

Este documento ha sido descargado de:
This document was downloaded from:



**Portal *de* Promoción y Difusión
Pública *del* Conocimiento
Académico y Científico**

<http://nulan.mdp.edu.ar>

La Bioeconomía en América Latina: oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación¹

The Bioeconomy in Latin America: opportunities for development and implications for policy and research.

Guy Henry², Jeanne Pahun³ y Eduardo Trigo⁴

Resumen

La bioeconomía entendida como el uso de biomasa con la asistencia de biotecnologías, para la producción de fuentes de energía, componentes químicos, materiales y otros bioproductos, es un modelo de producción en pleno crecimiento. Alentada por varias instituciones internacionales (OCDE, Comisión Europea) e implementada por medio de numerosas estrategias nacionales a través del mundo, la bioeconomía cobra cada vez más fuerza; específicamente en América Latina, región que cuenta con una de las mayores reservas de biomasa a escala mundial -además de ser gran productor de biocombustibles-. Actualmente, la investigación en bioeconomía se enfoca más al desarrollo de biotecnologías, mientras que las transformaciones de biomasa a gran escala sugieren un cambio radical de la sociedad, esto es: una redefinición de los centros de producción, de los modelos de consumo y de los impactos de la actividad humana en el medio ambiente. De este modo, la bioeconomía se posiciona como un tema innovador para la investigación en los ámbitos económico, político y de las ciencias sociales.

¹ Esta nota se basa en lo expuesto por Trigo *et al.* (2013) y en Trigo y Henry (2011).

² Guy HENRY, agro-economista, CIRAD UMR MOISA, CIAT, Cali, Colombia, g.henry@cgiar.org

³ Jeanne PAHUN, economista, CIRAD UMR MOISA, CIAT, Cali, Colombia, jeanne.pahun@gmail.com

⁴ Eduardo TRIGO, agro-economista y consejero *senior*, MINCYT, Buenos Aires, Argentina, ejtrigo@gmail.com

Palabras claves: bioeconomía, América Latina, biomasa, biotecnología, economía, ciencia política, ciencias sociales.

Abstract

The bioeconomy, defined as the efficient use of biomass for the production of food, fiber, feed, energy and bioproducts, is an increasingly popular economic social and environmental development model. Proposed and promoted by international agencies such as the EC and OECD, it has been implemented in a variety of formats (but based on the same principles) and institutional levels, by individual countries, regions, cities and sectors throughout the world. Latin America, and pioneered by Brazil and Argentina, presents a very opportune mix of resources, conditions, policies and national objectives, translating in an increasing interest for adopting the bioeconomy model. Today, bioeconomy research advances especially in the biotechnology and related areas, while large scale biomass transformations have significant societal, organizational and institutional consequences that invite a series of new questions, that typically are much more relevant for the political and social sciences. As such the new bioeconomy offers new research challenges at local, national, regional and international (trade) levels.

Introducción

La bioeconomía es la producción de bienes y servicios, a partir de la biomasa y sus funcionalidades biológicas, transformada por la biotecnología. Abarca una gama amplia de sectores vinculados a la energía, alimentación, fibras, salud y diversos segmentos de la industria. Así, en términos generales, cuando en la actualidad se habla de bioeconomía se alude al sector que usa, mediante las biotecnologías, la biomasa como punto de partida para su producción. Por biomasa se entiende la masa total de materia orgánica en un lugar determinado, desde los microorganismos, hongos y levaduras; hasta los seres vivos, como las plantas y los animales. Esta biomasa puede encontrarse en estado salvaje (selva amazónica, fauna silvestre y baldía en el África subsahariana o microorganismos y algas en los océanos) o ser producida por la mano del hombre, en la cual el sector agropecuario está llamado a desempeñar un papel estratégico (silvicultura, plantación o ganadería). Las biotecnologías desarrolladas y usadas en el marco de la bioeconomía para transformar la biomasa implican un conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos amplio e inédito. Se recurre en ellas a técnicas como bioinformática, nanotecnologías, tecnología de informaciones, biología de síntesis o modificaciones genéticas de organismos vivos. Estas biotecnologías aplicadas dentro de las bio-refinerías, permiten la transformación de la biomasa en un amplio espectro de componentes químicos (biopesticidas, biofertilizantes, disolventes y detergentes), materiales (bioplásticos, fibras y

textiles) y fuentes de energía (biocombustibles (biodiesel o bioetanol), biogás, calor o electricidad). Dichos procesos y productos –a los que usualmente nos referimos como bioproductos– son uno de los principales aspectos que concentran el interés y atención actual que está recibiendo el tema de la bioeconomía.

El uso de la biomasa para satisfacer las necesidades humanas en energía y materiales no es nuevo: antes de la era industrial, entre el 95% y el 99% de la energía doméstica consumida derivaba de la biomasa (Krausmann, 2011). Con el uso sistemático de recursos minerales que caracteriza a la era industrial, este porcentaje se redujo hoy en día al 10-30% en escala mundial. La bioeconomía sería, así, un retorno parcial a la biomasa (no fósil) como un recurso para responder a las necesidades humanas, con una diferencia mayor con respecto a la era pre-industrial: el uso sistemático y a gran escala de nuevas tecnologías. Este interés creciente por los recursos de la biomasa está motivado por dos factores determinantes: el fin de la energía barata, como resultado de la disponibilidad cada vez más restringida del petróleo, entre otros recursos minerales, y las crecientes preocupaciones sobre el cambio climático. El uso de la biomasa, como fuente principal de energía y carbono, pone a los procesos de emisión y secuestro de carbono dentro de una misma era geológica y, por lo tanto, significa una importante mejora en cuanto a la *performance* ambiental de las actividades económicas involucradas. Son estas particularidades y “circularidades” las que permiten presentar a la bioeconomía como un componente importante para hacer frente a los desafíos interrelacionados de seguridad alimentaria, agotamiento de recursos y cambio climático que nos plantea, entre otros, el siglo XXI, y que, al mismo tiempo, posibilitan un crecimiento económico sostenible a través del desarrollo de nuevas actividades y cadenas de valor. Así, la bioeconomía destaca algunos conceptos claves: la eco-intensificación, la economía circular o la ecología industrial (optimización de la cadenas de valor) y la explotación/valorización de la biodiversidad.

Durante los últimos 10 años, el concepto de bioeconomía experimentó un crecimiento y una difusión, significativos. Promovida por las grandes instituciones internacionales, como la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) o la Comisión Europea; y desarrollada en las regiones y países mediante estrategias nacionales, la bioeconomía ya se utiliza, actualmente, en experiencias de alto impacto, como la de los biocombustibles y el permanente crecimiento del segmento de la “química verde” dentro de la industria química. En este proceso de desarrollo de la bioeconomía, América Latina ocupa un lugar preponderante al ser una de las mayores reservas de biomasa a escala mundial y una gran productora de biocombustibles, sin embargo, y a pesar de la importancia del tema en algunos países como Argentina, Brasil y Colombia; no existe en la región una visión precisa y establecida sobre la bioeconomía.

En la práctica, la transformación de biomasa a gran escala sugiere un esquema muy diferente del prevaleciente en la actualidad, basado en el uso de los hidrocarburos. Se plantea una redefinición de los centros de producción (zonas rurales y países dotados en recursos naturales), de los modelos de consumo (nuevos productos y valorización de los residuos) y de los impactos de la actividad humana en el medio ambiente (explotación de recursos renovables como materia prima). Esta transformación de biomasa en productos vía la intensificación de la investigación en las biotecnologías y el impulso político para promoverla, genera cambios mayores en términos de modelo de agricultura promovidos por la producción de la biomasa, la priorización de las necesidades (comer, vestirse, desplazarse, etc.), el cambio de uso de suelo, los cambios climáticos, las oportunidades para los pequeños agricultores, la bioseguridad etc. Los temas de abastecimiento, disponibilidad, ubicación y ciclos cronológicos de renovación de la biomasa son problemáticas también esenciales, que deben incluirse en la reflexión sobre la bioeconomía; especialmente en el caso de la América Latina, región particularmente rica en biomasa y biodiversidad.

En este contexto, la primera parte del presente artículo, expone el modo en que se está dando la dinámica de la promoción de la bioeconomía en el caso de las instituciones internacionales y algunos países, en particular. A continuación, en la segunda parte, se plantea el tema de la situación actual y las perspectivas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina. Finalmente, las cuestiones vinculadas con las implicaciones en las agendas de investigación de la economía, política y las ciencias sociales son tratadas en la última parte del artículo.

I. El desarrollo de la bioeconomía en Europa y en otras partes del mundo

En el transcurso del siglo XX, la bioeconomía fue limitada casi exclusivamente al ámbito académico, con la excepción de los llamados “modelos bioeconómicos”, que aplicaban cálculos matemáticos a la gestión de recursos naturales limitados (específicamente, a los recursos pesqueros). Estos modelos entraron en la esfera de las políticas públicas para administrar el acceso a recursos comunes (políticas de cuotas). Además de la gestión de los recursos naturales, varios campos académicos (economía, biología, historia natural, entre otros) usaron y redefinieron el término de bioeconomía, contribuyendo a los límites semánticos un poco borrosos y todavía debatidos del concepto, hoy en día. No obstante, lo que caracteriza a la bioeconomía del siglo XXI, no es solo su creciente importancia en los discursos institucionales; sino también su presencia en las estrategias nacionales, con el fin de promover el crecimiento económico y social

En 2009 y 2012, la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y la Comisión Europea publicaron dos textos fundamentales acerca del desarrollo de la bioeconomía en Europa: “La evolución de la bioeconomía hasta 2030: diseño de una agenda política”⁵ y “La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa”⁶. Ambos escritos consolidaron las definiciones, los sectores, los actores y los alcances de la bioeconomía; marcaron, asimismo, la importancia cada vez mayor del concepto de una economía basada en la transformación de los recursos naturales por medio de las biotecnologías, en las instituciones públicas, en los laboratorios de investigación y en las empresas de Europa. Tanto en el informe de la OCDE, como en la comunicación de la Comisión Europea, la bioeconomía gira en torno de los conceptos clave de la innovación, la competitividad y el crecimiento, a partir de la I&D en el área de las nuevas biotecnologías. Estas investigaciones recibieron luego un fuerte apoyo por parte de la Comisión Europea en sus Programas Marco de financiación de la investigación e innovación en la Unión Europea (FP6 y FP7), y en el programa vigente en la actualidad (Horizonte 2020, H2020). Este programa de 7 años, presenta 7 retos sociales, dentro de los cuales se incluye el reto número 2: “Seguridad Alimentaria, agricultura y silvicultura sostenible, investigación marina, marítima y de aguas interiores y bioeconomía”; a veces denominado como: “Retos de la bioeconomía europea”⁷. Contabilizando los recursos atribuidos a este reto y a las biotecnologías en general, la bioeconomía capta unos 4,3 mil millones de euros para financiar su investigación, lo cual representa más del 5% de los recursos totales del programa H2020. Otro hecho importante que demuestra la importancia exponencial de la bioeconomía en Europa, es la constitución por parte de la Comisión Europea, en el año 2013, de un observatorio de la bioeconomía europea. Este observatorio tiene una importante movilización de recursos y se centra en tres pilares: Investigación (inversión, innovación), políticas públicas (interacción y participación de las partes interesadas) y mercados (creación de nuevos

⁵OCDE, 2009, The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda. Disponible en: <http://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/thebioeconomyto2030designingapolicyagenda.htm>

⁶Comisión Europea, 2012: La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa. Disponible en: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth_es.pdf

⁷ESHorizonte2020, portal español del Programa Marco de financiación de la investigación e innovación en la Unión Europea. Disponible en: <http://www.eshorizonte2020.es/retos-sociales>

mercados y competitividad). Uno de sus objetivos es la creación de una base de datos sobre el uso actual de las biotecnologías y los perfiles de bio-refinerías en la Unión Europea, con el fin de entender mejor el impacto de la bioeconomía y para anticipar los cambios sociales que generará. Así, en menos de 5 años, la bioeconomía fue propulsada como uno de los temas prioritarios en dos de las mayores instituciones internacionales de Europa, contando con establecimientos propios, plan de financiación de su investigación y recomendaciones de políticas públicas. Estos lineamientos políticos influenciaron bastante las agendas nacionales de investigación científica en Europa y llevaron a que la mayoría de los países definieran estrategias y políticas específicas sobre el sector.

En este sentido, Alemania es considerada pionera en el campo, mediante la creación en 2009 de un Consejo nacional de la bioeconomía⁸. En primer lugar, este organismo se encargó de la formulación de la estrategia nacional y de hojas de ruta regionales con el fin de fomentar el desarrollo de una bioeconomía alemana. El Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) y el Ministerio Federal de Alimentación, Agricultura y Protección del Consumidor (BMELV) apoyaron el trabajo del Consejo que publicó su estrategia general⁹ en 2010 (se actualizó en 2012, incluyéndose la cuestión de la energía sostenible). La estrategia establecida se centró en lograr una mejor comprensión de los elementos y estructuras de los sistemas biológicos, como plantas, algas, enzimas y microorganismos (Albrecht y Ettling, 2014), con un amplio alcance y cubriendo la áreas del sector médico, de la industria (química fina y bioplásticos), de la agricultura (pesticidas y aditivos para la alimentación animal) y de los servicios ambientales. Las recomendaciones actuales en políticas públicas del Consejo están enfocadas en la utilización de los recursos naturales, la aceptación pública del uso de biotecnologías y de nuevos productos, la competitividad y la comunicación hecha sobre la bioeconomía. En 2010, el BMBF publicó también su Estrategia Nacional de Investigación en Bioeconomía 2030, de carácter complementario al documento del Consejo. Esta estrategia -dotada de un presupuesto de 2,4 mil millones de euros- se dirige al crecimiento económico, abordando las cuestiones de agricultura sostenible, alimentación mundial, recursos renovables para la industria; así como también, actividades transversales. La combinación de lineamientos políticos eficaces y de algunas ventajas comparativas (un sector

⁸ Bioökonomierat: <http://biooekonomierat.de/english.html>

⁹ Bioökonomierat, Innovation Bioökonomie, 2010, Forschung und Technologieentwicklung für Ernährungssicherung, nachhaltige Ressourcennutzung und Wettbewerbsfähigkeit, Forschungs und Technologierat Bioökonomie, Berlin

industrial y científico fuertes y una producción anual de biomasa de 2.3 millones de hectáreas, es decir, del 16,5% de la superficie total) hicieron de la Alemania, uno de los países líderes en la bioeconomía europea. Además de Alemania, en Europa, Finlandia, Suecia, Noruega, Irlanda, el Reino Unido, Austria, Dinamarca y Rusia han definido estrategias nacionales para el desarrollo de sus sectores de bioeconomía.

Fuera de Europa, una docena de países tiene sus propias estrategias para desarrollar una bioeconomía en sus territorios. Es el caso de los Estados Unidos o de Malaysia, por ejemplo. El plan nacional de bioeconomía de los Estados Unidos (*the National Bioeconomy Blueprint*¹⁰) fue promulgado en 2011 y se centra específicamente en el desarrollo, la aplicación y la promoción de algunas biotecnologías como la ingeniería genética, la secuenciación del ADN, y el uso de microorganismos o enzimas industriales, así como la ingeniería de microbios y plantas vivas. El objetivo primero de este plan es reducir la dependencia energética a los hidrocarburos del país. Desde 2007, tres centros de investigación en bioeconomía abrieron y se posicionaron en la investigación de la próxima generación de biocombustibles o de la degradación de la biomasa. Otros países, como Malaysia, han optado por otro tipo de estrategia, centrada más en los aspectos de la biomasa que de las biotecnologías. En 2011, la agencia de innovación en Malaysia (Agensi Inovasi Malaysia, AIM) publicó así la “Estrategia Nacional de Biomasa para 2020”¹¹, enfocada en la producción y la valorización del aceite de palma (Malaysia es el primer exportador mundial de aceite de palma) y de sus subproductos: *pellets*, biocombustibles y productos químicos de base biológica.

Desde un punto de vista global, un estudio comparativo de las estrategias nacionales en términos de bioeconomía revela algunos puntos comunes a estas estrategias como el enfoque sobre el potencial de crecimiento económico que tiene la bioeconomía, creando nuevas oportunidades económicas y nuevas fuentes de empleos (Staffas *et al.*, 2013). Los recursos políticos utilizados para el desarrollo nacional de una bioeconomía son también similares: inversión en la investigación en el campo de ciencias de la vida, promoción de asociaciones

¹⁰ *National Bioeconomy Blueprint*. Disponible en: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf

¹¹ *National Biomass Strategy 2020: New wealth creation for Malaysia's palm oil industry*. Disponible en: <http://www.feldaglobal.com/sitecontent/National%20Biomass%20Strategy%20Nov%202011%20FINAL.pdf>

público privadas en temas estratégicos y subsidios para ayudar a la transferencia de la innovación desde el laboratorio hasta el mercado (Albrecht y Ettling, 2014). Todos los enfoques propuestos giran esencialmente alrededor de los mismos principios, aunque varía el énfasis relativo que se le da a ciertos aspectos como las cuestiones de sostenibilidad, producción y acceso a la biomasa (Staffas *et al.*, 2013). Por ejemplo, el texto de la OCDE enfatiza el principio de desarrollo sostenible y de la viabilidad ecológica dentro del concepto de bioeconomía, mientras que el *blue paper* de los Estados-Unidos centra su definición en el uso de biotecnologías.

II La bioeconomía en América Latina

¿Cuál es la situación en América Latina? En cuanto a estrategias nacionales, solo dos países tienen una: Brasil y Argentina. Brasil juega un papel muy importante en la bioeconomía en América Latina y en el mundo a través de su producción y transformación a gran escala de la biomasa en combustibles (biodiesel y bioetanol). Las bio-refinerías brasileñas producen también, aunque en pequeños volúmenes, electricidad, bioplásticos y biopolímeros. Alentada por una estrategia nacional (*Política de Desenvolvimento da Biotecnologia*, 2007¹²), instituciones (*Comitê Nacional de Biotecnologia*, CNB) y centros de investigación parcialmente dedicados al estudio de la bioeconomía (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*, Embrapa); este nuevo paradigma recibe un fuerte apoyo del Estado. Así, Brasil impulsó el avance nacional en el conocimiento científico y tecnológico en las áreas pertinentes para la aplicación de la bioeconomía con una capacidad de investigación en ingeniería genética, nanotecnología, genómica y tecnologías de clonación animal. La geografía del país es también la gran aliada de la bioeconomía brasileña: Brasil tiene vastas tierras cultivables, abundantes recursos hídricos y la reserva más grande del mundo de biodiversidad.

En el caso de Argentina, si bien no existe una estrategia formal sobre el tema, la mayoría de los sectores priorizados en el plan nacional de ciencia, tecnología e innovación, de 2013, "Argentina Innovadora 2020"¹³, se ubican claramente dentro de la bioeconomía, y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, MINCYT, viene organizando simposios anuales sobre

¹²Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, 2007. Disponible en: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0016/16386.pdf

¹³"Argentina Innovadora 2020", 2013. Disponible en: <http://www.mincyt.gov.ar/adjuntos/archivos/000/022/0000022576.pdf>

bioeconomía, para analizar tecnologías y políticas claves para el desarrollo del sector. El MINCYT, define la bioeconomía como una economía que utiliza la biomasa de una manera integrada y sostenible para el procesamiento de alimentos, biocombustibles, energía térmica, productos químicos y otros materiales. El énfasis del plan está centrado en biotecnologías aplicadas a la agricultura y a la elaboración de alimentos, dado el fuerte sector agrícola del país. A eso hay que añadir que las biotecnologías rojas del sector de la salud (vacunas y biosimilares) también juegan un papel importante en el programa Argentina Innovadora 2020 (Albrecht y Ettlting, 2014).

Si bien la bioeconomía en América Latina no se caracteriza por poseer una visión establecida o estrategias nacionales en cada país (excepto en el caso de Brasil y Argentina), varios eventos y programas internacionales fueron organizados en la región para: coordinar la investigación en biotecnología; exponer tanto a investigadores como a decisores de políticas, el potencial y necesidades de la bioeconomía; institucionalizar las actividades de valorización de la biodiversidad; entre otros. Así, a nivel científico, se han organizado, con la participación de expertos de América Latina; el Caribe¹⁴ y de la Unión Europea, un número de eventos¹⁵ orientados específicamente a discutir y analizar las oportunidades de la bioeconomía en la región. Estos acontecimientos brindaron también la base para la implementación, en junio de 2011, de un Proyecto FP7 ALCUE-KBBE¹⁶, con el propósito de construir una plataforma bi-regional de cooperación para acompañar la introducción, validación e implementación de la bioeconomía en América Latina y el Caribe mediante la cooperación de grupos de interés, actores y expertos claves de un consorcio de siete organizaciones de América Latina y el Caribe y cinco de la Unión Europea.

Así, aunque la bioeconomía es aún un proceso político en construcción en América Latina, este nuevo modelo de producción ya cuenta con varias iniciativas en la región -dispares, pero importantes en su conjunto- y con un potencial de crecimiento muy elevado. Ante todo, la región América Latina y

¹⁴ Link del Banco Mundial - América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/alc>

¹⁵ Reunión de Grupo de Expertos sobre los Usos Industriales de Plantas para el Uso de Bio-materiales, diciembre 2007, Salvador, Brasil.

Reunión de Expertos sobre aplicaciones tecnológicas para la explotación de la biodiversidad, noviembre 2009, Concepción, Chile.

Simposio de Bioeconomía en América Tropical, Octubre 2013, San José, Costa Rica.

¹⁶ Proyecto ALCUE-KBBE: *"Towards a Latin America and Caribbean Knowledge Based Bio-Economy in partnership with Europe"*, 2011-2013.

Caribe (ALC) está muy bien dotada en biomasa. Tiene aún una alta proporción de tierras todavía disponibles, y más del 50% de estas son aptas para el uso agrícola (CEPAL, 2007). Además, la disponibilidad de tierra *per cápita* está significativamente por encima del promedio global, y según proyecciones del IIASA (2013) en 2050, la región tendrá todavía unas 300 millones de hectáreas disponibles para incorporar a la producción, sin poner en peligro las zonas forestales o áreas protegidas. Este potencial de recursos futuros demuestra la posibilidad de una bioeconomía que contribuya a objetivos de seguridad alimentaria y energética; mientras que el objetivo social se alcanzaría a través de la generación de empleo resultante de las nuevas actividades. Aprovechando este potencial futuro en agricultura, se necesitarían trabajos significativos para cerrar brechas de rendimiento, especialmente en cuanto a los granos. Al mismo tiempo, la eficiencia del uso de recursos debería ser mejorada. La base de los recursos de la biodiversidad es otra de las ventajas comparativas más importantes de la zona. Es una región con un alto número de “hotspots” de biodiversidad en el mundo. Adicionalmente, siete de los 19 países son denominados “mega diversos”: Brasil, Colombia, México, Perú, Ecuador, Venezuela y Bolivia. Además, Panamá, Costa Rica y Guatemala, demuestran Índices de Biodiversidad Nacional, muy altos. La región también es centro de origen de un número importante de especias (sostiene la oferta agrícola mundial), incluyendo: papa, batata, maíz, tomate, frijol, yuca, maní, pina, ají, cacao y papaya. Asimismo, existe un gran número de plantas (silvestres) en esta zona, con características funcionales, para usos fitoterapéuticos, cosméticos, nutracéuticos, ambientales etc. Estos recursos ofrecen oportunidades muy significativas para ser explotados de manera sostenible, aplicando herramientas biotecnológicas avanzadas. Tal oportunidad se refuerza aún más por el hecho de que el mercado global de productos naturales se encuentra en franco y acelerado crecimiento (un 170% entre 2002 y 2008, CONPES, 2009). Otro recurso natural de gran valor global es el agua: la región contiene 30% del total del agua dulce del planeta (UNEP). El agua tiene cada vez más importancia como un bien escaso, especialmente en los escenarios futuros de cambios climáticos. Es de suma importancia, además para el consumo humano e industrial, para la agricultura y la (hidro) energía.

La dotación importante de los recursos naturales ya ha servido de base para que la región se transforme en un actor clave en los mercados agro-alimentarios y energéticos mundiales, a través de sus cultivos de granos y aceiteros, y de los cultivos tropicales como la caña y palma aceitera, entre otros. Adicionalmente, a través de avances tecnológicos, la región se ha transformado en un actor muy importante en la aplicación y adopción de productos y procesos de biotecnología y de eco-intensificación, y en usos novedosos de biomasa para el sector bioenergético:

- **Biocarburantes** - El mercado internacional de etanol está dominado por Brasil. Otro productor importante es la Argentina, seguido por Colombia, con un volumen mucho menor. El productor mayor de biodiesel (a partir de soja) es la Argentina seguida por Brasil. El biodiesel producido a partir de la palma de aceite está sujeta a inversiones importantes en varios países: Colombia, Brasil, Costa Rica, Honduras, Perú y Paraguay (IICA, 2010). Trigo *et al.* (2013) notan que la región ALC puede ser una de las pocas en el mundo donde la bioenergía podría satisfacer la demanda energética futura. O sea, donde existen los recursos naturales necesarios para producir las diferentes materias primas (caña, palma de aceite, soja y otras de menor importancia).
- **OGM** - La región también juega un rol muy importante en la explotación de productos GM - soja, maíz, algodón. Según James (2012), diez de los treinta países en el mundo, productores de GM, están en la región ALC. Los países del Cono Sur son responsables de más del tercio del área sembrada globalmente en cultivos GM. Los impactos¹⁷ de estos avances han sido importantes a nivel agrícola, económico, social, ambiental y político.
- **Labranza mínima** - Una práctica agronómica ampliamente utilizada, especialmente en los países del Cono Sur, es un buen ejemplo del principio de eco-intensificación. Introducido ya hace más de 20 años, sus impactos socioeconómicos y ambientales, especialmente en un sistema integrado con la siembra de productos GM, han sido significativos.

Estas experiencias basadas en la optimización de los recursos naturales y humanos enfatizan la importancia que la bioeconomía está tomando para apoyar a la región en respuesta a los inminentes desafíos a nivel global y regional. Ya es muy evidente que la región juega un rol cada vez más significativo para la adecuación del equilibrio mundial de alimentos, fibras y energía; tanto en la actualidad, como en el futuro. Al mismo tiempo, son evidentes sus desafíos propios regionales: el hambre y la pobreza son aún temas importantes, especialmente en zonas rurales (desplazándose cada vez más hacia las zonas urbanas), en las que se enfatiza la importancia de la agricultura y la producción de biomasa como herramientas esenciales para resolver estos desafíos. Así, la bioeconomía en la región ALC tiene un doble

¹⁷Para una exposición detallada, por favor consultar: Trigo y Henry (2011); y Brookes y Barefoot (2010).

objetivo: a nivel global, la región aportará a los balances de alimentos, fibras y energía, y a los bienes públicos ambientales; a nivel regional, la bioeconomía es una fuente nueva de oportunidades para un crecimiento (más) equitativo a través de la producción agrícola mejorada, la biomasa y la posibilidad de generación de empleo.

Seguridad alimenticia y oportunidades locales de desarrollo

El concepto de la bioeconomía, basado en la diversificación e intensificación sostenible del uso de los recursos naturales, podría implicar una competencia potencial (uso de tierra) entre alimentos, energía u otros usos. Pero al mismo tiempo, el modelo de la bioeconomía, en el largo plazo, podría ofrecer también una oportunidad para la seguridad alimentaria; puesto que el modelo generará eventualmente niveles más elevados de diversificación y producción, los cuales a su vez, darán más espacio para ambos alimentos y energía. Además, la bioeconomía en relación a la pobreza podría tener dos impactos positivos: por un lado, la producción y productividad agrícola mejorada aumentaría la oferta y el acceso a los alimentos para los pobres urbanos (donde viven la mayoría de la población de ALC); por otro lado, la pobreza en las zonas rurales disminuiría a través de los enlaces de ingreso y empleo generados por las actividades económicas incrementales ligadas a la bioeconomía. Adicionalmente, existen oportunidades interesantes para la construcción en zonas rurales de bio-refinerías de pequeño porte, alimentadas con productos y sub productos de la agricultura familiar, para la producción de energía local. Otra alternativa para los actores rurales de menos recursos, es el procesamiento de productos intermedios, que reducirían los costos de logística y transporte, facilitando enlaces locales para las refinerías de gran porte.

Senderos alternativos para el desarrollo de la bioeconomía en ALC

Dadas las condiciones socioeconómicas muy variadas, los recursos naturales diversos y las características geopolíticas asimétricas, no existe un modelo general para la bioeconomía en la región; por el contrario, hay diferentes senderos para llevar a cabo un desarrollo de la bioeconomía, para zonas, regiones y países diferentes. Cada sendero refleja diferentes condiciones, aspectos y ventajas comparativas. Sin embargo, todos los senderos comparten los mismos principios del modelo de base: el uso más eficiente y eficaz de los productos y procesos biológicos para lograr metas específicas para la sociedad. En términos generales, se pueden identificar seis senderos diferentes: utilización de los recursos biodiversos; eco-intensificación; aplicaciones biotecnológicas; bio-refinerías y bioproductos; sistemas alimentarios eficientes; y servicios eco-sistémicos.

1. Utilización de los recursos biodiversos - Incluye la identificación y explotación (domesticación) de las características funcionales interesantes de la biodiversidad para el desarrollo de productos nuevos y la penetración de (nuevos) mercados. La región ALC ya conoce muchos ejemplos (incluso muy famosos -como el caso de NATURA, en Brasil-) de productos nuevos para mercados industriales, fitoterapéuticos, cosméticos, naturales, alimenticios, etcétera.

2. Eco-intensificación - En general, se define un modelo de prácticas agronómicas específicas y otras técnicas optimizando el desempeño ambiental de las actividades agrícolas, sin sacrificar los niveles de producción y productividad de las mismas. La eco-intensificación tiene como objetivo lograr un balance adecuado de beneficios agrícolas, socio-económicos y ambientales, a través del uso más eficiente de recursos energéticos y enfocándose en una utilización reducida de combustibles fósiles, pesticidas y otros contaminantes químicos. El modelo es asociado con los primeros conceptos de *'tecnologías limpias'*. Ejemplos de eco-intensificación son: *"labranza mínima"*, manejo integrado de plagas y nutrientes, agricultura de precisión, entre otros.

3. Aplicaciones biotecnológicas - Dentro de los productos, herramientas y procesos son incluidas las semillas y plantas GM (genéticamente modificadas), el cultivo de tejidos a escala industrial, la selección asistida con marcadores de plantas y animales, pruebas de diagnóstico de base molecular, reproducción animal, enzimas modificadas, microorganismos, levaduras, etc.; aplicados a diferentes niveles y escalas de cadenas de valor agrícola y/o industrial (química). Los avances de la biotecnología moderna están ofreciendo opciones nuevas para manejar limitaciones bióticas y abióticas de producción y productividad agrícola. Adicionalmente, están generando un espectro muy amplio de oportunidades, no solamente para la producción de alimentos, fibras y energía; sino también para muchos otros sectores de la economía, incluyendo farmacéutica, química, etc. El potencial de aplicaciones diferentes es enorme. Sin embargo, es cada vez más evidente que inversiones substanciales y ajustes institucionales son necesarios para promover este potencial. Es importante notar que la biotecnología cada vez más necesita integrarse a otras ciencias (informática, medicina, ingeniería, *management*, etc.), generando diferentes variaciones de ciencias integradas.

4. Bio-refinerías y bioproductos - El objetivo principal es sustituir los combustibles fósiles como materia prima en los procesos industriales. Ejemplos de esto son: etanol (de plantas), biodiesel, biogás, y diferentes productos basados en la química verde. Tal vez, los elementos más significativos de la bioeconomía, dado que las refinerías son instalaciones para la transformación eficiente de diferentes formas de biomasa en un rango muy amplio de productos y energía. Las bio-refinerías representan los fundamentos de la respuesta de la bioeconomía a los precios altos de petróleo y a la necesidad de capital. Las bio-refinerías también ofrecen la posibilidad para una mejor estructura diversificada de enlaces entre la agricultura y los

demás sectores de la economía. Consecuentemente, generan una utilización mucho más eficiente de los recursos biológicos. Sin embargo, en la región ALC, la gran mayoría de las experiencias son de la producción de bioenergía, con muy poco interés en otras opciones.

5. Sistemas alimentarios eficientes - Incluyen actividades para reducir pérdidas pos-cosechas (y desperdicios de alimentos) y para la construcción de enlaces de mercado para los nuevos bioproductos (*bio-based products*). Básicamente se trata de ser más eficiente con el uso de los recursos dentro de las cadenas de valor. FAO (2011) estima que a nivel mundial, 30% de los alimentos producidos nunca llegan a su consumo final. Colocando esta cifra en el contexto de la meta global de producir 60% más alimentos (en comparación del nivel de 2010) para el año 2050, muestra una oportunidad muy importante para moverse en estrategias de bioeconomía sin perjudicar la base de recursos naturales.

6. Servicios eco-sistémicos - Son procesos en los que el medio ambiente genera recursos o servicios utilizados de algún modo, por humanos; esto es: aire, agua, alimentos y materiales naturales. Algunos ejemplos son: sistema de crédito de carbono, eco-turismo, sistemas de fijación de precio y manejo del agua. Dada la naturaleza especial de las relaciones e interacciones entre recursos naturales y las actividades económicas y sociales dentro de la bioeconomía, una perspectiva eco sistémica representa un componente importante para la estrategia de una bioeconomía sostenible.

Promoviendo la transición hacia un modelo de bioeconomía

Las experiencias de bioeconomía en curso o parcialmente consolidadas en países de Europa, Estados Unidos o Rusia, o en sectores como Costa Rica (biodiversidad, eco-turismo), Argentina (eco-eficiencia, bioenergía, OGM) y Brasil (bioenergía, OGM, biodiversidad, eco-turismo), ya han demostrado que las dimensiones políticas e institucionales son factores determinantes en la transición hacia una economía basada en un uso intensivo de los conocimientos y recursos biológicos (bioeconomía). Apoyar, incentivar, vigilar, fiscalizar, legalizar, regularizar y controlar los nuevos procesos y aplicaciones de las biotecnologías avanzadas, requiere de nuevos marcos políticos. Asimismo, se necesitan instituciones capaces para liderar y acompañar estos procesos y sus nuevos requerimientos. El denominador común del sistema emergente es la creciente complejidad del nuevo entorno, en comparación con los sistemas de agricultura convencionales existentes. Conjuntamente, el sector privado/productivo tiene un papel crítico como actor principal para llevar adelante las transformaciones productivas requeridas para la construcción, organización (y financiación) de la bioeconomía. Más allá del cambio de enfoque del entorno político, hay otros temas que merecen atención especial; estos incluyen la base de la ciencia e innovación, el desarrollo de los recursos humanos y las condiciones especiales de los mercados nuevos.

- **Ciencia e innovación** - Es evidente que los nuevos conocimientos son fundamentales para la construcción de una bioeconomía sólida y sostenible. Sin embargo, solo estos no son suficientes; también es necesario transformar dichos conocimientos en innovaciones prácticas a través de procesos liderados por actores innovadores en las cadenas de valor. Varias fuentes en la literatura (Trigo *et al.*, 2013) dan evidencia de los éxitos relativos del uso de las aplicaciones biotecnológicas en la región. Vale destacar que la influencia mayor de estas experiencias estuvo en manos de empresas multinacionales. La contribución de la región fue relativamente escasa, dadas las inversiones domésticas en ciencia y tecnología (y menos todavía relacionadas a la agricultura) las cuales son muy bajas. La debilidad relativa de las inversiones agrícolas convencionales es más limitante aun que las inversiones bajas en biotecnología, para una estrategia de bioeconomía, (Trigo et al. 2013)
- **Recursos humanos y participación social** - Una transición exitosa hacia un modelo de bioeconomía requiere una inversión considerable destinada a la capacitación de los recursos humanos y a la introducción de mecanismos mejorados, tendientes a una mayor participación social. De igual modo que con el tema de la sostenibilidad, el modelo de la bioeconomía *per se* no garantiza la inclusión social; deben implementarse políticas e instrumentos específicos para incluir este tema.
- **Desarrollo de mercados nuevos** - Aunque las cadenas de valor están siendo desarrolladas, aún no están plenamente reflejadas en las actuales señales de mercado. Hace falta nuevas políticas y regulaciones que reflejen las nuevas condiciones e incentiven nuevos comportamientos en los mercados y actores. Los temas clave en este sentido son: un marco regulatorio y el desarrollo de estándares de mercado para los (nuevos) bioproductos.

V. Conclusiones: implicaciones para el abordaje del tema en el ámbito académico de las ciencias sociales

La bioeconomía en América Latina y el Caribe es un proceso en marcha que, en parte, refleja la tendencia de lo que está ocurriendo en otras partes del mundo, pero, por sobre todo, tiene ventajas comparativas y potencialidades que dejan entrever un fuerte crecimiento de la misma en la región durante los próximos años. Independientemente de esto, lo cierto es que aún cuando la bioeconomía es un concepto antiguo -al principio casi lo único que existía era la bioeconomía-, migrar hacia la “nueva” bioeconomía requerirá de un significativo esfuerzo de transformaciones en lo concerniente a las políticas e instituciones para su promoción. La investigación socioeconómica es un insumo fundamental para orientar ese tipo de cambios y transformaciones. En este sentido, se pueden identificar tres áreas principales

en las que las ciencias sociales podrían contribuir al conocimiento general de la bioeconomía y sus impactos en la región.

La primera de ellas se refiere a generar información que permita, a todos los actores, un mayor entendimiento de lo que es la bioeconomía en términos de experiencias existentes, oportunidades e impactos; así como también explicitar las necesidades que tiene (de conocimientos, inversiones, regulaciones, etc.). Una segunda área de trabajo, sería la referida a generar la información requerida para el desarrollo de programas y proyectos específicos basados en los distintos componentes de la bioeconomía. Aquí los temas a tratar se refieren mayoritariamente a la evaluación de los recursos (la biomasa, su disponibilidad, su ubicación y sus ciclos cronológicos de renovación) y tecnologías que pueden ser aplicadas a la bioeconomía. Finalmente, la investigación socioeconómica debe realizar un aporte a los cambios institucionales y a las políticas que se necesitan para promover un desarrollo equitativo y sostenible de una bioeconomía latina. Estudios de “foresight” (tecnológico, de mercados y de desarrollo social) son los principales determinantes de la competitividad y las inversiones en los distintos sectores, cuestiones distributivas, aspectos referidos al comercio internacional de los nuevos bioproductos, etc., son algunos de los temas a incluir en esta categoría.

Bibliografía

- Albrecht K. y Ettlting S., (2014). Bioeconomy strategies across the globe. Rural 21, Vol. 48 Nr. 3/2014.
- Brookes, G. y Barefoot, P. (2010). *Global impacts of biotech Crpos: Environmental effects, 1996 - 2008*. AgBioForum, vol. 13, N° 1, art. 6.
- CONPES (2009). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia*. CONPES, Bogotá, Abril 2009.
- FAO, (2011). Global Food losses and Food waste. Extent, causes and prevation. Study conducted for the International Congress. Safe Food! At Interpack Dusseldorf, Germany.
- IICA (2010) América Latina y el Caribe. Mapeo político-institucional y análisis de la competencia entre producción de alimentos y bioenergía, San José, C. R.: IICA, 2010.
- IICA, (2013). Experiencias exitosas en bioeconomía, Montevideo: IICA. Disponible en:
http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/uruguay/Documentos%20de%20la%20Oficina/experiencias_exitosas_bioeconomia_iica_2013.pdf (Consultado: 1/10/2014).
- IIASA, (2013). Global energy assesment.
<http://www.globalenergyassessment.org/> (consultado: 13/11/2014).

- James, C. (2012) "Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2012" (resumen ejecutivo) *International Service For The Acquisition Of Agri-Biotech Applications*, www.isaaa.org
- Kircher, M. (2012). "The transition to a bio-economy: national perspectives". *Biofuel.Bioprod.Bior.* 2012, 6, 240-245.
- Krausmann, F. (2011). "The global metabolic transition: a historical overview". En: Krausmann, F., *The socio-metabolic transition. Long term historical trends and patterns in global material and energy use sociedades industrializadas*, Vienna: Social Ecology Working Paper 131.
- Staffas, L., Gustavsson, M. y McCormick, K. (2013). "Strategies and Policies for the Bioeconomy and Bio-Based Economy: An Analysis of Official National Approaches. Sustainability" 5, 2751-2769.
- Trigo, E. y Henry, G. (2011). "Una bioeconomía para América Latina y el Caribe: oportunidades y retos desde una perspectiva de políticas". *BioeconomyPolicyBrief. FP7. ALCUE-KBBE projectprojectdocuments*. Disponible en: http://www.bioeconomyalcue.org/bioeconomy/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=156&view=finish&cid=84&catid=11&lang=en (Consultado: 1/10/2014).
- Trigo, E.; Henry, G.; Sanders, J.; Schurr U.; Ingelbrecht, I.; Revel, C.; Santana, C. y Rocha, P. (2013). "Towards bioeconomy development in Latin America and the Caribbean, Bioeconomy" Working Paper No.2013-01.ALCUE KBBE FP7 Project, 15 p. Disponible en: <http://www.bioeconomyalcue.org/bioeconomy/> (Consultado: 1/10/2014).