

ESTUDIOS

Bioeconomía y biodiversidad preservada en Centroamérica

Roger Midence Díaz¹, Dr. Francisco Serrano Bernardo², Dra. Alessandra Bonoli³

Resumen: La economía circular y la bioeconomía han resultado ser una alternativa a nivel mundial a los modelos de producción lineales y basados en combustibles fósiles y materias primas muchas veces no-renovables. Aunque en Centroamérica existen iniciativas de este tipo, principalmente en el sector bioenergético, se debe impulsar la aplicación de estos principios en sectores más amplios como la bio-remediación, la fabricación de bio-fertilizantes e incluso de materiales de más alto valor como bio-polímeros y bio-cosméticos. De igual manera, la preservación de la biodiversidad debe ser un objetivo común centroamericano, aunado a esto, se debe añadir el efecto sinérgico entre los países centroamericanos, en donde el SICA puede jugar un rol institucional neutro, más no pasivo, de coordinación y articulación entre los países. La migración hacia una economía bio-basada y circular con enfoque ambientalmente sostenible es viable en la región considerando las tecnologías actuales y el potencial de biodiversidad de Centroamérica.

Palabras clave: *Centroamérica, integración, potencial, biodiversidad, bioeconomía, economía circular.*

¹ Especialista ambiental, Department of Civil, Chemical, Environmental and Materials Engineering, University of Bologna, <https://orcid.org/0000-0002-4182-9697>, rogermidence@gmail.com.

² Profesor, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada, <https://orcid.org/0000-0002-5972-4404>, fserber@ugr.es.

³ Profesora, Department of Civil, Chemical, Environmental and Materials Engineering, University of Bologna, <https://orcid.org/0000-0003-0435-1396>, alessandra.bonoli@unibo.it.

Fecha de recepción: 1 de abril de 2021.

Fecha de admisión definitiva: 22 de febrero de 2022.

Protecting the bioeconomy and biodiversity in Central America

Abstract: Circular economy and bioeconomy models have turned out to be a global alternative to linear production models that are based on fossil fuels and often rely on non-renewable primary resources. Although initiatives of this type do exist in Central America, mostly in the bioenergy sector, the implementation of such principles must be promoted in a wider range of sectors such as bioremediation, the production of biofertilisers and other higher-value materials such as biopolymers and biocosmetics. Similarly, the preservation of biodiversity must be a common Central American project, fostering synergy that allows SICA to play a neutral rather than passive institutional role, acting as a coordinating nexus between countries. Taking current technologies and the biodiversity potential in Central America into consideration, migrating towards a bio-based, circular economy with a focus on environmental sustainability is a viable route for the region.

Key words: *Central America, integration, potential, biodiversity, bioeconomy, circular economy.*

Bioéconomie et biodiversité préservée en Amérique Centrale

Résumé: Les modèles d'économie circulaire et de bioéconomie se sont révélés être une alternative globale aux modèles de production linéaires qui sont basés sur les combustibles fossiles et dépendent souvent sur des ressources primaires non renouvelables. Bien que des initiatives de ce type existent en Amérique centrale, principalement dans le secteur de la bioénergie, la mise en œuvre de ces principes doit être encouragée dans un plus grand nombre de secteurs tels que la bio-remédiation, la production de bio-fertilisants et d'autres matériaux de valeur plus élevés comme les bio-polymères et les bio-cosmétiques. De même, la préservation de la biodiversité doit être un projet commun à l'Amérique centrale, en favorisant une synergie qui permette au SICA de jouer un rôle institutionnel neutre plutôt que passif, en faisant office de lien de coordination entre les pays. En tenant compte des technologies actuelles et du potentiel de biodiversité en Amérique centrale, la migration vers une économie circulaire et bio-sourcée, axée sur la durabilité environnementale, est une voie viable pour la région.

Mots clé: *Amérique Centrale, intégration, potentiel, biodiversité, bioéconomie, économie circulaire.*

I. Introducción

La región centroamericana, así como el resto del mundo, se enfrenta a serios desafíos globales. La seguridad alimentaria, el suministro de energía y el cambio climático se encuentran entre los mayores retos para las naciones en el futuro próximo (Motola, De Bari, Pierro, & Giocoli, 2018). De igual manera, existe un riesgo real de desabastecimiento de materias primas esenciales para la industria. Las reservas mundiales conocidas de elementos como zinc, plata, oro, cobre, incluso el petróleo mismo, están en peligro de desaparecer en los próximos 50 años si los patrones de consumo siguen creciendo al ritmo actual (Mudd, 2010). Sumado a esto, se observa una profunda problemática en términos de residuos, principalmente plásticos. En 2017 se fabricaron en todo el mundo más de 320 millones de toneladas de polímeros, excluidas las fibras (Paletta, Leal Filho, lateef Balogun, Foschi, & Bonoli, 2019), y se estima que para el 2050 habrá (en peso) más plástico que peces en el océano (Ellen Macarthur Foundation, 2020). Son necesarios, por tanto, cambios radicales en la economía para enfrentar estos desafíos.

Junto a los cambios en los sistemas económicos, es necesaria una reestructuración de las sociedades mismas. La estabilidad política y social de las naciones ha demostrado ser un desencadenante de prosperidad económica. Existen ejemplos en donde la integración regional ha servido para solventar necesidades inminentes. La llamada "Comunidad Europea del carbón y el acero" creada en 1951, base de la actual Unión Europea, valida el potencial de la integración regional para salvaguardar los intereses y objetivos comunes. "La paz mundial solo puede salvaguardarse mediante esfuerzos creadores proporcionales a los peligros que la amenazan" (Oficina de publicaciones de la Unión Europea, 2020). En la región centroamericana, por su parte, se observan ya importantes hitos integracionistas. Desde los llamados "Acuerdos de paz Esquipulas I y Esquipulas II", en 1986 y 1987, la creación del Mercado Común Centroamericano en 1960 hasta la conformación del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) (Chamorro, 2015).

En este marco de integración centroamericana, el presente documento tiene como objetivo proporcionar una visión holística sobre las perspectivas y oportunidades de la región centroamericana para aplicar modelos económicos alternativos como las llamadas economía circular y bioeconomía, cuyos conceptos están estrechamente relacionados entre sí. Conceptualmente se puede entender la bioeconomía como la rama de la economía que comprende cualquier cadena de valor que utilice biomateriales y productos de fuentes agrícolas, acuáticas o forestales como punto de partida. (Consejo Alemán de Bioeconomía, 2018) El cambio de recursos no renovables a biomateriales es un aspecto de innovación importante en una agenda de la economía

circular, la cual persigue mantener en el mercado el valor de los productos y servicios el mayor tiempo posible minimizando el uso de materias primas y la revalorización de los residuos generados (Agencia Ambiental Europea (EEA), 2018).

Al final del presente documento, se discutirán algunas propuestas generales con alcance regional para optimizar y maximizar el potencial de la región en la aplicación de la economía circular y bioeconomía, relacionadas transversalmente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la llamada Agenda 2030. Por decisión del Parlamento Centroamericano, los ODS fueron incorporados en las agendas estratégicas de los diversos países del SICA luego de su aprobación en la 48ª Reunión de Jefes de Estado y de Gobierno del SICA, celebrada en Roatán, Honduras el 30 de junio de 2016 (Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA), 2020).

2. Marco conceptual

El término de economía circular no es reciente, sus fundamentos ya habían sido considerados por diversas líneas de pensamiento en los años 90, pasando desde la filosofía de diseño “cradle to cradle” de William McDonough y Michael Braungart hasta el enfoque de sistemas de economía azul descrito por Gunter Pauli (Fundación Ellen MacArthur, 2015). Aunque existen diversas concepciones, los autores coinciden que estamos de frente a una economía circular cuando “el valor de los productos y materiales se mantiene durante el mayor tiempo posible. Se minimizan los desechos y el uso de recursos, y cuando un producto llega al final de su vida útil, se vuelve a utilizar para crear más valor” (Comisión Europea, 2015).

Por otro lado, la bioeconomía se puede concebir como “la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible” (Rodríguez, Rodrigues, & Sotomayor, 2019)

En síntesis, la bioeconomía está siendo conceptualizada como uno de los dos pilares de la sostenibilidad, junto con la economía circular. El objetivo es reducir los desechos que pueden aprovecharse de manera productiva para generar nuevas cadenas de valor agregado, y promover la eficiencia en el uso de los recursos. La economía circular es vista como una alternativa para enfrentar el enfoque derrochador de “tomar, hacer, disponer”; y la bioeconomía como alternativa a

la producción a partir de materias fósiles sustituidas por materiales biológicos (Aramendis, Rodríguez, & Krieger Merico, 2018). Para enfatizar el elemento de circularidad en la bioeconomía se ha acuñado el término bioeconomía circular, que destaca la convergencia entre la economía circular y la bioeconomía, en lo relativo al aprovechamiento pleno de la biomasa (Rodríguez & Aramendis, 2019).

En términos de viabilidad de la economía circular en esferas más prácticas, las primeras etapas de la crisis sanitaria generada por la llamada COVID 19, pusieron de relieve la fragilidad de muchas cadenas de suministro mundiales, y aunque no se limitó a los problemas de disponibilidad de equipos médicos, quedó en evidencia la deficiencia en la gestión de estos ámbitos en medios de las crisis. Bajo este concepto, la economía circular ofrece el potencial para reconstruir a un costo menor, reducir la probabilidad de futuras crisis y crear una mayor resiliencia dentro de la industria y la sociedad, lo cual es valioso más allá de la situación actual (Ellen Macarthur Foundation, 2020).

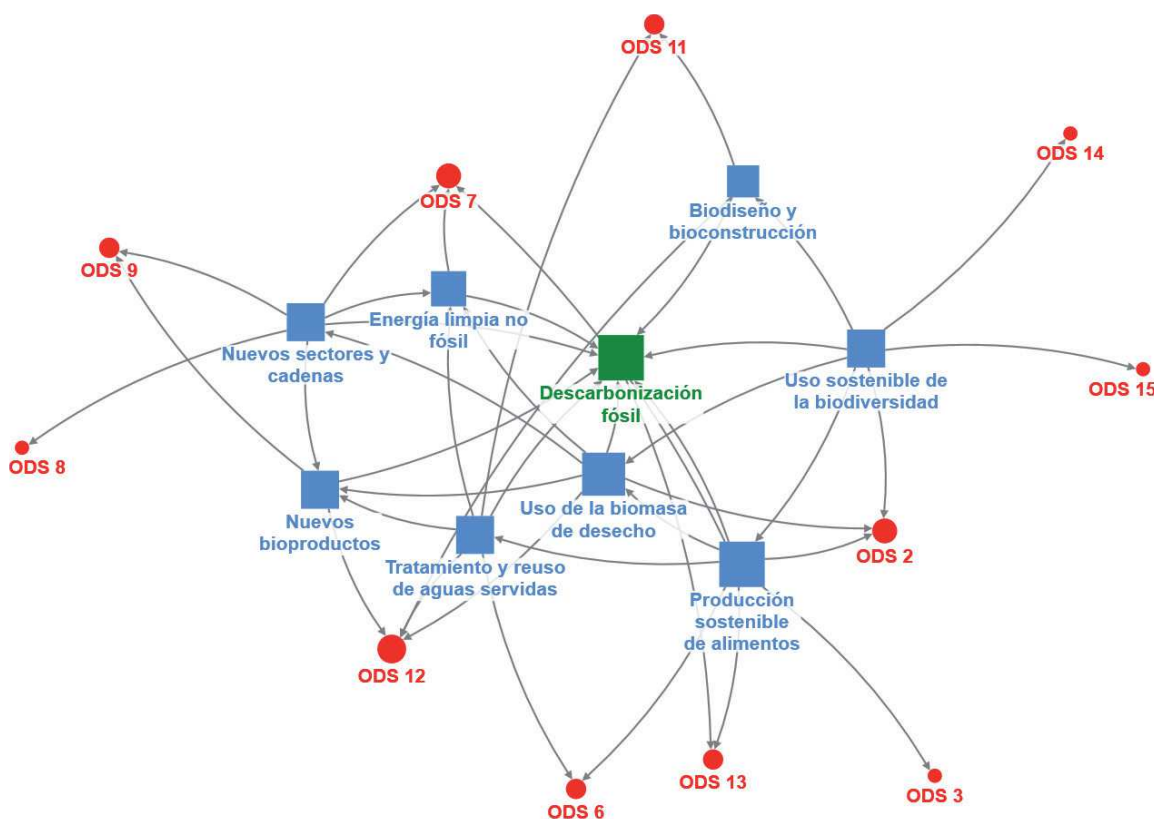
En términos de perspectivas de proyección de la bioeconomía, algunos autores estimaban que aproximadamente un tercio de los productos químicos y materiales que se producirán provendrán de fuentes biológicas y procesos biocatalíticos avanzados. Los ingresos previstos, incluidos los de los biocombustibles, ascenderían a un volumen de 300.000 millones de euros mundialmente (DE, 2007).

Sin embargo, es importante mencionar que la transición a la bioeconomía a menudo se asocia con una serie de beneficios económicos, ambientales y sociales, no obstante, la bioeconomía no es sostenible per se. Varios riesgos ambientales y socioeconómicos podrían socavar la sostenibilidad de la bioeconomía, como el aumento de la competencia por la tierra entre cultivos alimentarios y cultivos para combustible, cambios directos e indirectos en el uso de la tierra, uso de tierras marginales con efectos negativos sobre la biodiversidad, emisiones de gases de efecto invernadero entre otros (Bracco, Tani, Çalicioğlu, Gomez, & Bogdanski, 2019). A nivel latinoamericano ya en el año 2014 se registraron cerca de 4,6 Giga toneladas de CO₂, de las cuales el 50% asociadas a actividades agrícolas y uso del suelo. Por otro lado, solo en Centroamérica entre 1990 y 2017 se han perdido cerca de 20 millones de hectáreas de bosques debido a cambios en el uso de suelos (Gligo et al, 2020).

Por las razones antes mencionadas, la bioeconomía debe seguir un enfoque holístico de sostenibilidad basado en aspectos ambientales, económicos y sociales. (Bracco, Tani, Çalicioğlu, Gomez, & Bogdanski, 2019). Son estos tres aspectos lo que proveen a la economía circular y a la bioeconomía un marco conceptual para

desarrollar estrategias enfocadas en enfrentar los retos de desarrollo sostenibles planteados en la llamada Agenda 2030. Estos van desde la creación de alternativas a los modelos basados en el petróleo, hasta el desarrollo de productos procesos y sistemas replicando lo observado en los fenómenos naturales ya existentes (Rodríguez, Rodrigues, & Sotomayor, 2019). La siguiente figura ilustra la interconexión entre los diferentes ODS y los fundamentos de la bioeconomía.

FIGURA 1. Relación bioeconomía y Agenda 2030 (Rodríguez, Rodrigues, & Sotomayor, 2019)



3. Recursos potenciales

Centroamérica posee diversos factores estructurales, intrínsecos a su vocación territorial eminentemente agrícola, que pueden fomentar una aplicación eficaz de los pilares de una economía “más verde”. Estos factores incluyen: la alta concentración de biodiversidad en el territorio, el alto potencial de generación de biomasa y la disposición de grandes cantidades de residuos de biomasa. Este último factor,

considerado como una problemática desde el punto de vista lineal de la economía, puede ser de elevada trascendencia en la creación de nuevas cadenas de valor. (Rodríguez, Rodríguez, & Sotomayor, 2019).

En términos de biodiversidad, el área mesoamericana, comprendida por el sur de México, los países del istmo Centroamericano y la República Dominicana, es clasificada como un "hotspot" de riqueza de especies de flora y fauna. Con tan solo el 1% de la superficie del planeta, alberga cerca del 7% del patrimonio biológico del mundo (Andreson, Cherrington, Sempris, & Flores, 2008). Además, las Naciones Unidas identifica a Europa y América Latina y el Caribe como las regiones con mayor cubierta forestal (25% cada una). En Centroamérica, esta cifra es de cerca de 19.499.000 hectáreas, el 38 %de su superficie (UNEP-WCMC, 2016). Respecto a la disponibilidad del territorio, algunos estudios estiman que para el 2050 podrían estar disponibles, 300 millones de hectáreas para desarrollar actividades relacionadas con la bioeconomía (MINCYT-CIRAD, 2016).

Así mismo, considerando que las economías de los países dentro de la Región Centroamericana son comprensiblemente dependientes de los recursos naturales (UNEP-WCMC, 2016), existe un espacio potencial de valorización de residuos de biomasa que podrían ser incorporados a otros procesos productivos, por ejemplo: cáscara del arroz, desperdicio post mortem de un bovino, mucílago, pulpa y borra del café y el cacao, residuos de la caña de azúcar, cáscara de los cítricos, desperdicios de papa, desechos de piña, suero de leche entre otros (IICA, 2019).

Por otro lado, existe un potencial de recursos hídricos significativo en todos los países que conforman el SICA. En términos medibles de estrés hídrico (relación entre cantidad, calidad y acceso al agua), a excepción de Guatemala y El Salvador que presentan niveles de estrés "medio-alto" y "medio bajo" respectivamente, el resto de los países del bloque goza de niveles de estrés hídrico considerados "bajos", indicando mediamente una buena "salud hídrica" (Gligo & otros, 2020).

Adicionalmente, un factor social de oportunidad de considerarse es la población indígena nativa presente en la Región Centroamericana, la cual asciende, según diversos estudios, a casi 8 millones de personas (Gligo & otros, 2020), las cuales pueden contribuir, a través de su riqueza histórica, a entender el potencial de cultivos ya existentes en la región y su uso potencial en las cadenas de valor de la bioeconomía (Montero Vega & Quirós Madrigal, 2017).

La siguiente tabla muestra algunos productos convencionales cosechados en Centroamérica y su uso potencial en el ámbito de la biotecnología:

TABLA I. Mercados y usos tradicional y en la bioeconomía de algunos productos agrícolas (Montero Vega & Quirós Madrigal, 2017)

Tipo de producto	Producto	Región / países	Usos tradicionales	Usos en la bioeconomía
Mercado	Caña de azúcar	Toda Centroamérica excepto El Salvador	Azúcar	Biomasa, producción de energía, biocombustibles (etanol)
	Café	Toda Centroamérica	Bebida tradicional	Fertilizadores orgánicos, biogás, alcohol
	Piña	Costa Rica y Honduras	Fruta fresca o deshidratada, jugos	Fibras, Biomasa, Fertilizadores orgánicos, alcohol
	Banana	Toda Centroamérica excepto El Salvador	Fruta fresca o deshidratada	Biomasa, Fertilizadores orgánicos,
	Aceite de palma	Toda Centroamérica excepto El Salvador	Aceite	Biomasa, biodiesel
	Arroz	Toda Centroamérica excepto El Salvador	Arroz	Biomasa y electricidad
Tradicional	Jícama (pachyrhizus spp.)	Toda Centroamérica	Consumo fresco	Seguridad alimentaria
	Árbol de pan	Toda Centroamérica	Consumo fresco	Seguridad alimentaria
	Chan (Hyptis suaveolens)	Costa Rica	Consumo fresco	Seguridad alimentaria
	Jícara (Crescentia cujete)	Nicaragua y Costa Rica	Consumo fresco	Seguridad alimentaria

Al interno de la bioeconomía, las estructuras de transformación de las materias primas en productos de más alto rango en las cadenas de valor son conocida como biorefinerías. El proceso principal en torno a las biorefinerías es la llamada biotransformación, la cual al ser integrada con procesos de pretratamientos de la biomasa (bioinsumos) permite la obtención de productos químicos biogénicos, como biopolímeros o biocosméticos de alto valor agregado en el mercado (Fava, et al., 2015)

Respecto a las políticas públicas de carácter ambiental, en términos generales, éstas pueden ser clasificadas en políticas explícitas o implícitas; las primeras son aquellas que tienen objetivos ambientales declarados, en tanto que las segundas son las que tienen consecuencias ambientales no declaradas, generalmente negativas y que muy a menudo son propiciadas por la falta de atribuciones necesarias por parte de las autoridades ambientales para influir en los grandes proyectos de infraestructura (Gligo, et al, 2020).

Al interno del SICA, se observan políticas integradas con relación explícita con la bioeconomía, entre ellas la "Política agropecuaria de la región SICA 2019–2030", que indica de manera directa el término de bioeconomía entre sus 5 programas de acción. (IICA, 2019). De igual manera, se observa una "Estrategia energética sustentable centroamericana 2020", en donde se alude claramente al fomento de los biocombustibles y las energías renovables a partir de biomasa, esta última responsable de cubrir cerca del 38% de la demanda total de energía en Centroamérica. Por otro lado, aunque existe una "Política de Integración de Pesca y Acuicultura 2015–2015" en donde se fomentan las buenas prácticas para la pesca y la acuicultura, no hay una indicación explícita de aprovechamiento de los recursos marinos ligada directamente a la bioeconomía.

Otras políticas relevantes observadas entorno a la bioeconomía, son evidentes en Nicaragua y Costa Rica. En el caso de Nicaragua, se observa la creación de un Plan Nacional de Biotecnología, con asociación público–privada. (Marinero Orantes, Vargas Cañas, Martínez, L, Sardiñas Gómez, & Zúniga González, 2015). En el caso de Costa Rica, se evidencia con más claridad y relevancia, contando desde agosto del 2020 una estrategia ad hoc de bioeconomía (CEPAL, 2020). Se puede observar que, aunque existen elementos desencadenantes, el estado de las políticas públicas en términos de economía circular, biotecnología y bioeconomía son todavía incipientes (Huete–Pérez, 2008). En particular, se observan limitaciones en la ausencia de armonización en los criterios de clasificación para nuevos productos relacionados con la bioeconomía incluidos subproductos que por su falta de clasificación analítica, no pueden ser oportunamente utilizados como insumos para procesos de valorización y recuperación (Rodríguez, Rodrigues, & Sotomayor, 2019).

En relación a las estrategias de bioeconomía establecidas por los países a nivel mundial, la figura que sigue ilustra los principales países que cuentan con iniciativas ad hoc de bioeconomía (Consejo Alemán de Bioeconomía, 2018) citado en (Gobierno de Costa Rica, 2020).

monitoreo de los océanos. Sigue un ejemplo del material recuperable del sitio del programa COPERNICUS sobre la cobertura terrestre en mesoamérica:

FIGURA 3. Imagen de la cobertura terrestre sobre Centroamérica. (Europa, 2020)



Con referencia a los mecanismos e iniciativas de financiamiento para la aplicación de la economía circular y bioeconomía, existe una tendencia creciente a la disponibilidad de recursos con este objetivo. En algunos sectores se observa un incremento de 10 veces en el número de fondos del mercado privado con enfoque en la economía circular (Ellen Macarthur Foundation, 2020).

De igual manera, organismos como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha identificado y clasificado estas opciones en 5 categorías: mecanismos nacionales, la banca multilateral, las organizaciones internacionales, los fondos y mecanismos de cooperación internacional para el desarrollo, la cooperación bilateral y mecanismos financieros (Rodríguez & Aramendis, 2019).

Las principales instituciones identificadas como facilitadores de recursos financieros son: Banco Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Global Environmental Facility–GEF, Fondo Verde para el Clima (FVC), Fondo para los Objetivos de Desarrollo Sostenible–Fondo ODS entre otros (Rodríguez & Aramendis, 2019).

Otra buena oportunidad de mercado para colocar productos “bio-based” es el mercado común de la Unión Europea (UE), a través de los mecanismos establecidos del Acuerdo de asociación firmado entre los países centroamericanos y la UE.

4. Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, se observa un potencial real en la región, sin embargo, las bases deben ser aún consolidadas para la migración hacia una bioeconomía circular sostenible.

La siguiente tabla indica algunas recomendaciones divididas por sectores con sus respectivos entes competentes asociados:

TABLA 2. **Recomendaciones** (Elaboración propia)

Tipo de recomendación	Alcance	Título recomendación	Descripción recomendación	Ente regional relacionado o competente
Políticas publicas	Regional	Armonización del sistema de clasificación de residuos	Establecer mecanismos de normalización a través de certificación de laboratorios especializados con capacidad analíticas para la clasificación precisa de materiales con usos potenciales en la bioeconomía circular (material genético, residuos de biomasa, etc.)	Foro Centroamericano de Acreditación (FOCA).
Estrategias de formación profesional	Regional	Síntesis de experiencias regionales	Establecer a mecanismos regionales de alta formación para facilitar el acceso, uso y aplicación de datos de plataformas como el programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea	Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA)
Estrategias de acceso a financiamiento	Regional	Sintetizar información dispersa sobre iniciativas de financiamiento	Elaborar una base de datos de proyectos ya financiados y ejecutados	Sistema Integración Económica Centroamericana (SIECA)

5. Bibliografía

AGENCIA AMBIENTAL EUROPEA (EEA) (2018). *The circular economy and the bioeconomy Partners in sustainability*. Luxemburgo: Agencia Ambiental Europea (EEA).

ANDRESON, E., CHERRINGTON, E. A., SEMPRIS, E., y FLORES, A. (2008). *Potential Impacts of Climate Change on Biodiversity in Central America, Mexico, and the Dominican Republic*. Ciudad de Panamá: CATHALAC / USAID.

ARAMENDIS, R. H., RODRÍGUEZ, A. G., y KRIEGER MERICO, L. F. (2018). *Contribuciones a un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe – Bioeconomía*. Santiago: Naciones Unidas.

BRACCO, S., TANI, A., ÇALICIOĞLU, Ö., GOMEZ, M. S., y BOGDANSKI, A. (2019). *Indicators to monitor and evaluate the sustainability of Bioeconomy*. Roma: FAO.

CHAMORRO, S. (2015). "Acuerdos de Paz de Esquipulas: La construcción de la paz en Centroamérica", *Cultura de paz*, 28–34.

COMISIÓN EUROPEA (2015). *Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular*. Bruselas: Unión Europea.

CONSEJO ALEMÁN DE BIOECONOMÍA (2018). *Update Report of National Strategies around the World*. Berlín: Office of the Bioeconomy Council.

DE, 2 (2007). *En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy*. Colonia: 2007 DE.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2020). *Financing the circular economy*. Londres: Ellen MacArthur Foundation.

FAVA, F., TOTARO, G., DIELS, L., REIS, M., DUARTE, J., BESERRA CARIOCA, O., ... SOMMER, B. (2015). "Biowaste biorefinery in Europe: opportunities and research & development needs", *New Biotechnology*, 100–108.

FUNDACIÓN ELLEN MACARTHUR (2015). *Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada*. Londres: Fundación Ellen MacArthur.

GLIGO, N., & OTROS (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe, Libros de la CEPAL, N° 161*. Santiago: CEPAL.

GOBIERNO DE COSTA RICA (2020). *Estrategia nacional de bioeconomía – Costa Rica – 2020 – 2030*. San José: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones.

HUETE-PÉREZ, J. A. (2008). “Biotecnología para el desarrollo de naciones pequeñas”, *Encuentro*, 89–95.

IICA (2019). *Política Agropecuaria de la Región SICA 2019–2030*. San José: IICA.

– (2019). *Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo*. San José: IICA.

MARINERO ORANTES, A. E., VARGAS CAÑAS, J. I., MARTÍNEZ, L. C. G., SARDIÑAS GÓMEZ, O. F., y ZÚNIGA GONZÁLEZ, C. A. (2015). “Análisis de la agenda pública y privada de la Bioeconomía en Centroamérica y el Caribe: Estudios de Caso de El Salvador, Honduras, Cuba y Nicaragua”, *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 242–284.

MARTÍNEZ, G. A., REBECCHI, S., DECORTI, D., DOMINGOS, J. M., NATOLINO, A., DEL RÍO, D., ... FAVA, F. (2016). “Towards multi-purpose biorefinery platforms for the valorisation of red grape pomace: production of polyphenols, volatile fatty acids, polyhydroxyalkanoates and biogas”, *Green Chemistry*, 261–270.

MINCYT–CIRAD. (2016). *Senior Officials Working Group on Bioeconomy*. V EU–CELAC. Bruselas. Recuperado el 10 de agosto de 2020, de <http://alcuenet.eu/assets/SOM%20Thematic%20Report-%20Bioeconomy%202016.pdf>

MONTERO VEGA, M., y QUIRÓS MADRIGAL, O. (2017). “International Bioeconomy Innovations in Central America”, *Knowledge–Driven Developments in the Bioeconomy*, 83–96.

MOTOLA, V., DE BARI, I., PIERRO, N., y GIOCOLI, A. (2018). *Bioeconomy and biorefining strategies in the EU Member States and beyond*. Roma: ENEA.

MUDD, G. (2010). “The Environmental sustainability of mining in Australia: key mega-trends and looming constraints”, *Resources Policy*, 95–115.

Notas informativas: CEPAL. (7 de agosto de 2020). Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): <https://www.cepal.org/es/notas/costa-rica-lanza-estrategia-nacional-bioeconomia>

OFICINA DE PUBLICACIONES DE LA UNIÓN EUROPEA (2 de junio de 2020). *Unión Europea*. Obtenido de Oficina de publicaciones de la Unión Europea: <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/353a22f9-8e69-4dd9-b1cf-db402253e897>

PALETTA, A., LEAL FILHO, W., LATEEF BALOGUN, A., FOSCHI, E., y BONOLI, A. (2019). "Barriers and challenges to plastics valorisation in the context of a circular economy: Case studies from Italy", *Journal of Cleaner Production*, 60–71.

REY LEMA, D. M. (2018). "Bioética y bioeconomía: disciplinas para supervivencia del mundo planetario. Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad", *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 177–204.

RODRÍGUEZ, A. G., y ARAMENDIS, R. H. (2019). *El financiamiento de la bioeconomía en América Latina: identificación de fuentes nacionales, regionales y de cooperación internacional*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

RODRÍGUEZ, A. G., RODRIGUES, M., y SOTOMAYOR, O. (2019). *Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

SISTEMA ECONÓMICO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE (SELA) (10 de julio de 2020). *Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA)*. Obtenido de Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA): <http://www.sela.org/media/3217829/el-parlamento-centroamericano-y-la-agenda-2030.pdf>

UNEP–WCMC (2016). *El estado de la biodiversidad en América Latina y el Caribe*. Cambridge: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.