencia.

- Sustitución de cubiertas en naves colocando paneles sándwich mejorando el aislamiento térmico de los edificios.
- Instalación de translúcidos en cubiertas.
- Aumento de la eficiencia de las líneas de fabricación.
- Autoconsumo de la cáscara de almendra en diferentes industrias.

2. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA BIOECONOMÍA: PROYECTOS DE I+D+i DE DCOOP

Desde hace más de una década, tras la creación del Departamento de I+D+i de Dcoop, se definieron, en colaboración con todas las secciones del Grupo, una política de trabajo para el desarrollo de una producción agraria y ganadera sostenible, innovadora, justa y de calidad que a su vez diera respuesta a las necesidades del campo -agricultores y ganaderos- y de los consumidores frente a los desafíos que plantean el mercado global, el cambio climático y los nuevos estilos de vida.

Como resultado, se obtuvo el Plan de Innovación de Dcoop que se basa en cuatro pilares estratégicos en los que se enmarcan los proyectos de I+D+i del Grupo:

- 1) Calidad, trazabilidad y seguridad alimentaria.
- 2) Economía circular, sostenibilidad y aprovechamiento de subproductos.
- 3) Industria 4.0 (modernización de los procesos productivos del campo a la mesa).
- 4) Desarrollo de nuevos productos saludables orientados a las nuevas necesidades de nuestra sociedad.

A continuación, se plasman varios proyectos de I+D+i en los que participa Dcoop y que están centrados en la aplicación de la Bioeconomía:

2.1 BIOECOLIVA: Mejora de la eficiencia y sostenibilidad de las almazaras bajo el paradigma de la bioeconomía

BIOECOLIVA: Mejora de la eficiencia y sostenibilidad de las almazaras bajo el paradigma de la bioeconomía (Grupo Operativo Autónomo) surgió con el objetivo de mejorar la toma de decisiones en las almazaras, de forma que se contribuyese económica, social y medioambientalmente al entorno rural en el que se asientan, resultando necesario identificar factores que permitiesen establecer sinergias y acciones de mejora adaptadas a los diferentes tipos de almazaras para que mejoren su eficiencia y sostenibilidad. Para ello, se propuso el diseño de una metodología compleja (Análisis clúster, Análisis Envolvente de Datos -DEA- con distancias econométricas, regresión múltiple, análisis multicriterio -AHP-) y novedosa que permitiese alcanzar la eficiencia técnica y el nivel de calidad de la producción e incorporación de prácticas respetuosas con el entorno, que contribuyesen a la cohesión social.

BIOECOLIVA ha permitido llevar a cabo un exhaustivo análisis sobre la eficiencia y sostenibilidad del sector cooperativo olivarero e identificar aspectos clave de mejora, tanto desde el punto de la eficiencia técnica como desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental. Los resultados podrían ser aplicados como guía para la mejora de las cooperativas. En el proyecto se han detectado los puntos fuertes del sector, pero también importantes acciones de mejora, cuya aplicación requerirá de la participación de todas las cooperativas analizadas.

2.2 DOSAOLIVAR: Dosificación de fitosanitarios en olivar

El objetivo del proyecto *DOSAOLIVAR: Dosificación de fitosanitarios en olivar (Grupo Operativo Autónomo)* ha sido el desarrollo de un sistema que permita la planificación y aplicación óptimas de los tratamientos fitosanitarios acorde a la situación y características del cultivo. Con esta planificación se potenciará la eficiencia técnica, ambiental, energética y económica, y se mitigarán las emisiones que afectan al cambio climático en el sector oleícola.

La herramienta desarrollada en *DOSAOLIVAR* está generada con una base científica y tecnológica, además es dinámica, sencilla y actualizable, lo que facilita su uso a los olivicultores para la toma de mejores decisiones en cuanto los tratamientos fitosanitarios. Con el empleo de este sistema se podrá conseguir una aplicación de estos tratamientos en el olivar más sostenible.

Los *Grupos Operativos Autonómicos BIOECOLIVA* y *DOSAOLIVAR* han sido financiados por la Consejería de Agricultura, Pesca, Ganadería y Desarrollo Sostenible y la Unión Europea mediante fondos FEADER.

Imagen 2. Logos de los organismos financiadores de los proyectos BIOECOLIVA y DOSAOLIVAR.



2.3 ACTILIFE: Alimentos para una población saludable y deportista

La cuarta línea estratégica del Departamento de I+D+i de Dcoop se centra en el desarrollo de nuevos productos innovadores dirigidos a proporcionar beneficios para la salud y con propiedades de alto valor añadido para el consumidor. Esta línea va de la mano del aprovechamiento y revalorización de los subproductos de las distintas cadenas de producción que posee Dcoop y, por tanto, de la aplicación de los principios de economía circular y sostenibilidad.

Podemos identificar varios proyectos de innovación donde se desarrollan nuevos productos/ingredientes para consumo humano basados en la revalorización y aprovechamiento de los subproductos de los procesos productivos del aceite de oliva virgen, queso de cabra y/o almendra. Dentro

de estos estudios, se identifica una población objetivo y se trabaja para mejorar el estado de salud de ese grupo o su estilo de vida en cuanto a la alimentación.

En el proyecto *ACTILIFE: Alimentos para una población saludable y deportista (CDTI-CIEN)*, la población objeto de estudio son los deportistas, donde se busca complementar su alimentación en base a la actividad física que realicen y mejorar así algún aspecto fisiológico (rendimiento, tiempo de recuperación, restablecimiento de minerales, hidratación...). Los subproductos evaluados en *ACTILIFE* proceden de diversas fuentes agroindustriales: hueso y semilla de aceituna, suero de queso de cabra, permeado de leche de cabra y diferentes variedades de almendra.

Una de las fuentes de mayor interés de aplicación en la nutrición deportiva está siendo el suero obtenido del proceso productivo del queso de cabra. Se está trabajando en su transformación para incorporarlo en un formato atractivo y organolépticamente deseable para el consumidor. También se está estudiando sobre un ingrediente antioxidante procedente de la producción de aceituna de mesa para añadir a otras matrices alimentarias y aumentar la capacidad antioxidante de las mismas, tan relevante en los deportistas. En paralelo, se está desarrollando una herramienta de gestión digital que aportará información nutricional para el cumplimiento de todos los requerimientos nutricionales y de salud de interés en la práctica deportiva.

Imagen 3. Suero de queso de cabra seco en estufa a vacío.

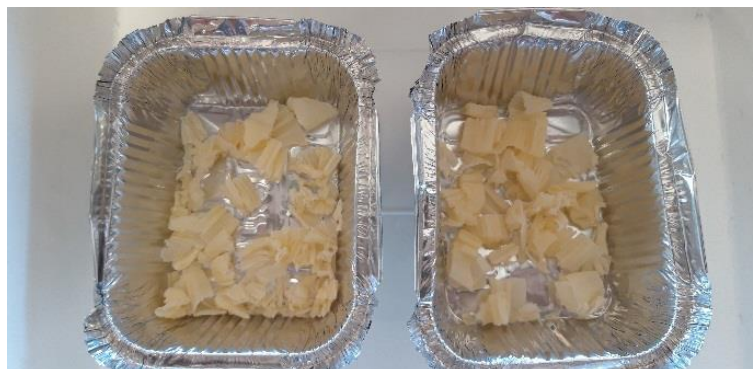


Imagen 4. Suero molido tras secado en estufa a vacío.



2.4 TECFOOD: Nuevos alimentos tecnológicos saludables para las nuevas necesidades sociales

En la misma línea se encuentra *TECFOOD: Nuevos alimentos tecnológicos saludables para las nuevas necesidades sociales (CDTI-CIEN)*, cuyo objetivo es lograr aumentar la capacidad innovadora de la industria agroalimentaria a través del desarrollo de nuevos procesos y productos alimentarios de mayor valor añadido, así como potenciar el desarrollo de sectores emergentes y de alto contenido tecnológico como la impresora 3D de alimentos. Todo ello con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de unos consumidores finales y de una sociedad que demanda unos productos alimentarios con un perfil nutricional saludable y con nuevas texturas, sin olvidar las nuevas necesidades de la sociedad cada vez más envejecida.

En este proyecto Dcoop trabaja con materias primas y subproductos del olivar. Tras caracterizar todas sus materias se ha generado un ingrediente (coproducto de la producción de aceite de oliva virgen) de aplicación a otras matrices alimentarias para aportar valor nutricional y tecnológico. Por otro lado, Dcoop se encuentra desarrollando un producto innovador derivado del aceite de oliva virgen que, junto con los subproductos derivados de la aceituna de mesa, están en estudio y ensayo para poder ser utilizados en la nueva tecnología de impresión 3D de alimentos.

Imagen 5. Ejemplo Impresión 3D con Untable de aceite de oliva virgen.



La cooperativa de segundo grado será pionera en llevar sus alimentos e ingredientes a esta tecnología que, en un futuro será capaz de diseñar platos saludables para mantener una dieta equilibrada y cocinarlos según las necesidades específicas de cada consumidor.

2.5 TERÁTROFO: Generación de nuevos ingredientes y alimentos beneficiosos dirigidos a condiciones de riesgo y al bienestar global de personas con cáncer colorrectal

El objetivo principal del proyecto *TERÁTROFO: Generación de nuevos ingredientes y alimentos beneficiosos dirigidos a condiciones de riesgo y al bienestar global de personas con cáncer colorrectal (CDTI-CIEN)* es la investigación y desarrollo experimental de nuevos productos de consumo alimentario e ingredientes más seguros y beneficiosos para prevenir el riesgo de cáncer colorrectal (CCR) y coadyuvar positivamente en la respuesta nutricional al tratamiento del mismo.

Teniendo en cuenta la bibliografía existente, así como el know-how creado en Dcoop para el desarrollo de otros proyectos de investigación, se han seleccionado aquellas materias con las características más adecuadas para el desarrollo del *TERÁTROFO*. A parte de la selección de materias primas, se ha comenzado a estudiar nuevos métodos destinados a la obtención de subproductos de la producción de aceite de oliva y aceituna de mesa con propiedades sustancialmente mejoradas y funcionalidades específicas que

permitan elaborar productos que sean empleados por las personas con riesgo de desarrollar CCR o las personas que están sometiéndose a tratamiento oncológico.

2.6 FOOD4STROKE: Alimentos con efecto neuroprotector para un envejecimiento activo de la sociedad

FOOD4STROKE: Alimentos con efecto neuroprotector para un envejecimiento activo de la sociedad (CDTI-CIEN) nace con el objetivo de obtener ingredientes con efecto neuroprotector a partir de materias primas procedentes del sector agroalimentario para el desarrollo de alimentos y complementos alimenticios que permitan mejorar la calidad de vida y la salud de los consumidores, previniendo enfermedades cerebrovasculares de gran incidencia en la sociedad, como el ictus, a través de una nutrición personalizada.

En este proyecto Dcoop está llevando a cabo diversos análisis para la caracterización de sus materias primas y también está realizando ensayos en olivar. Todo ello con el fin de formular posibles ingredientes con efecto neuroprotector a partir de subproductos del olivar y de la industria láctea de cabra, existiendo además la posibilidad de combinación con otras materias primas aportadas por otros miembros del consorcio.

En estos cuatro proyectos *CDTI-CIEN (ACTILIFE, TECFOOD, TERÁTROFO y FOOD4STROKE)* es esencial la sinergia y colaboración entre las empresas alimentarias. Por ello, Dcoop trabaja con todas las materias propuestas para que cualquier ingrediente de interés para los demás participantes establezca la posibilidad de colaboración y de desarrollo de un nuevo producto adaptado a las necesidades de la población.

Imagen 6. Logos de los organismos financiadores de los proyectos ACTILIFE, TECFOOD, TERÁTROFO y FOOD4STROKE.



2.7 OLIVALPORC: Soluciones tecnológicas y aprovechamiento sostenible para una alimentación porcina saludable, funcional y segura que mejore las propiedades de la carne

Además del enfoque de desarrollo de nuevos productos directos para consumo humano, en Dcoop se trabaja también desde la base de la cadena alimentaria incidiendo, a través de varios proyectos, en la alimentación animal. Concretamente en el sector porcino se ha enmarcado el proyecto *OLIVALPORC: Soluciones tecnológicas y aprovechamiento sostenible para una alimentación porcina saludable, funcional y segura que mejore las propiedades de la carne (CDTI en Cooperación)*. El objetivo de este proyecto ha sido el desarrollo de nuevas formulaciones de piensos para las distintas fases de la producción porcina (cerdos blancos en las fases de crecimiento-cebo y cerdas ibéricas gestantes), permitiendo una economía circular y ligando la olivicultura y la ganadería en las regiones mediterráneas a través de la incorporación del orujo graso seco (OGS). Durante el transcurso del proyecto se ha comprobado que la inclusión de este coproducto del olivar como materia prima proporciona propiedades mejoradas en la alimentación porcina e incide positivamente en la salud de los animales y en la producción de carne.

Imagen 7. Cerdas ibéricas gestantes alimentadas con el pienso diseñado para los ensayos.



Este proyecto ha contribuido en la mejora de la posición competitiva de Dcoop, ya que la cooperativa ha cubierto su objetivo comercial y estratégico al valorizar un subproducto generado durante el proceso de producción del aceite de oliva como materia prima para la alimentación porcina. De esta forma, Dcoop puede proporcionar información técnica sobre su correcta aplicación e introducción en nutrición porcina, abriendo así una nueva línea de comercialización complementaria.

2.6 DEALMALTEA: Valoración de la capota de almendra para alimentación animal

Por último, y también englobado en la línea estratégica de economía circular, sostenibilidad y aprovechamiento de subproductos se encuentra el proyecto *DEALMALTEA: Valoración de la capota de almendra para alimentación animal (CDTI en Cooperación)*, cuyo objetivo principal es la valorización de la capota de almendra a través de su inclusión en la alimentación de pequeños rumiantes (caprino de leche y ovino de carne). En el trascurso del proyecto se han determinado las propiedades nutricionales de la capota de distintas variedades de almendra, definido el momento óptimo de obtención del subproducto en consonancia con la calidad óptima de la almendra, evaluado la forma de aplicación de la capota de almendra en la alimentación animal (triturada, en harina, pelletizada, etc.) y el porcentaje de inclusión dentro de la formulación de los piensos. Actualmente, se están analizando los efectos de los piensos sobre los animales y sobre sus productos: efecto sobre la leche en cabras y sobre la carne en corderos.

Imagen 8. Almendras con su capota.



Los proyectos CDTI OLIVALPORC y DEALMALTEA están cofinanciados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), a través del Programa Operativo Plurirregional de España 2014-2020.

Imagen 9. Logos de los organismos financiadores de los proyectos OLIVALPORC y DEALMALTEA.



REFERENCIAS

JUNTA DE ANDALUCÍA (2018). Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular.
https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Estrategia_Andaluza_a_Bioeconomia_Circular_EABC_18.09.2018.pdf

NACIONES UNIDAS (2020). Marco de indicadores mundiales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202020%20review_Spa.pdf



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Políticas Públicas y Bioeconomía en Brasil: la estrategia del Agropolo Campinas-Brasil, Agropolo Campinas-Brasil

Sérgio Augusto Morais Carbonell¹, Luís Augusto Barbosa Cortez², Luís Fernando Ceribelli Madi³, Lilian Cristina Anefalos¹, Ricardo Baldassin Junior¹ y Rodrigo Lima Verde Leal²

Autor de Correspondencia: cortez@unicamp.br

Resumen:

Agropolo Campinas-Brasil fue creado en Campinas, Brasil como una plataforma colaborativa entre algunas instituciones públicas (Instituto Agronómico de Campinas-IAC, Universidad Estadual de Campinas-UNICAMP, Instituto de Tecnología de Alimentos-ITAL, Prefectura de Campinas y TECHNO PARK) con la participación de Empresas Privadas y con el objetivo de cambiar la forma de hacer investigación y promover innovaciones tecnológicas en el área de la bioeconomía tropical. Brasil es un gran productor y exportador de alimentos, pero aún no puede agregar valor justo a sus productos. En este sentido, con el apoyo de la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo - FAPESP, y siguiendo el ejemplo de Agropolis International, Montpellier, Francia, se realizó un estudio en áreas consideradas estratégicas en agricultura, salud, alimentación, química verde y bioenergía. Este artículo presenta algunos de los principales resultados destinados a implementar una hoja de ruta para la bioeconomía tropical.

Palabras clave: Agropolo, Brasil, bioeconomía, desarrollo económico

Public Policies in Bioeconomy in Brazil: the strategy of Agropolo Campinas-Brasil, Agropolo Campinas-Brasil

Sérgio Augusto Morais Carbonell¹, Luís Augusto Barbosa Cortez², Luís Fernando Ceribelli Madi³, Lilian Cristina Anefalos¹, Ricardo Baldassin Junior¹ y Rodrigo Lima Verde Leal²

Abstract:

Agropolo Campinas-Brasil was created in Campinas, Brazil as a collaborative platform among public institutions (Agronomic Institute of Campinas-IAC, State University of Campinas-UNICAMP, Institute of Food Technology-ITAL, the Campinas City Hall, and the TECHNO PARK). The main objective was to change how research organized and to promote technological innovations in the bioeconomy tropical. Brazil is a large producer and exporter of food, but still has difficulties to

1 Instituto Agronómico (IAC), Agência Paulista de Tecnologia de Agronegócios (APTA), Av. Barão de Itapura, 1481, CEP 13020-902, Campinas – SP, Brasil

2 Núcleo Interdisciplinario de Planeación Energética (NIPE), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Rua Cora Coralina, 330, CEP 13083-896, Campinas – SP, Brasil

3 Instituto de Tecnología de Alimentos (ITAL), Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA), Av. Brasil, 2880, CEP 13070-178, Campinas – SP, Brasil



add value to its products. In this sense, with the support of the Research Foundation of the State of São Paulo - FAPESP, and following the example of Agropolis International, Montpellier, France, a study was carried out in strategic areas in agriculture, health, food, green chemistry, and bioenergy. This article presents some of the main results aimed at implementing a roadmap for the tropical bioeconomy in Brazil.

Keywords: Agropolo, Brazil, bioeconomy, Socioeconomic Development

1. INTRODUCCIÓN

Brasil es el país con mayor biodiversidad del planeta y territorialmente el más grande país tropical del mundo. Desde su colonización, ha dependido esencialmente del extractivismo (“pau-brasil⁴”), de la agricultura (caña-de-azúcar y café), y la minería como motor de su economía. En el siglo XX, ha logrado obtener cierta ventaja de los periodos de crisis en Europa y en función de ello, inició –aunque tardíamente–, su proceso de industrialización.

A partir de la década de 70, su agricultura comenzó a mostrar señales de vigor pasando a exportar una gama más variada de productos. Brasil empieza un largo período de desarrollo agroindustrial alcanzando no solamente la autosuficiencia en muchos productos esenciales, sino convirtiéndose en un gran exportador de *commodities* agrícolas.

En nuestros días, a pesar de la crisis económica de los últimos años, Brasil ha logrado mantenerse como el segundo país exportador más importante de productos agrícolas en el mundo. Esto permite que, a corto plazo, el país sea el que reúna las mejores condiciones para afirmarse como mayor exportador y pueda garantizar el suministro de alimentos para una población cada vez mayor, sobre todo en Asia y África.

No obstante, todo este crecimiento y éxito, Brasil es sobre todo un país que en general no logra obtener suficientes beneficios económicos de sus exportaciones. A pesar de estar entre los primeros productores y exportadores de café, naranja, carnes, soya, maíz; sus productos no son visualizados por su origen y/o marcas brasileñas en los supermercados de países desarrollados. Lo anterior posiblemente se debe a cierta fragilidad de sus empresas locales en

⁴ Pau-Brasil es un árbol con madera roja extraída de ciertas regionales de la Cuesta Brasileira, y utilizado principalmente entre 1500-1600 en Europa para teñir tejidos.

cuanto al comercio exterior, a pesar de las estrategias y esfuerzos del gobierno brasileiro, con empresas como la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria- EMBRAPA.

Para ayudar a superar el problema de la baja valoración de los productos brasileños e instituir una estrategia que genere mayores beneficios económicos, y para aumentar la oferta de las exportaciones con nuevos productos, fue creada la plataforma Agropolo Campinas-Brasil.

El propósito fundamental de esta plataforma es implementar una nueva manera de hacer investigación, más centrada en los productos finales y no en las disciplinas clásicas de investigación. Cuando esto ocurre, los investigadores de diferentes instituciones se relacionan con el objetivo común de superar dificultades, cada uno desde su ámbito de trabajo, cooperando para lograr que un producto final alcance una calidad de excelencia y de sustentabilidad.

2. ¿POR QUÉ LA PLATAFORMA AGROPOLO EN LA CIUDAD DE CAMPINAS, BRASIL?

Para lograr agregar valor a los “commodities” agrícolas, instituciones tradicionales de investigación de la región de Campinas, retomaron la experiencia de la región de Montpellier, Francia, donde fue creado el Agropolis Internacional (<https://www.agropolis.org/>).

La ciudad de Campinas, ubicada aproximadamente a 100 Km. de São Paulo es el segundo polo económico del estado. Tiene en su historia el “DNA agrícola” en instituciones seculares como el Instituto Agronómico de Campinas. Además, es considerada el tercer mejor ambiente de negocios, investigación e innovación en Brasil (AGENCAMP, 2021). Cuenta también con la Universidad Estadual de Campinas –UNICAMP–, calificada como una de las más importantes por su calidad en investigación y posgrado. La ciudad cuenta también con el Aeropuerto Internacional de Campinas - Viracopos, el más importante en transporte de carga en Brasil.

Por estas razones, la ciudad de Campinas y sus instituciones agrupan las condiciones adecuadas para reproducir la experiencia exitosa de Montpellier. Fue con este espíritu que se creó el Agropolo Campinas-Brasil en junio 2016.

La plataforma Agropolo Campinas-Brasil (<http://www.agropolocampinasbrasil.org/>) es una iniciativa de cinco instituciones locales, contando con el apoyo de Agropolis y del Consulado de Francia en São Paulo:

- Instituto Agronómico de Campinas-IAC (www.iac.sp.gov.br),
- Universidad Estadual de Campinas-UNICAMP (www.unicamp.br),
- Instituto de Tecnología de Alimentos-ITAL (www.ital.sp.gov.br),
- Prefectura de Campinas (www.campinas.sp.gov.br), y
- TECHNO PARK Campinas (www.technopark.com.br).

Su objetivo principal se centró en crear una plataforma cooperativa de investigación en agronegocios para el desarrollo de productos de mayor valor agregado a partir de las cadenas productivas existentes.

Figura 1 – El Agropolo Campinas-Brasil y otras plataformas importantes de investigación en agricultura en el mundo.



Con financiamiento de la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo-FAPESP, fue creado el primer proyecto Políticas Públicas em Bioeconomía Tropical – PPPBio. con el objetivo de hacer un “roadmap” de bioeconomía tropical.

3. EL DIAGNÓSTICO DEL AGROBUSINESS EN BRASIL

Por diferentes razones puede decirse que el *agribusiness* en Brasil tiene una historia de muchas dificultades y controversias pero que camina rápidamente para obtener un rol cada vez más importante en la alimentación en el mundo actual y futuro.

Por criterios científicos y tecnológicos se puede afirmar también que la agricultura en Brasil es muy grande y diversa. Hay una agricultura moderna representada por productos como la soya, caña de azúcar, eucalipto, café, y cada vez con mayor importancia, el maíz, naranja, y ciertos productos hortícolas. También en la producción animal existen altos niveles productivos como en la avicultura, cerdos y parte de la ganadería. Sin embargo; en contraposición, todavía existen sectores menos desarrollados, sobre todo en la agricultura familiar y en la producción dedicada al mercado interno. Afortunadamente, este "gap" lentamente está disminuyendo y es posible prever su gradual eliminación a medida que el país se transforme socialmente.

Por otro lado, en los productos donde Brasil presenta un alto grado de competitividad internacional, persisten problemas ligados al bajo valor añadido en su producción. Esto se hace notar cuando se comparan los números absolutos de la exportación total y el de los beneficios financieros obtenidos. Aunque Brasil es actualmente el segundo exportador de productos agropecuarios (el primero son los Estados Unidos), en la renta total obtenida de las exportaciones, el país ocupa el quinto lugar, siendo superado por países como Alemania, Holanda y Francia.

Merecidamente, estos países logran obtener mayor renta debido a la comercialización de una gama de productos innovadores de alto valor, desarrollados a partir de un intenso y dedicado esfuerzo científico y tecnológico, además de recursos humanos altamente calificados y una fuerte interacción público-privada.

Pero cuando se trata de la agricultura y más específicamente la agricultura tropical, los desafíos son importantes tanto desde el punto de vista de la tierra, la biodiversidad, el agua, como también desde el de los productos tropicales obtenidos, de la falta de experiencia y de recursos humanos calificados para hacer frente a estos desafíos.

Mucho se ha logrado con los institutos y centros de investigación en Brasil. Por ejemplo, la historia del Instituto Agronómico de Campinas – IAC, es una manera de comprender el éxito del café, la caña de azúcar y la naranja en el Estado de São Paulo. Mucho se debe también a la EMBRAPA, con sus trabajos de adaptación de la soja a las condiciones de Brasil.

Sin embargo, todavía existe un largo y difícil camino por recorrer, sobre todo en la atención y aplicación de las demandas por elevar la sustentabilidad y aumentar el valor de la producción. Se espera que el proyecto PPPBio sea parte de esta estrategia.

4. EL ROADMAP DE BIOECONOMÍA TROPICAL PARA BRASIL

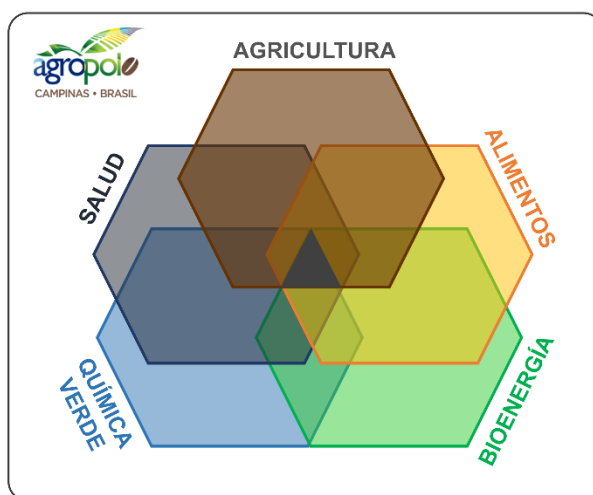
El Roadmap de Bioeconomía Tropical para Brasil preparado por el Agropolo Campinas-Brasil se concentra en los siguientes temas:

- Residuos agrícolas y urbanos
- Agricultura de precisión
- Aceites esenciales, aromáticos y plantas medicinales
- Sistemas de producción animal
- Uso sustentable del agua
- Las nuevas industrias del café y cítricos
- Ingredientes y alimentos funcionales
- Paquetes para alimentos y bebidas
- Tecnologías de proceso para alimentos y bebidas
- Biocombustibles avanzados y productos químicos de biomasa
- Enzimas y química verde.

Estas áreas están agrupadas en macro-áreas de acuerdo con la Figura 2, presentada más adelante.

La idea básica es cambiar la forma de colaboración entre los investigadores de las instituciones públicas y acercarlos más a las demandas del sector privado. Un punto importante en este aspecto es que el foco de la investigación deja de ser multidisciplinario y pasa a ser interdisciplinario, con los esfuerzos sumados para solucionar problemas identificados en las cadenas productivas.

Figura 2 – Grandes áreas tratadas en el Proyecto de Bioeconomía.



Desde punto de vista metodológico, los encuentros entre expertos de los sectores público y privado (Figura 3) fueron preparados previamente, procurando identificar las preguntas claves que debían ser discutidas, esperando encontrar respuestas y soluciones adecuadas para los problemas centrales de las cadenas productivas. La metodología utilizada en el proceso fue básicamente adaptada de otros roadmaps financiados por la FAPESP como el de bioetanol (CORTEZ, 2010).

Figura 3 – Instituciones público y privadas de ciencia, tecnología e innovación de la región metropolitana de Campinas participantes del Agropolo Campinas-Brasil.



5. RESULTADOS DEL PROYECTO PPPBio

En la primera parte del proyecto PPPBio se llevaron a cabo discusiones para identificar las necesidades de investigación en las áreas de Agricultura, Alimentos/Salud, Química Verde/Bioenergía.

Como resultado, se identificaron por cada área estratégica, los factores limitantes (presentes y futuros), de cada una de ellas.

A continuación, se presenta un resumen de las propuestas de políticas públicas identificadas.

6. CONCLUSIONES

El objetivo de este artículo es presentar el Agropolo Campinas-Brasil, una plataforma de investigación interinstitucional creada en la región metropolitana de Campinas-Brasil para la valoración de los productos del agronegocio en el país.

Para este fin fue creado un primer proyecto en bioeconomía tropical con el apoyo financiero de la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo – FAPESP: el proyecto PPPBio, que también ha contado con apoyos diversos empresas públicas y privadas. El proyecto fue puesto en marcha, obteniéndose resultados importantes en la forma de un *roadmap*.

El *roadmap* de bioeconomía tropical desarrollado en el proyecto de Políticas Públicas por el Agropolo Campinas-Brasil ha permitido:

- Establecer áreas estratégicas para el desarrollo regional en temas de bioeconomía tropical.
- Identificar incentivos para una plataforma de investigación e innovación multinstitucional enfocado en desarrollo socioeconómico regional.
- Apoyar los esfuerzos existentes a empresas creadas a partir de una base tecnológica.
- Establecer políticas públicas para mejorar las asociaciones entre los sectores público-privado (PPPs).
- Establecer programas de transferencia tecnológica y capacitación enfocadas en pequeñas y medias empresas.
- Mejorar la educación y capacitación de profesionales y técnicos en las áreas estratégicas de biotecnología, bioinformática, nanotecnología, emprendimiento, negocios, innovación, entre otras.
- Estimular la asociación con organismos internacionales enfocados en mercados estratégicos.

Tabla 1. Recomendaciones de políticas para el desarrollo de la bioeconomía en Brasil.

Tema	Política Recomendada		
	<i>Corto Plazo</i>	<i>Mediano Plazo (2030)</i>	<i>Largo Plazo (2050)</i>
<i>Ciencia y Tecnología</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un Plan Nacional Estratégico para Bioeconomía. • Desarrollar un Plan de Comunicación para mejorar la concientización de los consumidores y de los mercados sobre los beneficios de bioproductos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promocionar los estudios avanzados para asegurar y monitorear el impacto y las ganancias de la bioeconomía • Mejorar el impacto y la calidad de la C&T en bioeconomía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Armonizar las demandas por tierra, comida, ración, y biocombustibles.
<i>Educación y Entrenamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Expandir la capacitación de los 	<ul style="list-style-type: none"> • Reformular los planes de estudio de nivel superior 	

Tema	Política Recomendada		
	Corto Plazo	Mediano Plazo (2030)	Largo Plazo (2050)
	<p>investigadores en temas avanzados de la bioeconomía.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducir nuevas disciplinas (nuevas áreas tecnológicas) en los currículos de nivel superior. • Desarrollar cursos de entrenamiento orientados al mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la movilidad de investigadores y estudiantes 	
<i>Transferencia Tecnológica y Extensión</i>			<ul style="list-style-type: none"> • Implementar una agenda regional / nacional para transferencia tecnológica y de extensión • Aumentar los mecanismos y esfuerzos de las empresas pequeñas y medianas sobre todo en la agricultura y alimentos para la sustentabilidad, creación de empleos y número de los productos de alto valor agregado • Implementar nuevos modelos de ajustes / contratos de licenciamiento y compartición de espacios, productos y servicios entre el Sector Público y Privado, con certeza jurídica y compatibles con la Ley de Innovación brasileña.
<i>Innovación y Emprendimiento</i>			<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la educación empresarial • Eliminar la burocracia y facilitar el acceso al financiamiento • Estimular la adopción tecnológica en las empresas pequeñas y medianas • Estimular las empresas high-tech orientadas a los mercados globales • Conectar y mejorar los ecosistemas de innovación
<i>Incentivos y Financiamiento</i>			<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la eficiencia y crear nuevos mecanismos de incentivos para I&D • Incentivar y financiar principalmente al sector privado. • Financiar el desarrollo, demostración, e implementación de soluciones "bio", incluyendo plantas piloto y de demostración • Aumentar el acceso tecnológico y el financiamiento a las empresas pequeñas y medianas • Asegurar estabilidad del financiamiento público para I&D • Formación de ecosistemas colaborativos para la innovación en línea con las políticas industriales nacionales
<i>Regulación</i>			<ul style="list-style-type: none"> • Armonizar las políticas de tasas de carbón y los incentivos para el desarrollo de productos "bio" • Pruebas y patrones más rápidos y seguros, principalmente para nuevas moléculas y nuevos materiales y productos

Tema	Política Recomendada		
	Corto Plazo	Mediano Plazo (2030)	Largo Plazo (2050)
	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar la sustentabilidad de los productos "bio": recursos genéticos y exploración de la biodiversidad, tracking y certificación de las materias primas y los impactos ambientales 		
<i>Colaboración Global</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la cooperación, el financiamiento y la buena gobernanza internacional Implementar mecanismos para asegurar el cumplimiento y la transparencia global Armonizar los instrumentos regulatorios internacionales 		

Esta y otras iniciativas llevadas por los sectores público y privado en Brasil deberán crear las bases para un desarrollo más durable, generando productos de alta calidad y beneficiando a todas las cadenas productivas.

Con este objetivo, el Agropolo Campinas-Brasil considera la Red de Gestión de la Innovación en el Sector Agroalimentario (Red INNOVAGRO), como un apoyo estratégico en la implementación de sus acciones.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo - FAPESP (Proyecto 2016 / 50198-0 - Agropolo Campinas-Brasil: roadmap de las áreas estratégicas de investigación con el objetivo de crear un ecosistema de bioeconomía de clase mundial. La coordinación de Agropolo Campinas-Brasil también agradece a todos los demás socios y partes interesadas, principalmente a los coordinadores de los talleres de bioeconomía, ponentes, panelistas, patrocinadores, equipo de apoyo y participantes, involucrados en este proyecto.

Un agradecimiento especial a Martha Escalante y Raúl Rodríguez de la Red Innovagro por traducir este artículo al español.

REFERENCIAS

AGEMCAMP. *Indicadores da RMC*. Disponible en:

<http://www.agemcamp.sp.gov.br/observatorio/indicadores.php>

(última consulta en 18 de junio de 2021)

- BOUND, K. (2008). *Brazil, The Natural knowledge economy*, The Atlas of Ideas, Demos, London, SE1 2TU, UK, 159p., 2008.
- CARBONELL, S.A.M., L.A.B. CORTEZ, L.F.C MADI, L.C. ANEFALOS, R. BALDASSIN JUNIOR, R.L.V. LEAL. (2021). Bioeconomy in Brazil: opportunities and guidelines for research and public policy for regional development. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining - Biofpr Journal*, accepted for publication.
- CARBONELL, S.A.M., L.A.B. CORTEZ, L.F.C MADI, L.C. ANEFALOS, R. BALDASSIN JUNIOR, R.L.V. LEAL. (2021). *Bioeconomía Tropical, Roadmaps e Diretrizes para o Desenvolvimento da Bioeconomia no Brasil*. ISBN 978-65-994280-0-5, 163p.
- CORTEZ, L.A.B. (Coord.), (2010). *Sugarcane Bioethanol: R&D for productivity and sustainability*. ISBN 978-85-212-0530-2, Editora Edgard Blucher, 2010, 992p.
- CORTEZ, L. (2019). Políticas Públicas y Bioeconomía en Brasil. Presentación en el IX Encuentro de la Red Innovagro – Bioeconomía Circular y Ecosistemas de Innovación, Córdoba, España, junio 2019.
- EUROPEAN COMMISSION. (2021). *Roadmap for moving to a competitive low-carbon economy in 2050*, disponible en: https://ec.europa.eu/clima/sites/default/files/2050_roadmap_en.pdf (última consulta en 18 de junio de 2021)
- GERMAN FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH, (2021). *National Research Strategy Bioeconomy, our route towards biobased economy, 2030*, 56p. Disponible en: http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/docs/int/bioeconomy_2030_germany.pdf (última consulta en 18 de junio de 2021)
- SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO – APTA/IAC. (2012). *INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC) – “Orgulho nacional em terras paulistas”* Campinas: Instituto Agrônômico, 58 p. (Documentos IAC, 107)



- OECD. (2009). *The Bioeconomy to 2030, designing a policy agenda*, 321p., 2009.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. (2015). *Perfil do agronegócio no município de Campinas, 2015*.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. (2015). *Planejamento Estratégico de Ciência, Tecnologia e Inovação de Campinas (PECTI) 2015-2025*.
- FINNISH GOVERNMENT. (2014). *THE FINNISH BIOECONOMY STRATEGY: sustainable development from bioeconomy. 2014*. 17p. Disponible en: https://biotalous.fi/wp-content/uploads/2014/08/The_Finnish_Bioeconomy_Strategy_110620141.pdf (última consulta en 18 de junio de 2021)
- UK GOVERNMENT. (2021). *Building a high value bioeconomy: opportunities from waste*. 40p. disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/408940/BIS-15-146_Bioeconomy_report_-_opportunities_from_waste.pdf (última consulta en 18 de junio de 2021)
- US WHITE HOUSE. (2012). *National Bioeconomy Blueprint*. de Abril de 2012. disponible en: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf (última consulta en 18 de junio de 2021)