

(Bio) Economía circular para el desarrollo productivo local: discusión teórica y análisis conceptual

Celina Noé Amato

celina.amato@unc.edu.ar

CONICET, Instituto de Administración, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba.

(Bio) Economía circular para el desarrollo productivo local: discusión teórica y análisis conceptual

Resumen

Los conceptos de economía circular y bioeconomía han ganado terreno en los análisis académicos del último tiempo, fruto de sus aportes para solucionar –o al menos intentar- los problemas mundiales más acuciantes, tales como la crisis medioambiental y aquellos de índole social.

En este artículo se presenta a estos constructos y sus interrelaciones, junto con la aparición de nuevos términos -como el de bioeconomía circular- que se ponen en contexto para analizar las posibilidades que ofrecen para el desarrollo productivo local, en América Latina y El Caribe y especialmente en Argentina. Además, se destacan algunos temas de análisis futuros, de importancia para continuar con el debate de este nuevo paradigma productivo.

El análisis permite inferir que un nuevo paradigma productivo basado en la bioeconomía circular es factible y está desarrollándose en la región y en el país, prometiéndole impactos positivos no sólo económicos, sino también sociales y ambientales. Aunque aún restan temas por resolver tales como el acceso dispar a las tecnologías, la necesidad de alianzas público-privadas y de políticas e instrumentos a la bioeconomía, un mayor y mejor agregado de valor a la biomasa disponible y un ecosistema posible para los bioemprendimientos.

Palabras clave: Argentina; agroindustria; bioeconomía circular; biomasa; industria agropecuaria; desarrollo sustentable

Introducción

La preocupación de cumplir con los requisitos de crecimiento económico y demográfico con recursos limitados, proveer de energía al mundo y al mismo tiempo mitigar la contaminación medioambiental parece incompatible con el sistema de producción lineal de extracción, fabricación, consumo y eliminación vigente (Lieder & Rashid, 2016; Meadows, Randers & Meadows, 2005). En oposición a esta linealidad, la literatura sostiene que para el logro de una mayor circularidad en la economía se hace necesario interconectar los flujos de *output* e *input* de las diversas cadenas de valor que la conforman (Hofstetter et al., 2021), poniendo énfasis en el aprovechamiento de los residuos a través de las 3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar (Lieder & Rashid, 2016).

La actividad agropecuaria y agroindustrial surge como uno de los sectores interesantes de analizar en relación a estas preocupaciones y no sólo por su participación preponderante en el PBI de países como Argentina u otros de América Latina y el Caribe (ALC). En un estudio de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se destaca que casi un tercio de los alimentos del mundo se desperdician constituyéndose en residuos, problema que ha impulsado el desarrollo de estudios y tecnologías capaces de emplearlos y que sean aprovechados en otros usos, particularmente los desperdicios agropecuarios (Menéndez y Hilbert, 2013). En otras palabras, existe una gran cantidad de biomasa¹ que está siendo desperdiciada y que podría reutilizarse como recursos en otras cadenas de valor, siendo en particular Argentina uno de los principales productores de biomasa del mundo (FAO, 2009).

La gestión de residuos agroindustriales es de suma importancia ya que, además de ser cuantiosos, pueden ser utilizados para generar bioenergía y biomateriales, y la agricultura es una de las actividades más factibles para desarrollar procesos de economía circular (Neves et al., 2020), naciendo así una concepción más específica de este proceso denominada bioeconomía. Como se indica en un informe del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación Argentina:

El desarrollo de la agroindustria basada en la mejora del uso de biomasa, al mismo tiempo que reduce la contaminación ambiental, puede colaborar con la solución de diversos problemas, promoviendo el desarrollo económico y social de distintas regiones que lo componen, y de sustentar un proceso más equilibrado de poblamiento territorial (Trigo et al., 2011:2).

Además, según la estimación al año 2050 de Colwill et al. (2012), los cultivos de agricultura no serán suficientes para abastecer la demanda de alimentos y bioplásticos

¹ La biomasa es un término que incluye cualquier materia orgánica que derive de seres vivos, incluyendo residuos de procesos agrícolas y forestales y desechos orgánicos humanos y animales. Estos residuos pueden ser reutilizados como biomateriales, en la que la biomasa utilizada son los microorganismos, o para bioenergía, en la cual se refiere a biomasa como la capacidad energética factible de ser utilizada en procesos industriales (Saidur et al., 2011).

o biocombustibles, por lo que resulta inminente el desarrollo de materia prima de otro origen, como podrían ser los residuos.

En un mundo organizado en torno a cadenas globales de valor, estos problemas mencionados anteriormente pueden traducirse en la necesidad de procurar la sustentabilidad económica, social y ambiental (Amato, 2021; Bansal & Song, 2017) en las cadenas de valor locales, regionales y globales, introduciendo cambios en el desarrollo productivo de los territorios.

En este contexto, conceptos como economía circular y bioeconomía, se presentan como posibles herramientas para la generación de propuestas alternativas que contemplen estas problemáticas, asumiendo los desafíos que trae aparejado el desarrollo productivo no lineal. El objetivo de este artículo es, entonces, analizar estos constructos teóricos detrás del problema planteado, desde la concepción de los mismos hasta sus interrelaciones, en miras de clarificar la idea que tenemos de ellos y lograr identificar las posibilidades regionales y nacionales para su desarrollo.

Para ello, el trabajo se estructura de la siguiente manera: a continuación, se analizan los constructos de economía circular y bioeconomía, y se integran ambos en un nuevo concepto que surge de la literatura: la bioeconomía circular; luego se comenta brevemente sobre la situación de ALC y de Argentina ante este nuevo paradigma productivo; y se finaliza con los comentarios acerca de algunos elementos necesarios de ser analizados para una profundización de este tema en cuanto a desarrollo productivo.

Economía circular

A partir de la creciente importancia de la problemática ambiental a nivel mundial, las diversas disciplinas científicas han generado propuestas y desarrollado teorías para brindar posibles soluciones, y las ciencias económicas no se quedaron fuera.

En el caso de la Administración, se dio lugar a un nuevo paradigma de inclusión del debate “verde” dentro de la disciplina (Linnenluecke & Griffiths, 2013). El aumento del interés por las cuestiones ambientales puede ser atribuido al crecimiento de los grandes problemas globales y a la percepción social de que las organizaciones, y especialmente las empresas, debían proveer soluciones a ellos (Meuer, Koelbel & Hoffmann, 2020). Esta situación se pone de manifiesto cuando adquiere popularidad a nivel mundial el término desarrollo sostenible (DS), que se define por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), como aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987). Si bien este concepto tuvo mayor asidero a nivel de países, también permeó otras estructuras, como los niveles industriales y organizacionales, comenzando a asumirse que el desarrollo económico era sustentable si respetaba al medio ambiente y la equidad social (Amato, 2019). La representación más actual del concepto está en los 17

Objetivos de Desarrollo Sostenible, acordados por la mayor parte de los países del mundo en París en el año 2015 (ONU, 2016).

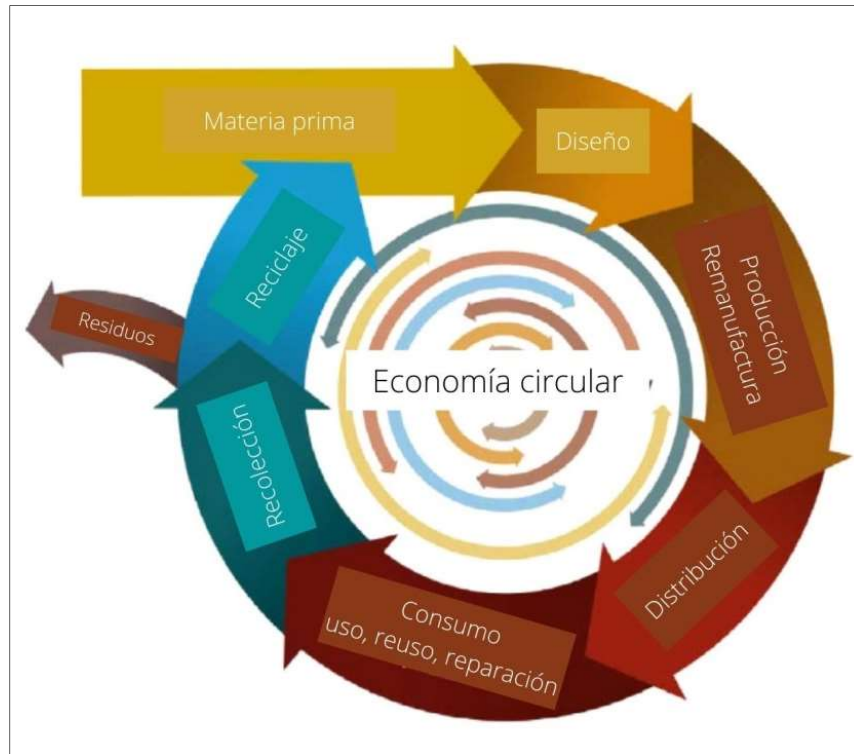
En el ámbito organizacional, este enfoque tridimensional -económico, social y ambiental- del DS se popularizó a partir del trabajo de Elkington (1994), quien elaboró el concepto de la *triple bottom line* o triple cuenta de resultados. Así comenzaron a utilizarse expresiones como desarrollo sustentable corporativo, sustentabilidad organizacional o sostenibilidad corporativa (Amato et al., 2016). En la actualidad se han afianzado términos como sustentabilidad corporativa, que refiere al equilibrio o las tensiones entre los sistemas económicos, sociales y ambientales; o responsabilidad social empresaria como la asunción de las responsabilidades de una organización por las externalidades económicas, sociales y ambientales que produce a sus diferentes grupos de interés (Amato, 2021; Bansal & Song, 2017).

Desde la Economía, se desarrollaron perspectivas teóricas como la economía ambiental, que incorporó al medioambiente en sus análisis habituales, considerando a esa variable como una más de las que influyen en los hechos económicos. La economía ambiental pretendió establecer las bases teóricas que permitían optimizar el uso del ambiente y de los recursos naturales (Romero, 1997) y se preocupó en cómo afectaba el crecimiento económico a las funciones del medioambiente, por tanto, fue más holística que la economía tradicional (Pearce & Turner, 1989). Sin embargo, se realizaron diversas críticas a este concepto: su concepción de sistema cerrado, en el que no se intercambia materia, energía e información con el entorno, y que sólo es la aplicación de conceptos e instrumentos de la economía ortodoxa a los recursos naturales y valores ambientales, recibiendo éstos una valoración monetaria, con el fin de internalizar las externalidades (Estevan, 1995).

En oposición a la economía ambiental surge la economía ecológica, propuesta por una corriente alternativa, no ortodoxa. Uno de sus pilares es el concepto de circularidad de los materiales, surgiendo así el término de economía circular (EC), contraria a la economía lineal o tradicional. El concepto se refiere a un flujo de materiales en bucle cerrado en todo el sistema económico en asociación con los llamados principios de las 3R que, si bien minimiza los materiales, no restringe el crecimiento económico (Lieder & Rashid, 2016). En la actualidad, las 3R han avanzado pudiendo encontrarse estrategias de circularidad de 9R o más (Kirchherr, Reike & Hekkert, 2017).

La EC propone un modelo de funcionamiento del sistema económico en el que se maximiza la utilización de los recursos tratando de minimizar la generación de residuos, y procediendo a la reutilización o reciclaje de dichos residuos, a fin de aproximarse al horizonte de "cero residuos" (Kirchherr et al., 2017). También, contribuye directamente con los elementos de la triple cuenta de resultados y está enraizada en aspectos medioambientales, políticos, así como económicos y empresariales, promoviendo un nuevo modelo de negocio y oportunidades de empleo, así como un impacto sobre la equidad en términos de uso y acceso a los recursos (Birat, 2015). Gráficamente, la EC se presenta en la figura 1.

Figura 1: Diagrama de la economía circular



Fuente: Traducción propia de Comisión Europea (2014)

Bioeconomía

La bioeconomía (BE) se definió en la Cumbre Mundial de Bioeconomía como

la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados con ellos, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible (International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit, 2018).

Esta definición incluye dos grandes pilares: la eficiencia de los recursos o la sustitución de las materias primas derivadas de los combustibles fósiles, y las innovaciones biotecnológicas. La BE pretende desvincular el crecimiento económico de las industrias de los combustibles fósiles y, en cambio, acoplarlo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

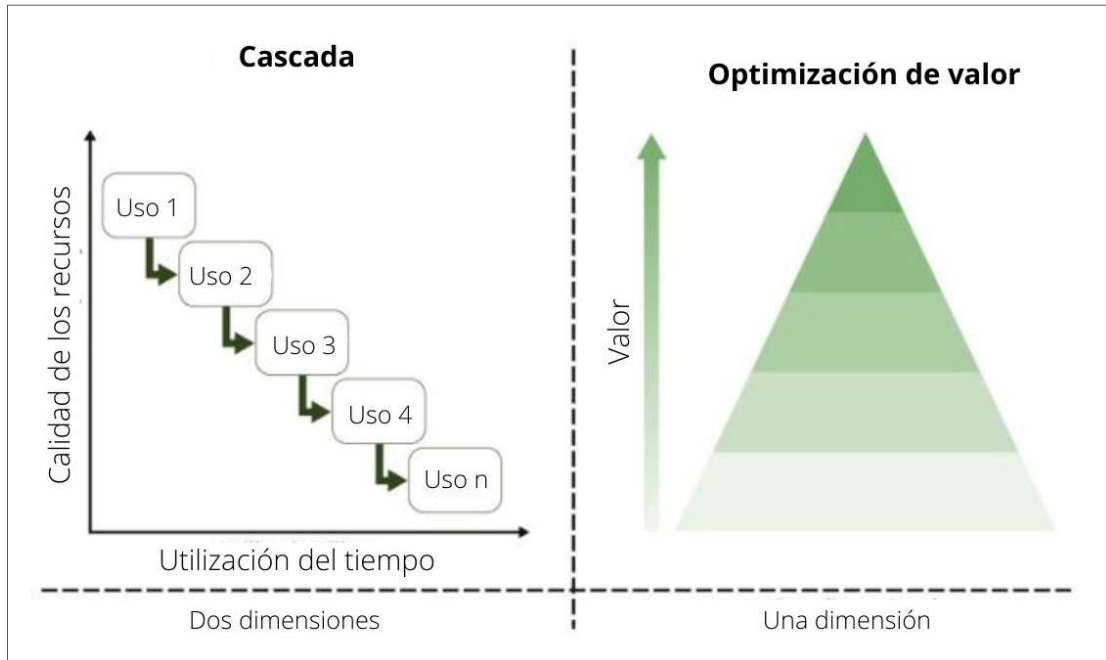
Según Bugge, Hansen y Klitkou (2016), la literatura generada alrededor del concepto moderno de BE reconoce tres enfoques: el biotecnológico, el de biorrecursos y el ecológico. El primero de ellos, toma como punto de partida la aplicabilidad de la ciencia y se construye sobre la importancia de la investigación biotecnológica y la aplicación y comercialización de sus tecnologías derivadas dentro de los diferentes sectores. El enfoque de biorrecursos tiene como objetivo de análisis a los recursos

biológicos, sus cadenas de valor y el rol de la investigación y el desarrollo para potencializar y maximizar su uso. Y el enfoque ecológico pone énfasis en la importancia de los procesos ecológicos que optimizan el uso de energía, nutrientes, la degradación del suelo o la promoción de la biodiversidad, y en la capacidad de generar procesos y sistemas integrados, circulares y regionales.

Desde estos enfoques trasciende que la BE incluye una vasta cantidad de actividades productivas, tanto bienes como servicios, que pueden agruparse en (Bisang y Trigo, 2018):

- Producciones agropecuarias (agricultura, ganadería, otras).
- Industrialización del agro en origen (extrusoras de grano, alimentos).
- Industrias biológicas alimenticias (lácteos, bebidas, panificación, probióticos, nutraceúticos) y no alimenticias (pulpa y papel, bioplásticos, textiles, farmacéuticos).
- Insumos (genética, enzimas, bacterias, hongos, etc.) y servicios (saneamiento ambiental, fertilización asistida, terapias génicas, otros) biológicos.
- Bioenergía por tratamiento de efluentes (cámaras anaeróbicas) y por reutilización de residuos (gases a base de basura, otros).
- Biocombustibles de primera (etanol, oleaginosas) y segunda generación (ligninas, algas).

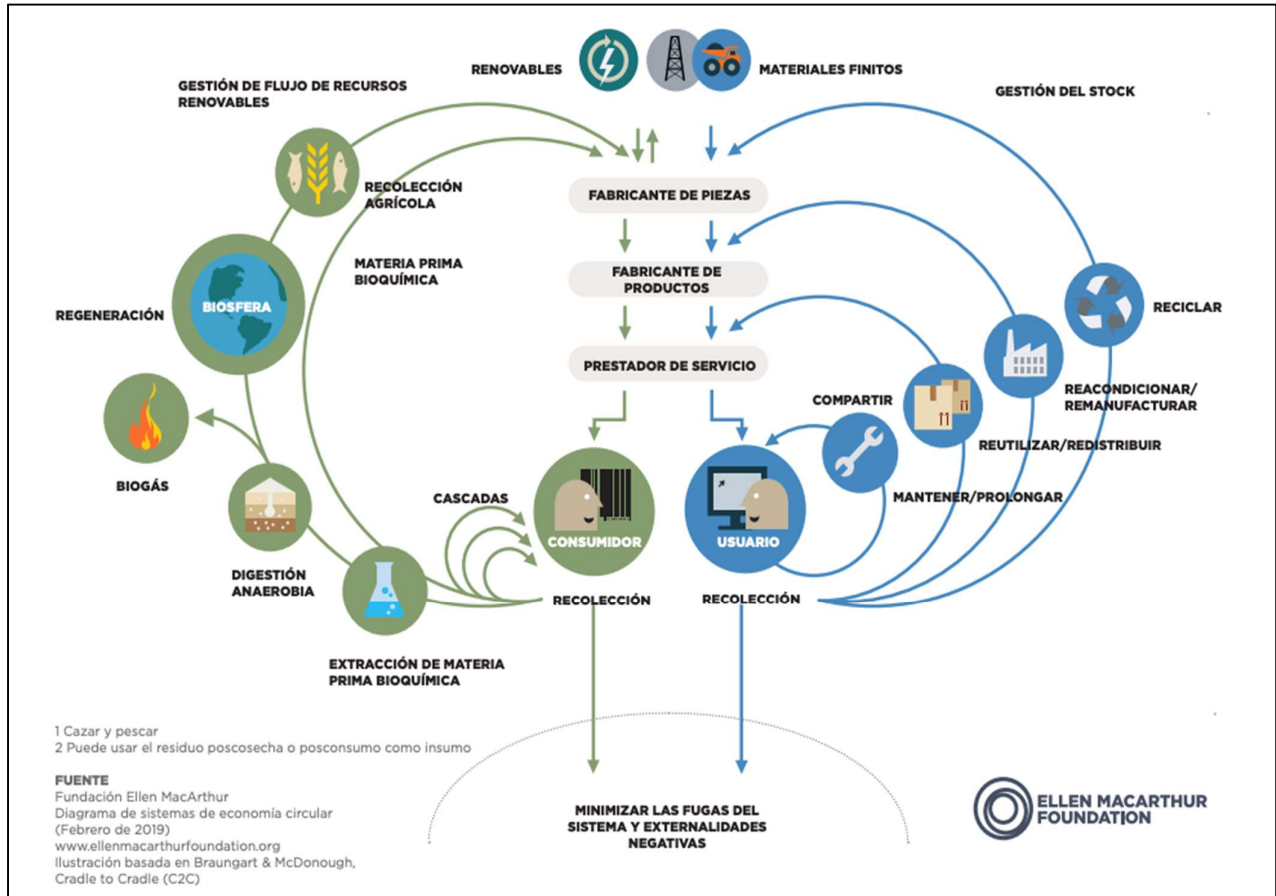
Tanto en los enfoques de la BE como en las actividades listadas, siempre está presente el principio del uso en cascada, que hace alusión a que la biomasa se debe usar primero como material y la energía que contenga será recuperada al final de la vida del producto, respetando además la jerarquía de los residuos que implica la reutilización y el reciclaje previos a la eliminación (Carus, 2017). Este principio puede interpretarse de dos maneras: como la utilización de los recursos a través del tiempo, siempre y cuando conserven la calidad adecuada para ser reutilizados; o como la optimización del valor agregado que se puede obtener de ellos mientras ascendemos en la pirámide de valor (figura 2).

Figura 2: Interpretaciones del uso en cascada

Fuente: Traducción propia de Stegmann, Londo y Junginger (2020:6)

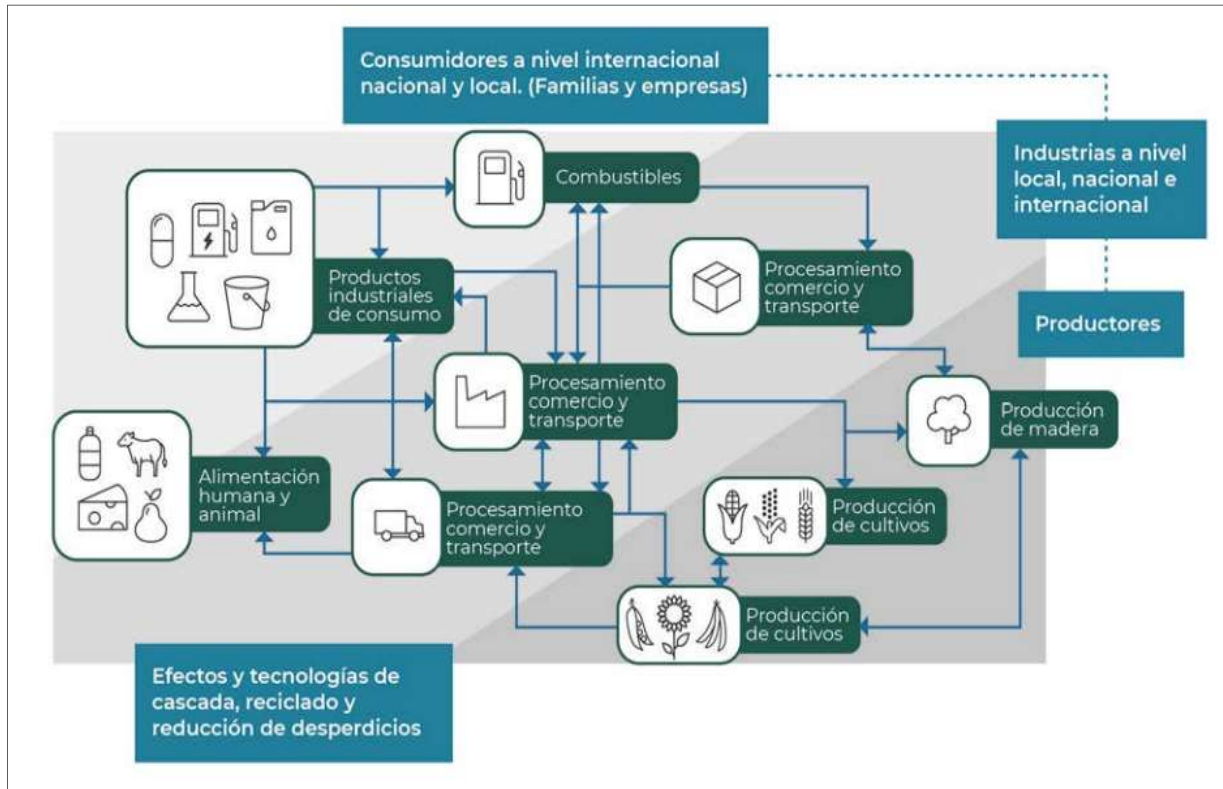
Una de las representaciones gráficas de EC más utilizadas es la mariposa de la Fundación Ellen MacArthur (figura 3), que también es referida en fuentes académicas por su acepción en distintos ámbitos en el último tiempo. En ella se puede observar la integración del concepto de BE al de EC, dados los flujos de materiales allí representados: materiales biológicos (en color verde) y materiales técnicos (en color azul). También vemos aquí la relación con el enfoque ecológico de la BE de Bugge, Hansen y Klitkou (2016).

Figura 3: Diagrama del sistema de economía circular



Fuente: Fundación Ellen MacArthur (en línea)

Podemos pensar en la BE como la industrialización de los residuos biomásicos, constituyéndose en un modelo de desarrollo productivo en el cual se revalorizan los residuos y/o subproductos de distintas industrias o sectores bioeconómicos a través de su reinserción en los circuitos productivos (como materia prima o energía). Gráficamente este proceso se muestra en la figura 4.

Figura 4: La organización industrial en la bioeconomía

Fuente: Bisang y Trigo (2018:11)

Bioeconomía circular

Es objetivo de este artículo establecer las relaciones entre EC y BE, en miras de profundizar su aplicabilidad en los territorios productivos para el logro de mejoras, no sólo económicas sino también sociales y ambientales. Como se hizo alusión anteriormente, en casos como la representación de la figura 3 ya se encuentran interrelaciones manifiestas entre ambos constructos.

De la lectura bibliográfica surge, además, que ambos conceptos tienen el objetivo común de aportar a un mundo más sostenible, desde la perspectiva de la triple cuenta de resultados: económico, social y ambiental. Pero también se ha avanzado en los últimos años en la definición de las interrelaciones entre ambos, logrando forjarse un nuevo concepto: la bioeconomía circular (BEC).

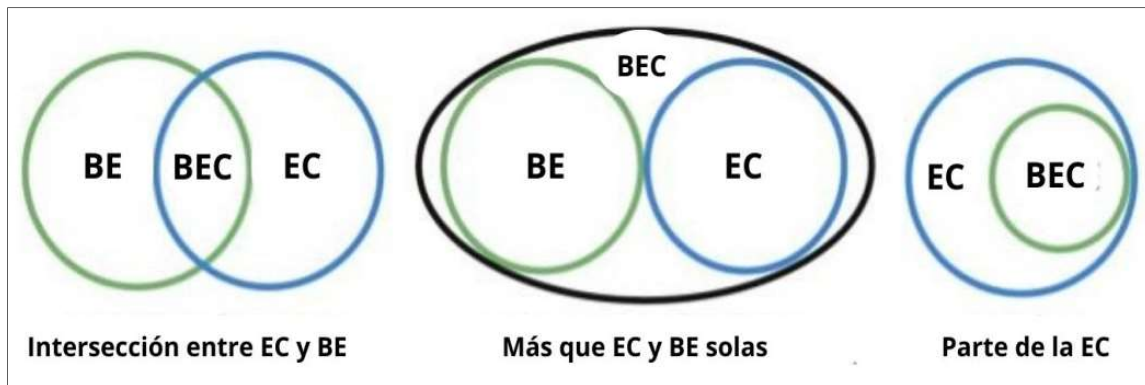
Tal como lo analizan Stegmann et al. (2020), la BEC concentra la relación entre ambos constructos, alertando que existen tres perspectivas para abordar esta relación:

- Aquella que concibe a la BEC como la intersección entre BE y EC. Cuatro trabajos de los incluidos en la revisión de Stegmann et al. (2020) la definen de esta manera.

- Otra que refiere a que BEC es más que EC y BE por sí solas. Hetemäki et al. (2017) y Dalia D'Amato et al. (2018) defienden una visión más amplia y consideran que la BEC es “más que la bioeconomía o la economía circular por sí solas” (Stegmann et al., 2020:5).
- La que entiende que BEC es parte de la EC. Esta perspectiva tiene su origen en la concepción de la Fundación Ellen MacArthur sobre EC, como se mostró en la figura 3, que implica que la BE es parte integral de la EC. “Del mismo modo, Temmes y Peck (2019) ven la BEC como una EC en la que `los insumos no renovables [...] de los sistemas industriales se sustituyen por recursos biológicos renovables´” (Stegmann et al., 2020:4).

Estas perspectivas se resumen gráficamente en la figura 5.

Figura 5: Perspectivas de la bioeconomía circular (BEC) en relación a la economía circular (EC) y la bioeconomía (BE)

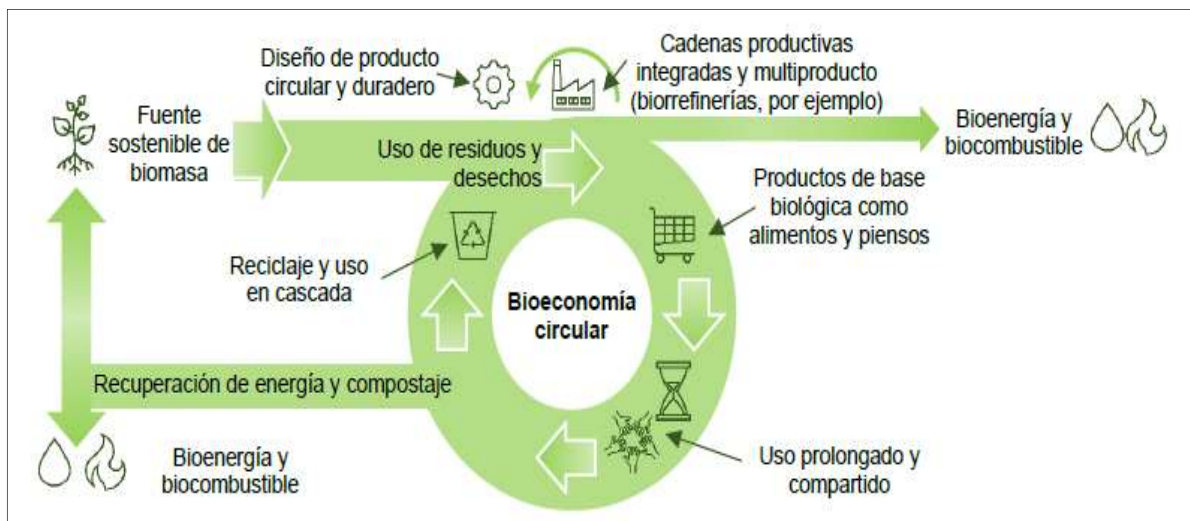


Fuente: Traducción propia de Stegmann et al. (2020:4)

Considerando lo planteado, los autores definen finalmente a la BEC como:

La valorización sostenible y eficiente de los recursos de la biomasa en cadenas de producción integradas y con múltiples *outputs* (por ejemplo, biorrefinerías), al tiempo que se aprovechan los residuos y desechos y se optimiza el valor de la biomasa a lo largo del tiempo a través del uso en cascada (Stegmann et al., 2020:5).

Esta definición resalta la perspectiva de la triple cuenta de resultados a lo largo de las cadenas de valor de la BEC y la propiedad del uso en cascada para lograr un mayor nivel de agregado de valor en toda la cadena, principalmente a través del uso de los residuos en cascada. Gráficamente este concepto se resume en la figura 6.

Figura 6: Concepto de bioeconomía circular

Fuente: Macías Aragonés (2022) con base en Stegmann et al. (2020:6)

Elementos fundamentales para la bioeconomía circular en América Latina y El Caribe, y en Argentina

ALC posee una gran riqueza biológica y disponibilidad de recursos naturales que se traducen en la existencia de una gran producción de recursos biomásicos. El territorio de ALC representa el 13% de la masa terrestre del planeta y alberga el 9% de la población mundial; además, posee el 50% de la biodiversidad conocida, el 21% de las ecorregiones terrestres, el 22% del agua fresca, el 16% de los recursos de agua marinos, el 23% de los bosques y el 57 % de los bosques primarios, recibe el 29% de las precipitaciones y tiene el 31 % de los 35 millones de kilómetros cúbicos de recursos de agua dulce del planeta (Chavarría, Trigo y Rodríguez, 2019). Esta extraordinaria riqueza y su gran capacidad de producción de biomasa, ofrecen un enorme potencial para la producción y transformación de productos y representa una coyuntura estratégica para promover la diversificación productiva agrícola y agroindustrial en el marco de la bioeconomía circular (Rodríguez, Rodrigues y Sotomayor, 2019).

Pero se presentan grandes brechas al interior de los países de la región. Existe un alto porcentaje de la biomasa residual generada por los cultivos y la ganadería que no es aprovechado en los procesos de transformación y comercialización, y en muchos casos tiene altos impactos negativos en el ambiente, por ejemplo: la biomasa residual puede llegar a representar hasta el 60% de la caña, el café, el suero o los cítricos (Chavarría, Trigo y Rodríguez, 2019). Es necesario, por tanto, reducir las pérdidas y desperdicios a lo largo de las cadenas de valor agrícolas y agroindustriales, además de afrontar otras brechas como la agricultura familiar vulnerada y el bajo valor agregado de las exportaciones de este sector.

Buena parte del formato productivo actual de ALC deviene de la respuesta que dieron los países a la denominada segunda revolución industrial, centrada en

innovaciones en materia de uso intensivo de energía fósil, motores a explosión, materiales derivados de la petroquímica, y formas de organización que estaban alejadas de las dotaciones de recursos naturales, humanos y tecnológicos propios de la región (Bisang, 2022).

En Argentina, por su parte, la BEC reabre las alternativas para revisar y construir una nueva estrategia de desarrollo, para crecer a partir de nuevos emprendimientos y actividades en las que se cuenta con ventajas competitivas y que brinden, además, posibilidades de cooperación con otros países de ALC. Además, una estrategia de este tipo contribuye a otros objetivos importantes, particularmente los vinculados a replantear los equilibrios sectoriales y territoriales que el país ha promovido durante muchas décadas (Bisang y Regúnaga, 2022). El desarrollo bioeconómico es necesariamente local en cuanto a lo territorial, dado que los flujos de residuos biomásicos entre cadenas de valor no pueden viajar largas distancias porque se tornaría una actividad inviable (por razones económicas principalmente, pero también ambientales).

El nuevo escenario brinda la oportunidad del desarrollo económico local, centrado en la valorización eficiente de los recursos renovables, que encuentran a Argentina bien posicionada por tres razones fundamentales (Bisang, 2022):

- favorables dotaciones de recursos naturales (biomasa),
- aprendizajes científicos y tecnológicos previos (fortalezas en el sector científico y madurez en el desarrollo de la biotecnología), y
- antecedentes productivos y facilidades industriales y de activos complementarios en varios entramados productivos y de servicios (alimentos, salud, bioenergías), que suponen un buen punto de partida para la construcción de una economía más competitiva y sostenible, y con mayor potencial para su inserción internacional y regional.

Cabe destacar que Argentina fue un adoptante temprano de algunos de los desarrollos científicos, tecnológicos e institucionales que sirven de base para una estrategia de BEC. Así, por ejemplo, desde inicios de los años 90, fue pionera en las políticas regulatorias y de apoyo científico, tecnológico y productivo a la biotecnología, así como en las políticas promocionales para el desarrollo de la industria aceitera y de los biocombustibles (Trigo et al., 2015).

Si bien no se ha definido hasta el presente una estrategia o política nacional para el desarrollo de la BEC, durante las últimas décadas se han logrado avances o hitos importantes en el área de la agroindustria. Argentina fue de los primeros países de ALC que trabajó formalmente en la construcción de una hoja de ruta institucional para el desarrollo de la BE; esto se vio reflejado en la firma de convenios interministeriales y la instalación del Consejo Nacional de Bioeconomía que lidera el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Rodríguez, 2018) y en la creación del Programa Nacional de Bioeconomía como mecanismo específico para coordinar las actividades del Ministerio de Agricultura en el tema (CEPAL, FAO e IICA, 2019). Sin embargo, países como Uruguay

y Brasil han podido avanzar en el último tiempo mucho más que Argentina en materia de institucionalización y promoción de la BE (Bisang y Regúnaga, 2022).

Algunos trabajos científicos han avanzado en cuantificación y usos de la biomasa en Argentina, como el de Menéndez y Hilbert (2013), donde plantean la factibilidad del uso de residuos de cosecha de maíz y/o sorgo como potenciales fuentes de materia prima para la generación de biocombustibles. Otro caso es el de Mathier et al. (2018), en donde describen la situación del país respecto a la bioenergía, tanto en términos de desarrollo e implementación de tecnologías, como en la importancia de ésta para el desarrollo agroindustrial. Recientemente, se publicó un estudio interinstitucional cuyo principal objetivo fue evaluar los potenciales de bioeconomía en Argentina, analizando el estado de la biomasa disponible en el norte del país e identificando tendencias dentro de una estrategia de bioindustrialización, como un instrumento central para el desarrollo regional (Bocchetto et al., 2020). También, los residuos foresto y agroindustriales tienen gran importancia desde un punto de vista químico y se ha redirigido el interés científico en aprovecharlos para la producción de nuevos biomateriales y bioproductos (Area y Vallejos, 2016). Por ejemplo, distintas investigaciones han demostrado su utilidad y capacidad para reemplazar a los plásticos inorgánicos derivados del petróleo y son cada vez más los estudios enfocados en mejorar las características del material (Din et al., 2020; Song et al., 2009).

Se resalta que la valorización de los residuos de estas industrias puede traer beneficios no sólo económicos sino también sociales y ambientales, como la creación de nuevos puestos de trabajo y la reducción de emisión de gases contaminantes (Clauser et al., 2021).

En suma, existe un avance en la instalación del concepto de BE asociado a la obtención de bioenergía en la agroindustria, sobre todo producción de biocombustibles, y se pueden detectar no sólo casos exitosos sino también debilidades generales del sistema (Area y Vallejos, 2016; Manrique et al., 2020).

Por último, se pueden mencionar empresas nacionales que actualmente se inscriben en este nuevo paradigma bioeconómico de producción, tales como las analizadas por Lachman et al. (2020): El Talar Agroindustrial S.A. y Las Carmelias S.A. (Entre Ríos); ACABIO, Bio4, Bioeléctrica Río Cuarto y Prodeman S.A. (Córdoba); Los Balcanes S.A. Cía. Azucarera (Tucumán); Bioceres y Yeruvá S.A. (Santa Fe); Biofábrica Misiones (Misiones); Mercado Central de Buenos Aires e Y-TEC: proyecto bioenergético (Buenos Aires); Seed Energy (Santa Fe y Buenos Aires), sólo por mencionar algunas.

Algunos aspectos de abordaje necesarios para continuar con el debate

Especificadas las relaciones entre los conceptos de EC y BE y la aparición de la BEC como nuevo constructo integrador, y analizadas las posibilidades que ofrecen para ALC y Argentina, es necesario destacar algunos aspectos no abordados anteriormente que constituyen materia de profundización futura, principalmente pensando en el desarrollo productivo de los diferentes territorios. Como concluyen Stegmann et al.

(2020), aunque la BEC tiene el potencial de ayudar a un desarrollo más sostenible, es necesario abordar los *trade-off* de este tipo de desarrollo, principalmente en materia social y ambiental. Algunos de los inconvenientes que surgieron en el análisis del artículo, que se abordan a continuación, son: la tecnología, las alianzas institucionales y la necesidad de políticas e instrumentos, el agregado de valor y el rol de los emprendimientos.

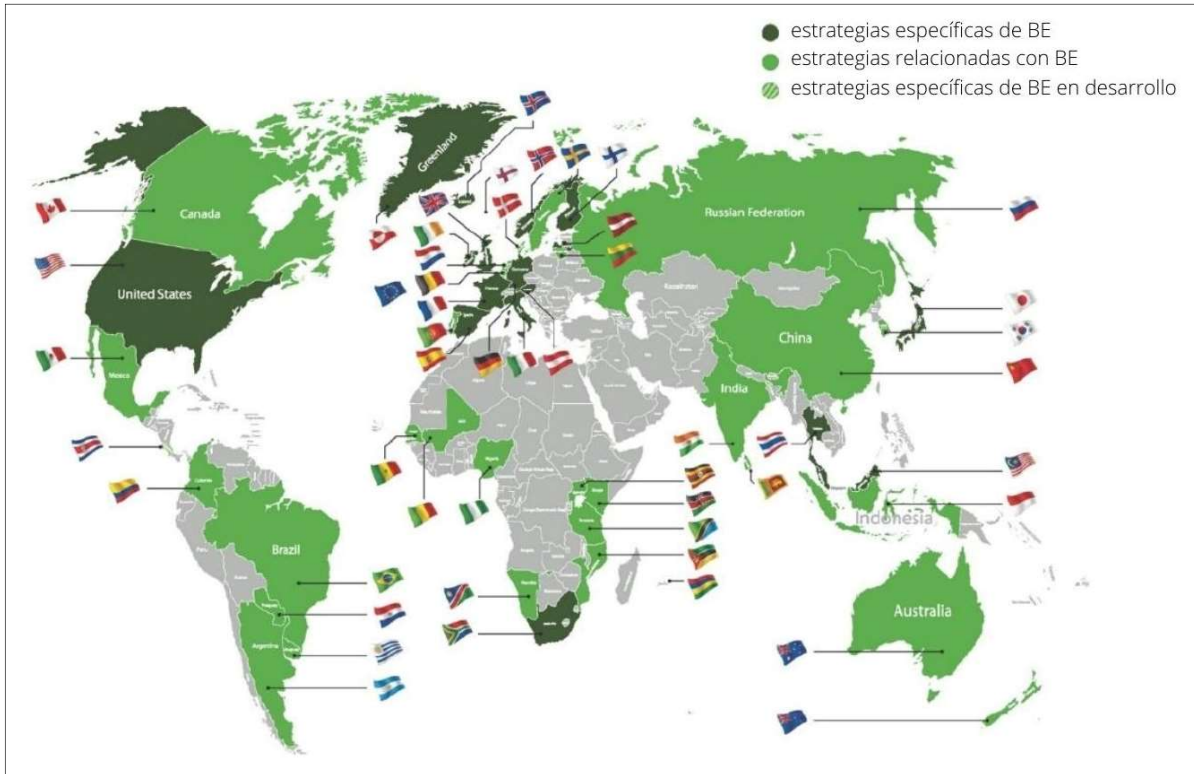
En el contexto bioeconómico, el conocimiento, la tecnología y la habilidad para aplicarlos en la gestión de los sistemas constituyen uno de los principales factores de producción. La denominada agricultura 4.0 está especialmente signada por el desarrollo y aplicación de tecnologías digitales (por ejemplo: sensores, plataformas digitales, internet de las cosas, *big data*, inteligencia artificial, robots y maquinaria automática, manipulación genética y biológica). Si bien son sumamente útiles para la resolución de problemas para el avance de la BE, se plantean interrogantes en cuanto a la posibilidad de acceso igualitario a dichas tecnologías y la brecha que ello puede generar al interior de los territorios, en un país tan diverso e inequitativo como Argentina. Incluso se ponen de manifiesto debates sociales de larga data en relación a algunos de estos desarrollos tecnológicos (por ejemplo, la modificación genética de semillas o las consecuencias sociales y laborales de la expansión de la frontera agrícola).

Otro aspecto importante son las alianzas institucionales y particularmente la creación de agendas de trabajo público-privadas, fundamentales para un verdadero desarrollo productivo basado en la BEC. A nivel internacional, ha quedado de manifiesto que el trabajo conjunto de ambos sectores resulta en el éxito de muchas estrategias de BEC ya implementadas y en desarrollo, e incluso en la existencia e importancia de los *cluster* de BE. A nivel nacional, es necesario el trabajo conjunto mediante un diálogo previo a la creación de normas y otros dispositivos legales, para acordar y definir la agenda de políticas para el fomento de la BEC. Las organizaciones del sector privado de origen nacional que lideran el desarrollo de la BE deben participar en forma efectiva en este proceso para lograr resultados exitosos. Los avances realizados en la provincia de Santa Fe -conocido como Hub Santa Fe- son un buen ejemplo del éxito de los planes que involucran actores del ámbito público y privado con un mismo objetivo: el desarrollo productivo y sostenible de sus territorios. Si bien la agenda debe derivar en compromisos entre el Estado y el sector privado, el logro de acuerdos puede ser facilitado por la participación de otros actores clave como las universidades e instituciones de ciencia y tecnología, las organizaciones de cooperación internacional y las instituciones de financiamiento público y privado.

Estrechamente relacionado a lo anterior, existen en el mundo innumerables ejemplos de políticas e instrumentos de BE que reconocen, no sólo su importancia a nivel mundial, sino también la posibilidad de crear una estrategia con identidad propia, pero que tome de base las enseñanzas de otros países en el camino hacia la inclusión de este nuevo paradigma. Al tener un sesgo territorial bien marcado, la BEC debe estar estrechamente relacionada al desarrollo económico local. Como se mencionó en el artículo, existen países en ALC con grandes avances en esta materia, como Uruguay y

Brasil, o sirva de ejemplo la figura 7 que resume las políticas bioeconómicas de países del mundo entero.

Figura 7: Políticas de bioeconomía (BE) en el mundo



Fuente: Traducción propia de International Advisory Council of the Global Bioeconomy (en línea)

Otro aspecto relevante a destacar es que la biotecnología y los biocombustibles son importantes, pero no son todo en bioeconomía. Existe una pirámide de agregado de valor (figura 8) a la biomasa disponible y mientras más se pueda escalar en ella en cada territorio productivo, mejores serán los resultados en el aprovechamiento de esa biomasa, pensando en términos económicos, pero también sociales y ambientales. Esta posibilidad incluye, por supuesto, el principio de uso en cascada, por el cual un residuo de biomasa puede responder a más de un escalón en esta pirámide. La intención debiera ser la búsqueda de procesos más competitivos para los pequeños y medianos productores de cada región. No obstante, debemos ser conscientes de la necesidad de inversión y desarrollo para que las industrias de mayor agregado de valor puedan tener lugar en nuestros territorios.

Figura 8: Pirámide de agregado de valor a la biomasa



Fuente: Nardone (2022)

No podemos dejar de mencionar la importancia de los bioemprendimientos en el ecosistema productivo de la BEC. Uno de los motores del país y la región son los emprendimientos, constituidos en su mayoría como micro, pequeñas y medianas empresas, que conforman más del 95% del entramado empresarial. En relación a la BE, el fenómeno Agtech, que incluye a los emprendimientos tecnológicos del agro, tiene una expresión interesante. Vitón, Castillo Leska y López Teixeira (2019) mapean un número importante de emprendimientos de este tipo en ALC: más de 450, de los cuales el 84% están en Brasil y Argentina. Pero también destacan que la consolidación del ecosistema emprendedor y el nivel de inversión son aún muy inferiores al de otras regiones o países del mundo. Por ejemplo, una organización que fondea estos emprendimientos, Agfunders, indica que las inversiones en este rubro en ALC alcanzaron en 2019 un total de 1.4 billones de dólares de los casi 20 billones a nivel global (Vitón et al., 2019). También los autores destacan que el rol del sector corporativo es aún limitado en la región, en comparación con el que tienen las corporaciones en otras regiones Agtech del mundo. Más allá de estas debilidades, la configuración de este ecosistema emergente facilita el intercambio y colaboración entre actores y ofrece la posibilidad de un rol central a los agricultores (Kernecker, Busse & Knierim, 2021), especialmente los pequeños y medianos, por lo cual se torna en un tema a ser destacado en este nuevo paradigma productivo.

Finalmente, más que arribar a conclusiones la propuesta concreta de este artículo era poner en la mesa de debate estos nuevos conceptos junto con las particularidades que traen aparejados en nuestros territorios, ahondando en los temas críticos que son necesarios de abordar para que la BEC, como desarrollo productivo, pueda expandirse y producir los beneficios que tiene prometidos.

Agradecimientos

Se agradece al Ministerio de Educación de la Nación Argentina por la beca internacional recibida en el año 2022, otorgada para el Curso de Posgrado “Bioeconomía para la agroindustria y los territorios rurales: buenas prácticas y lecciones aprendidas” dictado por el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola de Costa Rica, marco en el cual se ha desarrollado este artículo.

Bibliografía

Area, M.C. & Vallejos, M.E. (2016). Bio-productos y bio-materiales a partir de la biorrefinería de residuos agro y forestoindustriales. En: M. C. Area y Song Won Park (Eds.), *Panorama de la industria de celulosa y papel y materiales lignocelulósicos 2016* (pp. 120-151). Posadas: Universidad Nacional de Misiones.

Amato, C. N. (2019). Revisión bibliográfica sobre sustentabilidad y ética organizacional: actores relevantes. *Ciencias administrativas*, (13), 55-67.

Amato, C. N. (2021). Investigación en Responsabilidad Social Empresaria y Sustentabilidad Corporativa: evolución, tensiones actuales y perspectivas futuras. *Cuadernos de Administración*, 34.

- Amato, C. N., Buraschi, M., & Peretti, M. F. (2016). Orientación de los empresarios de Córdoba-Argentina hacia la sustentabilidad y la responsabilidad social empresarial: identificación de variables asociadas a cada constructo. *Contaduría y administración*, 61(1), 84-105.

Bansal, P. & Song, H. (2017). Similar but not the same: Differentiating corporate sustainability from corporate responsibility. *Academy of Management Annals*, 11(1), 105-149. Disponible en: <https://doi.org/10.5465/annals.2015.0095>

Birat, J.P. (2015). Life-cycle assessment, resource efficiency and recycling. *Metallurgical Research & Technology*, 112(2), 206. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/metall/2015009>

Bisang, R. (2022). Unidad 1.3. La bioeconomía como nueva apuesta estratégica para el desarrollo regional. Módulo 1. Elementos fundamentales de la bioeconomía en ALC: una apuesta estratégica para la región. Material de Curso de Posgrado "Bioeconomía para la agroindustria y los territorios rurales: buenas prácticas y lecciones aprendidas". Costa Rica: IICA.

Bisang, R. & Regúnaga, M. (2022). *La Bioeconomía como estrategia para fortalecer la integración del Mercosur*. Costa Rica: IICA (en prensa).

Bisang, R. & Trigo, E. (2018). Bioeconomía Argentina. Modelos de negocios para una nueva matriz productiva. *Bolsa de Cereales de Buenos Aires y Ministerio de Agroindustria*. Recuperado de: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/archivos/Modelo_de_negocios.pdf

Bocchetto, R.; Gauna, D.; Bravo, G.; González, C.; et al. (2020) Bioeconomía del Norte Argentino: situación actual, potencialidades y futuros posibles. *Proyecto Bioeconomía Argentina: Construyendo un Futuro Inteligente y Sustentable para el Norte Argentino 2030*. Buenos Aires: MINCyT – INTA – INTI – UNNE – UNSa – UNSE. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/8662>

Bugge, M.; Hansen, T. & Klitkou, A. (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability*, 8(7), 691. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su8070691>

Carus, M. (2017). Biobased economy and climate change - important links, pitfalls, and opportunities. *Industrial Biotechnology*, 13(2), 41-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1089/ind.2017.29073.mca>

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) e IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2019) *La bioeconomía: potenciando el desarrollo sostenible de*

la agricultura y los territorios rurales en ALC. Capítulo especial del Informe Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas. Chile, Roma, Costa Rica: CEPAL, FAO, IICA. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/8214>

Chavarría, H.; Trigo, E. y Rodríguez, A. (2019). La bioeconomía: potenciando el desarrollo sostenible de la agricultura y los territorios rurales en ALC. Capítulo especial. *Informe Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020.* Costa Rica: IICA. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12380/BVE20107947e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Clauser, N.; Felissia, F.; Area, M.C. & Vallejos, M.E. (2021). A framework for the design and analysis of integrated multi-product biorefineries from agricultural and forestry wastes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139, 110687. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110687>

Colwill, J.; Wright, E. I.; Rahimifard, S. & Clegg, A. (2012). Bio-plastics in the context of competing demands on agricultural land in 2050. *International Journal of Sustainable Engineering*, 5(1), 3-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/19397038.2011.602439>

Comisión Europea (2014). Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. COM (2014) 398 final. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular-economy-communication.pdf>

Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1987) *Nuestro futuro común* (Reporte Brundtland, Vol. 383). Oxford: Oxford University Press.

Din, M.; Ghaffar, T.; Najeeb, J.; Hussain, Z.; Khalid, R. & Zahid, H. (2020). Potential perspectives of biodegradable plastics for food packaging application-review of properties and recent developments. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(4), 665-680. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1718219>

Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*, 36(2), 90-100. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/41165746>

Estevan, A. (1995). Monetización del medio ambiente y ecologismo de mercado. En: Jorge Riechmann et al., *De la economía a la ecología* (pp. 67-78). Madrid: Trotta.

FAO (2009). Análisis del balance de energía derivada de biomasa en Argentina. WISDOM Argentina. Informe final. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i0900s/i0900s00.pdf>

Fundación Ellen MacArthur (en línea). Recuperado de: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/diagrama-sistematico>

Hofstetter, J.; De Marchi, V.; Sarkis, J.; Govindan, K.; Klassen, R.; Ometto, A.; ... & Vazquez-Brust, D. (2021). From sustainable global value chains to circular economy—different silos, different perspectives, but many opportunities to build bridges. *Circular Economy and Sustainability*, 1(1), 21-47. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00015-2>

International Advisory Council of the Global Bioeconomy (en línea). Bioeconomy Policies around the World. Recuperado de: <https://www.iacgb.net/GLOBAL>

International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit (2018). Comunicado Global Bioeconomy Summit. Recuperado de:

<https://www.biooekonomierat.de/media/pdf/archiv/international-gbs-2018-communicue.pdf?m=1637836879&>

Kernecker, M.; Busse, M. & Knierim, A. (2021). Exploring actors, their constellations, and roles in digital agricultural innovations. *Agricultural Systems*, 186, 102952. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102952>

Kirchherr, J.; Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Lachman, J.; Bisang R.; Obschatko, E. & Trigo, E. (2020). *Bioeconomía: una estrategia de desarrollo para la Argentina del siglo XXI*. Costa Rica: IICA. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12478/BVE20108164e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lieder, M. & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>

Linnenluecke, M. & Griffiths, A. (2013). Firms and sustainability: Mapping the intellectual origins and structure of the corporate sustainability field. *Global Environmental Change*, 23(1), 382-391. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.07.007>

Macías Aragonés, M. (2022). Unidad 3.3. Casos de éxito de innovaciones de la bioeconomía en la agroindustria de la UE (lecciones aprendidas, buenas prácticas y recomendaciones para ALC). Módulo 3. Desarrollos y tecnologías de la bioeconomía en ALC y la UE: conceptos, lecciones aprendidas y casos de éxito. Material de Curso de Posgrado "Bioeconomía para la agroindustria y los territorios rurales: buenas prácticas y lecciones aprendidas". Costa Rica: IICA.

Manrique, S.; Salvo, A.; Villafañe, F.; Martín, N. y Honorato, Martín (2020). Panorama de Tecnologías de bioenergía en Argentina. En: Manrique Silvina (Coord.) *Recursos, tecnologías, transferencia y políticas: Una mirada desde múltiples perspectivas y dimensiones a los Sistemas de Bioenergía en Iberoamérica* (pp. 115-125). Red Iberoamericana de Biomasa y Bioenergía Rural (ReBiBiR-T) del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Disponible en: <https://sipas.inta.gob.ar/sites/default/files/archivos/Panorama%20de%20tecnolog%C3%ADas%20de%20bioenerg%C3%ADa%20en%20Argentina.pdf>

Mathier, D.; Méndez, J.M.; Bragachini, M. y Sosa, N. (2018). La biomasa y la bioenergía distribuida para el agregado de valor en origen. Programa Nacional de Agregado de valor, Agroindustria y Bioenergía. INTA. Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta.biomasa-y-bioenergia-para-agregado-valor-en-origen.pdf>

Meadows, De.; Randers, J. & Meadows, Do. (2005). *Limits to growth: The 30-year update*. London: EarthScan.

Menéndez, J. y Hilbert, J. (2013). Cuantificación y uso de biomasa de residuos de cultivos en Argentina para bioenergía. *Informes Técnicos Bioenergía 2013*, 2(4). Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-cuantificacion-y-uso-de-biomasa-de-residuos-de-c.pdf>

Meuer, J.; Koelbel, J. & Hoffmann, V. (2020). On the nature of corporate sustainability. *Organization & Environment*, 33(3), 319-341. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1086026619850180>

Nardone, P. (2022). Unidad 3.2. La última frontera: Tecnologías e innovaciones de la bioeconomía para la agroindustria. Módulo 3. Desarrollos y tecnologías de la bioeconomía en ALC y la UE: conceptos, lecciones aprendidas y casos de éxito. Material de Curso de Posgrado "Bioeconomía para la agroindustria y los territorios rurales: buenas prácticas y lecciones aprendidas". Costa Rica: IICA.

Neves, A.; Godina, R.; Azevedo, S. & Matias, J. (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119113. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>

ONU (2016) Objetivos de Desarrollo Sostenible. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Pearce, D. & Turner, K. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore MD: Ed. Johns Hopkins University.

Rodríguez, A. (Ed.) (2018). *Bioeconomía en América Latina y el Caribe, 2018. Memoria del seminario regional realizado en Santiago, los días 24 y 25 de enero de 2018. Serie Seminarios y Conferencias*. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44241/1/S1800922_es.pdf

Rodríguez, A.; Rodrigues, M. y Sotomayor, O. (2019). *Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional. Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 191*. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44640>

Romero, C. (1997). Multicriteria decision analysis and environmental economics: An approximation. *European Journal of Operational Research*, 96(1), 81-89. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00118-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00118-X)

Saidur, R.; Abdelaziz, E. A.; Demirbas, A.; Hossain, M. S. & Mekhilef, S. (2011). A review on biomass as a fuel for boilers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2262-2289. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.015>

Song, J.H.; Murphy, R.; Narayan, R. & Davies, G. (2009). Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics. *Philosophical transactions of the royal society B. Biological Sciences*, 364(1526), 2127-2139. Disponible en: <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0289>

Stegmann, P.; Londo, M. & Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling*, X, 6, 100029. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>

Trigo, E.; Mentaberry, A.; Cap, E.; Zelada, A. y Villarreal, F. (2011). El potencial de la bioeconomía y las biorrefinerías en la Argentina. Documento de referencia, Núcleo socio-productivo estratégico, Biorrefinerías: bioenergía, polímeros y compuestos químicos. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/biorrefinerias-doc.pdf>

Trigo, E.; Regúnaga, M.; Costa, R.; Wierny, M. y Coremberg, A. (2015). La bioeconomía argentina: alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable. Bolsa de Cereales de Buenos Aires, Argentina. Disponible en [https://grupobioeconomia.org.ar/wp-content/uploads/2017/02/La Bioeconomia Argentina - Alcances situacion actual y oportunidades.pdf](https://grupobioeconomia.org.ar/wp-content/uploads/2017/02/La_Bioeconomia_Argentina_-_Alcances_situacion_actual_y_oportunidades.pdf)

Vitón, R.; Castillo Leska, A. y Lopes Teixeira, T. (2019). *AGTECH: Mapa de la innovación Agtech en América Latina y El Caribe*. BID Lab. Disponible en: [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/AGTECH Mapa de la innovaci%C3%B3n Agtech en Am%C3%A9rica Latina y el Caribe.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/AGTECH_Mapade_la_innovaci%C3%B3n_Agtech_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_el_Caribe.pdf)

Sobre la autora

Celina Noé Amato

celina.amato@unc.edu.ar

Licenciada en Administración y Doctora en Ciencias Económicas. Actualmente cursa su posdoctorado "Retos poblacionales actuales" en la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Es investigadora asistente de CONICET y docente de grado y del Doctorado en Ciencias Económicas de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNC. Su línea de investigación abarca las temáticas de Sustentabilidad, Responsabilidad Social Empresaria, Cadenas de Valor, Economía Circular, Logística Inversa y Bioeconomía. Dirige proyectos de investigación y de extensión relacionados con sus temáticas de interés, y participa en eventos científico-académicos nacionales e internacionales exponiendo sus avances. Posee distintas producciones académicas y transferencias, fruto de su trabajo de investigación, incluidas las asistencias técnicas sobre temáticas de economía circular y reciclaje.