Climate Transparency

RESUMEN EJECUTIVO

BIOENERGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE: UNA RELACIÓN DIFÍCIL

SEPTIEMBRE 2021

Sobre este documento:

Este informe es el resultado del trabajo del Centro de Tecnologías Ambientales y Energía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) para la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), en su rol como socio de Climate Transparency. Este documento es un ejercicio académico y no representa una posición de FARN o de Climate Transparency sobre la bioenergía y los biocombustibles.

CTAE Centro de Tecnologías Ambientales y Energía

FARN Fundación Ambiente y Recursos Naturales

Facultad de Ingeniería UNICEN • Olavarría

CONTENIDO

Contexto y tendencias 03

Riesgos climáticos de la bioenergía 05

Otras problemáticas asociadas a la producción de bioenergía 06

La situación en la Argentina 07

Bioenergía: sugerencias para un desarrollo sostenible 08

Comentario final 08

Referencias 09

AUTORES:

Gabriel Blanco
Daniela Keesler
Silvina Manrique

Centro de Tecnologías Ambientales y Energía
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

ELABORADO PARA:

Fundación Ambiente y Recursos Naturales

CONTEXTO Y TENDENCIAS

La necesidad de lograr la neutralidad de carbono[1] para el año 2050 a fin de alcanzar las metas definidas en el Acuerdo de París de 2015, con el objetivo de mitigar las peores consecuencias del cambio climático, exige que el aumento de la temperatura media mundial no supere los 1,5 ºC hasta fin de siglo respecto del nivel preindustrial, para lo cual las emisiones deberían mantenerse por debajo de las 25 $GtCO_2eq$/año en 2030 (IPCC, 2018). Esto implica quintuplicar los compromisos de reducción de emisiones asumidos en el Acuerdo de París (UNEP, 2019), lo cual hace evidente la necesidad de una transformación profunda de todos los sectores productivos, y en particular en el sector energético, en el corto plazo. Esto significa descarbonizar rápidamente el sistema energético mundial, con un aumento de la eficiencia energética y la reducción del consumo total de energía, al tiempo que se garantiza el acceso a una energía asequible, fiable y sostenible para todos, así como la protección del capital natural que sustenta la vida en la Tierra (UNEP, 2015; WEC, 2020; IRENA, 2020a).

En este contexto, se señala a la bioenergía como un componente clave en el menú de opciones para esta transformación del sistema energético. A nivel mundial, la bioenergía es la principal fuente de energía potencialmente renovable, con un aporte cercano al 12% del suministro de energía primaria, lo que representa el 70% de la contribución desde fuentes renovables, aunque más de la mitad de esta contribución proviene del uso tradicional de la biomasa para cocción de alimentos y calefacción de hogares, con todas las problemáticas que este uso genera[2] (IEA, 2020a; IRENA, 2020a). De hecho, la combustión de la biomasa sólida para la generación de calor en el ámbito doméstico e industrial es la principal forma de aprovechamiento energético de la biomasa a nivel mundial (REN21, 2020). El resto del aporte de la bioenergía está dado por usos que implican diferentes grados de procesamiento de la materia prima, mediante procesos o tecnologías más sofisticadas y escalas de aprovechamiento superiores. Esta bioenergía *moderna* constituye un sector en crecimiento e incluye biocombustibles sólidos, líquidos o gaseosos —esto es, combustibles intermedios obtenidos del procesamiento de la biomasa—, como biogás, bioetanol, biodiésel, biometano, *pellets* y briquetas, entre otros. Las tecnologías empleadas en las cadenas de valor de la bioenergía se encuentran, en general, comercialmente maduras, o al menos en una fase de adopción temprana del mercado (IEA, 2017b; IEA, 2020c).

A nivel global, el consumo final de energía en 2018 fue de 416 EJ y se muestra en la Figura 1. Para 2018, la bioenergía alcanzó una inversión global de 6640 millones de dólares, lo que significa el 3% de las inversiones totales en fuentes renovables (IRENA, 2020c). El 90% del total de bioenergía utilizada a nivel mundial proviene de biomasa sólida (IEA, 2020b).

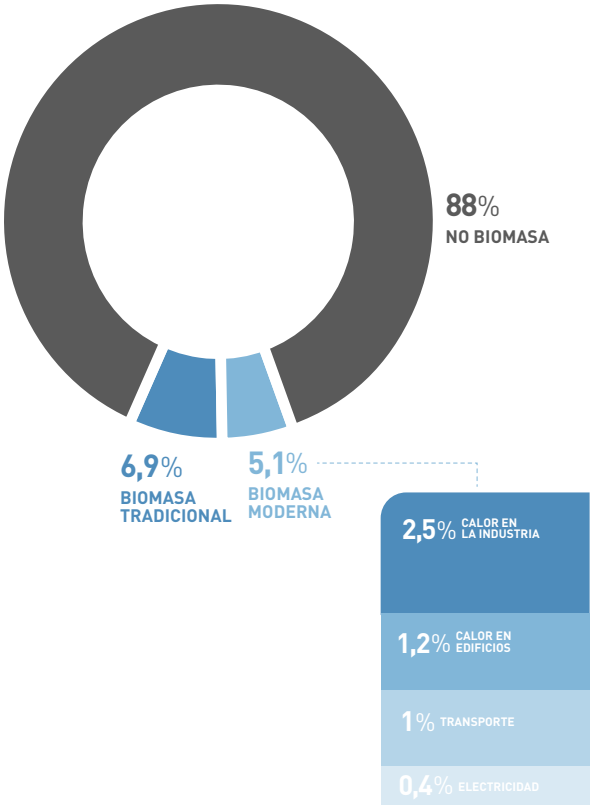

Figura 1. Participación de la bioenergía en el consumo final de energía global por fuente y uso final, año 2018 (REN21). El consumo final de energía a nivel mundial fue de 416 EJ en 2018 (IEA, 2019).

En términos de proyecciones, hay una complejidad inherente en la estimación del potencial de recursos de biomasa, y, teniendo en cuenta numerosas restricciones, los expertos señalan que ese potencial técnicamente factible podría situarse entre 100 y 300 EJ en 2050 (IPCC, 2011; WBA, 2019; IEA, 2020b). Sobre esta base, la IEA (2017b) considera que la bioenergía moderna podría cuadruplicar su aporte para el año 2060 en la matriz energética mundial.

1. La neutralidad de carbono implica alcanzar un resultado neto de cero emisiones de GEI, esto es, emitir a la atmósfera la misma cantidad de gases que se absorbe por otras vías. Esto, sin embargo, es diferente de lograr una economía sin emisiones de GEI, lo cual sería una meta real de cero emisiones.

2. Las fuentes renovables incluyen hidroenergía, geotermia, energía solar, eólica, mareomotriz, undimotriz, de biocombustibles y la fracción renovable de residuos municipales. La IEA (siglas en inglés de International Energy Agency: Agencia Internacional de Energía) incluye hidroenergía pequeña, mediana y grande (**https://iea.blob.core.windows.net/assets/a1bd577e-14d0-4d4c-8b01-4e20ae1ded07/REN_Documentation1.pdf**). En algunos países, como la India y China, la hidroenergía a pequeña escala se define como la generación de energía hidroeléctrica hasta 25 MW. Otros países, como Estados Unidos, consideran como de pequeña escala hasta 30 MW (**https://usaidgems.org/Documents/Spanish/SEG_EnergyGuideline_Final_May11-SP_FINAL_July2018.pdf**), mientras que en la Argentina se incluye hasta 50 MW.

En los escenarios del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (2018), la bioenergía podría aportar hasta el 26% de la energía primaria (154 EJ/año) en 2050, frente al 10% en 2020.[3]

Los escenarios elaborados por el IPCC utilizan dos estrategias vinculadas a la bioenergía y una acción directa de remoción de gases de efecto invernadero (GEI):[4] a) uso de bioenergía asociada con captura de carbono y almacenamiento geológico (BCCA)[5] y b) secuestro de carbono mediante aumento de cubierta boscosa. Ambas estrategias son controversiales; las estrategias que implican BCCA no están probadas y existe un muy alto riesgo en su implementación a gran escala (IPCC, 2018), mientras que el aumento de la cubierta arbórea sin pautas técnicas precisas fundadas en la ecología de cada ecosistema podría atentar contra su resiliencia y diversidad biológica.[6]

3. En el Informe Especial del IPCC sobre la limitación del calentamiento a 1,5 °C (SR1,5), la contribución de la bioenergía a las vías de mitigación aparece como sustancial, ya que aumentará a un valor medio del 27,3% del suministro mundial de energía en 2050 en toda la gama de vías de 1,5 °C analizadas (Rogelj *et al.*, 2018).

4. El objetivo de los métodos de remoción es eliminar CO_2 de la atmósfera mediante la modificación deliberada de los procesos del ciclo del carbono o por métodos industriales (por ejemplo, químicos). El carbono extraído de la atmósfera se almacenaría luego en reservorios terrestres, oceánicos o geológicos. Algunos métodos de remoción de dióxido de carbono se basan en procesos biológicos y otros en procesos geológicos. La biomasa interviene en el primer grupo de métodos (IPCC, 2020).

5. En inglés, BECCS: *bioenergy with carbon capture and storage.*

6. En China, por ejemplo, que cuenta con el 54% de la superficie de bosque nativo mundial (FAO, 2020a), se implementó un programa de aumento de cobertura boscosa (Viña *et al.*, 2016), pero este esfuerzo se cumplió mediante forestación con plantaciones, lo cual puede traer efectos desconocidos en la oferta de servicios ecosistémicos (Xu 2011; Van Holt y Putz 2017; Chazdon *et al.*, 2016; Yan *et al.*, 2020; Manrique y Franco, 2020).

RIESGOS CLIMÁTICOS DE LA BIOENERGÍA

Se asume que el carbono emitido a la atmósfera por el empleo de cualquier biomasa como fuente energética fue previamente capturado por los tejidos vegetales en la fotosíntesis durante el crecimiento de las plantas, por lo que el balance sería neutro en emisiones de carbono. Sin embargo, si se realiza un análisis de ciclo de vida incluyendo todos los eslabones de las cadenas de bioenergía, desde la producción de la biomasa a su aplicación energética final, este balance puede no ser completamente neutro. Se trata de un análisis que genera mucha controversia (Agostini *et al*., 2014; Liu *et al*., 2018; Sterman *et al*., 2018; Woo y Turner, 2019; Camia *et al*., 2021). El debate no solo tiene que ver con la consideración de toda la cadena de bioenergía versus los estudios sobre un eslabón específico de esta, sino también con el tipo de recurso de biomasa que se considere en el análisis, su velocidad de explotación y el destino final de la energía generada.

En particular, las discusiones actuales se centran en la biomasa forestal debido a las presiones sobre los bosques nativos al asumir su neutralidad de carbono como recurso energético. Distintos expertos cuestionan las bases de las discusiones climáticas donde se clasifica a la biomasa forestal como una fuente de energía renovable sin emisiones de carbono, similar a la energía eólica o solar (Searchinger *et al*., 2018). Ambos supuestos, renovabilidad y neutralidad de carbono, constituyen la base de su promoción, y, a pesar de las controversias,[7] muchos gobiernos siguen promoviendo a la biomasa forestal como principal fuente de bioenergía en sus políticas de energía renovable.

En la Unión Europea, donde la bioenergía representa la mayor proporción de fuentes renovables —casi el 60% del consumo total—[8], el 70% de este aporte lo realiza la biomasa forestal,[9] aunque no todos los países están de acuerdo con esta promoción.[10] Entidades como la IEA promueven la neutralidad de la bioenergía a partir de biomasa forestal, cuestionando la transparencia y coherencia de los estudios sobre bioenergía forestal y las metodologías de contabilidad de GEI aplicadas (Cowie *et al*., 2021). En la misma línea de apoyo, se posicionan las principales organizaciones empresariales del sector en Europa y Norteamérica: Bioenergy Europe[11] y otras, con un fuerte predominio industrial y, en muchos casos, altamente subsidiadas.[12]

7. Ver: Letter from scientists to the EU Parliament regarding forest biomass. Disponible en: **http://www.pfpi.net/wp-content/uploads/2018/04/UPDATE-800-signatures_Scientist-Letter-on-EU-Forest-Biomass.pdf.**

8. Ver: La Unión Europea reconoce la bioenergía como parte de la solución al cambio climático. *Retama.* Disponible en: **https://www.retema.es/noticia/la-union-europea-reconoce-la-bioenergia-como-parte-de-la-solucion-al-cambio-climatico-BnCl0.**

9. Ver: Understanding Europe´s leading renewable energy source. Bioenergy Europe. Disponible en: **https://bioenergyeurope.org/about-bioenergy.html.**

10. Ver: Jansen, Devine (21/7/20). The Dutch have decided: Burning biomass is not sustainable. *EURACTIV.* Disponible en: **https://www.euractiv.com/section/energy/news/the-dutch-have-decided-burning-biomass-is-not-sustainable/.**

11. Ver: Bioenergy Europe response to the "Money to Burn". Bionergy Europe. Disponible en: **https://bioenergyeurope.org/index.php?option=com_content&view=article&id=280.**

12. Ver: NRDC (2019). Burnout: E.U. clean energy subsidies lead to forest destruction. Disponible en: **https://www.nrdc.org/sites/default/files/burnout-eu-clean-energy-policies-forest-destruction-ip.pdf.**

En Europa, la bioenergía a partir de biomasa forestal es la única fuente de energía afectada legalmente por criterios obligatorios de sostenibilidad, sin equivalente en ninguna otra energía, lo cual da cuenta de que las discusiones acerca de la temática se enfocan en fundamentos válidos.[13-14] Sin embargo, resolver los vacíos legales en materia de neutralidad de carbono puede ser crítico a futuro, ya que no es posible asumir la neutralidad de la bioenergía forestal ni su "renovabilidad" por defecto (Cowie *et al*., 2021), y ambos conceptos deberían revisarse para cada tipo de biomasa y cadena energética en particular.

13. Ver: Europa defiende el uso de la biomasa como fuente de energía renovable ante los lobbies. Madera sostenible. Disponible en: **https://madera-sostenible.com/energia/europa-defiende-el-uso-de-la-biomasa-como-fuente-de-energia-renovable-ante-los-lobbies**).

14. Ver: Europa defiende el uso de la biomasa como fuente de energía renovable ante los lobbies. AVEBIOM (19/1/2021). Disponible en: **https://www.avebiom.org/index.php/biomasanews/avebiom/europa-defiende-biomasa-como-fuente-de-energia-renovable-ante-lobbies.**

OTRAS PROBLEMÁTICAS ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA

El desarrollo de la bioenergía puede plantear serios desafíos a futuro y generar conflictos con diversos objetivos de sostenibilidad, como los vinculados a la biodiversidad, la huella hídrica, la desertización y otros que podrían afectar la resiliencia del planeta (WEC, 2019; IPCC, 2019).

Existen experiencias mundiales, como la expansión de la soja o la palma aceitera, cuyos cultivos han avanzado destruyendo ecosistemas nativos, lo que genera graves impactos ambientales, así como emisiones de carbono. Un análisis reciente señala que el 68% de la deforestación ocurrida en Malasia fue consecuencia de la expansión de la palma aceitera; en Indonesia esta cifra llegó al 38% y en la Amazonía peruana, al 44% (Meijaard *et al.*, 2020). Este hecho genera gran preocupación por los impactos ambientales de la conversión de bosques nativos, las consiguientes emisiones de GEI y la pérdida de biodiversidad (Pirker *et al.*, 2016; Vijay *et al.*, 2016). La Lista Roja de Especies Amenazadas señala que la palma aceitera representa una amenaza para 321 especies[15] —aunque se reconoce que la lista es incompleta—, lo cual implica el mayor valor entre cualquiera de los cultivos oleaginosos a nivel mundial (soja, cola, girasol, coco, etc.) (IUCN, 2019). La expansión industrial de la palma aceitera, en general mediante empresas multinacionales, pero también nacionales, se asocia a menudo con problemas sociales, como el acaparamiento de tierras, la explotación laboral, la desigualdad social (Li, 2018) y la disminución del bienestar dentro de las comunidades (Santika *et al.*, 2019; Castellanos Navarrete *et al.*, 2021).

La expansión de las plantaciones de palma aceitera está bajo un intenso escrutinio público. Teng y otros (2020) señalan que el público manifiesta opiniones negativas sobre el aceite de palma y que entre los principales *drivers* de la destrucción del ambiente se reconocen la codicia, la corrupción, las ganancias y un modelo de producción y consumo intrínsecamente insostenible. Todavía debe evaluarse de qué manera las iniciativas mundiales, regionales y nacionales podrían combinarse para revertir consecuencias aún peores que las ya observadas.[16-17]

Es precisamente la expansión de los monocultivos —sobre todo, aquellos utilizados como base para obtener biocombustibles líquidos; por ejemplo, la soja— la que causa grandes controversias a nivel nacional y mundial. Entre los impactos mencionados por la expansión de monocultivos promovidos con fines energéticos, se cuentan la competencia en el uso de la tierra (Righelato y Spracklen, 2007; Searchinger *et al.*, 2008; Bindrabán *et al.*, 2009), la competencia por el agua (Domínguez Faus *et al.*, 2009), la posible repercusión en los precios de productos alimenticios (Rahman *et al.*, 2008; Koh y Ghazoul, 2008), los efectos en la biodiversidad (Fitzherbert *et al.*, 2007; Koh y Wilcove, 2007), el balance energético muchas veces negativo (Pimentel *et al.*, 2007; Rajagopal *et al.*, 2007; Campbell *et al.*, 2009) y el balance de emisiones de GEI no siempre favorable (Farrell *et al.*, 2006, Gibbs *et al.*, 2008).

El hecho de que el empleo de biomasa con fines energéticos pueda asociarse con la sustitución de combustibles fósiles y otros beneficios económicos no implica que la utilización de bioenergía sea intrínsecamente sostenible.

15. Número de especies amenazadas de acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2019) para las cuales el cultivo específico se menciona como una amenaza.

16. Dados los altos riesgos de cambios en usos del suelo para aumentar la producción de etanol y biodiésel en respuesta a la creciente demanda global de biocarburantes, a partir de 2018 se pretende restringir el biodiésel desde cultivos alimenticios, ya que es el principal biocombustible utilizado por el parque automotor europeo frente al bioetanol. Ver Directiva (UE) 2018/2001 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (**https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/LSU/?uri=CELEX%3A32018L2001**).

17. Iniciativas como Roundtable on Sustainable Palma Oil (RSPO) han logrado certificar solo el 20% de la producción mundial de aceite de palma (**https://rspo.org/**).

LA SITUACIÓN EN LA ARGENTINA

En términos de bioenergía aportada a la oferta interna de energía primaria del país (SEN, 2019), los biocombustibles líquidos —derivados principalmente de la soja, el maíz y la caña de azúcar— predominan sobre los sólidos, básicamente bagazo y leña. Cada una de las cadenas de valor asociadas a la obtención de estos grupos de biocombustibles poseen sus particularidades, como la especificidad geográfica, la heterogeneidad en las fuentes de biomasa y las múltiples aplicaciones, y están integradas por distintos actores de variadas disciplinas y de diversos sectores. Si bien estas industrias pueden parecer promisorias, la producción de biocombustibles presenta aspectos que ponen en duda su sostenibilidad socioambiental.

En el año 2015, la Argentina se ubicó entre los 10 países del mundo con mayor pérdida de bosques (FAO, 2015) y actualmente solo cuenta con el 30% de la superficie forestal existente a principios del siglo XX. La pérdida de bosques nativos no solo impacta a nivel climático, sino que afecta el bienestar de las comunidades locales, además de que repercute en la biodiversidad y las funciones ecosistémicas generadoras de bienes y servicios múltiples (MAYDS, 2019). La expansión del cultivo de soja también ha generado cambios intensos en los arreglos productivos de estos territorios (López *et al.*, 2010; Viglizzo *et al.*, 2011; OIT, 2019); en muchos casos, ha provocado el desarraigo y la expulsión de comunidades rurales y pueblos originarios, así como la despoblación rural, con una disminución de la cantidad de trabajadores (Reboratti, 2006; Krapovickas, 2016). Los problemas de soberanía alimentaria, tenencia de la tierra y pobreza también son consecuencia de este modelo expansivo (OEA, 2009; Krapovickas, 2016; Krapovickas y Garay, 2017) y, por lo tanto, no sostenible (Bocchetto *et al.*, 2020).

El ejemplo de la provincia de Salta es claro. Salta es la segunda provincia más afectada por la expansión de la soja (MAGYP, 2019). En el período de 1998 a 2018, la tasa de deforestación anual fue un 1000% más alta que el promedio mundial (GFW, 2020). Los desmontes realizados se concentraron en un 88% en cuatro localidades de la provincia, que a la vez fueron aquellas con mayor número de focos de fuego, un hecho probablemente asociado a que el fuego se utiliza para eliminar los residuos producidos en el desmonte. Esta expansión de la frontera agrícola a costa de ecosistemas naturales está impulsada por las demandas externas de soja y carne, pero también por la producción de biocombustibles.

Las principales limitaciones a la bioenergía tienen que ver con tres aspectos fundamentales que pueden derivar en impactos socioambientales profundamente negativos e irreversibles: i) el tipo de recurso de biomasa que se utilice y el manejo de esos recursos, ii) la escala de los proyectos y iii) la aplicación y destino de la energía generada (Manrique y Franco, 2013). No es posible hablar en forma general de las limitaciones de la bioenergía si no se discrimina de qué tipo de recurso de biomasa se trata, bajo qué condiciones de producción se maneja, en qué zonas se desarrolla, a qué escala se produce y con qué objetivo. Los escenarios que se elaboren a nivel nacional deberán ejecutarse a partir de análisis más profundos y con base en el principio precautorio.[18]

El desafío más importante en relación con la producción de la energía es fortalecer los entramados territoriales con aportes estratégicos que armonicen las relaciones entre las fronteras de los mundos físico, natural y social, pero basados en principios éticos de solidaridad intra e intergeneracional.

18. Señala que frente a una eventual obra o actividad con posibles impactos negativos en el medio ambiente, permite que la decisión política que no da lugar a su realización se base exclusivamente en indicios del posible daño sin necesidad de requerir la certeza científica absoluta (Declaración de Río, 1992). (**https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm**)

BIOENERGÍA: SUGERENCIAS PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

La biomasa es el recurso más distribuido en el territorio, lo que en principio brinda la posibilidad a todas las comunidades de acceder a él. En este sentido, la descentralización del sistema energético es clave para su utilización de modo sostenible; la cercanía de una comunidad a los recursos disponibles para su existencia genera un nivel de conciencia y cuidado de esos recursos que la gestión a distancia no puede dar. La generación distribuida de energía, tanto eléctrica como térmica, podría ser la clave para ese uso sostenible, en la que los proyectos se instalan cerca de la unidad de consumo (hogares, pequeñas empresas) y pueden abastecer toda o parte de la energía consumida (BID, 2019; Kazimierski, 2020). Esto posibilitaría también el desarrollo de nuevos emprendimientos y tecnologías de pequeña o mediana escala, apalancados por financiamiento de montos razonables para el sistema financiero nacional, lo que fomentaría las economías regionales mediante la creación de cadenas de valor locales. Cuando la bioenergía de pequeña escala se basa en aprovechar residuos agrícolas, de procesamiento forestal o de origen pecuario, se requiere el acopio y manejo conjunto de varios puntos de generación para poder lograr volúmenes y suministro constante de materia prima. Por tanto, en muchos casos, los proyectos pueden gestarse de manera comunitaria, con alta participación de cooperativas, asociaciones y municipios, aprovechando los residuos que genera la actividad agropecuaria en zonas predominantemente rurales (Kazimierski, 2020).

Es necesario un abordaje integral y multiactoral en la planificación de los sistemas de bioenergía. Esto implica el entendimiento de que cada proyecto involucrará un tipo de recurso de biomasa y una gran cantidad de eslabones (recolección, almacenamiento, acondicionamiento, transporte, conversión energética, aplicación), generando configuraciones de características particulares, las cuales, a su vez, estarán incluidas en entramados socioeconómicos, políticos y ambientales propios de un espacio y un tiempo dados. Es así como el aprovechamiento de la biomasa para la producción de bioenergía debería considerar, en cada región, las posibles interrelaciones, interconexiones e interdependencias de estos recursos con otros componentes del medio natural (protección del suelo, conservación del agua, recuperación de nutrientes, etc.), así como con los sistemas sociales en los cuales son generados (usos previos existentes, demandas prioritarias, posibilidades técnicas y tecnológicas, capital cultural, entre muchos otros).

Promover iniciativas de asociativismo no solo permitiría asegurar un suministro continuo de biomasa en un emprendimiento, sino que además estaría consolidando los entramados sociales y fortaleciendo la gobernanza local. El sistema científico-tecnológico y de innovación podría motorizar las economías regionales en las muy diferentes facetas en que la biomasa puede utilizarse.

Hasta aquí, la Argentina ha fomentado principalmente la producción y exportación de biocombustibles, acentuando de esta manera su rol de proveedor de materias primas y combustibles en la división internacional del trabajo, en lugar de pensar la bioenergía como un instrumento más para la "democratización" del acceso a la energía y para el desarrollo territorial integral con mayor inclusión social.

COMENTARIO FINAL

La promoción de la bioenergía debe considerar las particularidades regionales, ya que cada proyecto requiere una cuidadosa evaluación integral de los aspectos socioeconómicos y socioambientales afectados, a fin de asegurar que los nuevos sistemas energéticos no repitan los errores de los viejos sistemas que buscan reemplazar.

La bioenergía podría ser parte de la solución para combatir el cambio climático a nivel mundial, así como para proveer soluciones creativas a muchos otros aspectos que guíen a una mayor sostenibilidad local. Pero la bioenergía puede convertirse en parte del problema que busca resolver, o aun generar nuevos problemas a escala nacional, si no se aborda de manera multidimensional, atendiendo cada uno de los aspectos que hacen a la sostenibilidad de la energía y del desarrollo en general.

La problemática del cambio climático ha puesto de relieve el vínculo entre energía, ambiente y sociedad, plataforma fundamental para repensar de qué manera reconciliar las dicotomías hombre-naturaleza del viejo pero todavía actual paradigma de desarrollo que tiene a la relación costo-beneficio económico como única dimensión que se debe analizar. Es evidente que la simple sustitución de combustibles fósiles por bioenergía, o cualquier otra fuente de naturaleza renovable, solo podría solucionar una pequeña parte de las problemáticas socioambientales actuales. Por tanto, es un momento propicio para reflexionar y valorar, interpretar e intervenir en la naturaleza, en el hábitat y en la historia desde nuevas bases de pensamiento.

REFERENCIAS

Agostini, A.; Giuntoli, J. y Boulamanti, A. (2014). Carbon accounting of forest bioenergy: Conclusions and recommendations from a critical literature review. European Commission Joint Research Centre. Disponible en: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC70663/eur25354en_online.pdf.

Bindrabán, P. S.; Bulte, E. H. y Conijn, S. G. (2009). Can large-scale biofuels production be sustainable by 2020? *Agricultural Systems* 101, 197-199.

Bocchetto, R.; Gauna, D.; Bravo, G.; González, C.; Rearte, M.; Molina Tirado, L.; Hilbert, J.; Eisenberg, P.; Lecuona, R.; Taraborrelli, D.; Papagno, S.; Vaudagna, S. (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". MINCyT - INTA-INTIUNNE-UNSa-UNSE. Documento de Trabajo. Buenos Aires.

Camia A.; Giuntoli, J.; Jonsson, R.; Robert, N.; Cazzaniga, N. E.; Jasinevičius, G.; Avitabile, V.; Grassi, G.; Barredo, J. I. y Mubareka, S. (2021). The use of woody biomass for energy purposes in the EU, EUR 30548 EN, Publications Office of the European Union, Luxemburgo, ISBN 978-92-76-27867-2, doi:10.2760/831621, JRC122719.

Castellanos-Navarrete, A.; de Castro, F. y Pacheco, P. (2021). The impact of oil palm on rural livelihoods and tropical forest landscapes in Latin America. *Journal of Rural Studies*. vol. 81. pp. 294-304.

Cowie, A. L.; Berndes, G.; Scott Bentsen, N.; Brandão, M.; Cherubini, F.; Egnell, G.; George, B.; Gustavsson, L.; Hanewinkel, M.; Harris, Z. M.; Johnsson, F.; Junginger, M.; Kline, K. L.; Koponen, K.; Koppejan, J. y Kraxner, F. (2021). Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about climate effects of forest bioenergy. GCB Bioenergy 00:1-22. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/gcbb.12844.

Domínguez-Faus, R.; Powers, S.; Burken, J. y Alvarez, P. J. (2009). The Water Footprint of Biofuels: A Drink or Drive Issue? *Environmental Science and Technology* 43, 3005-3010.

EIA (Energy Information Administration) (2017). International Energy Outlook to 2040. Disponible en: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf.

Farrell, A. E.; Plevin, R. J.; Turner, B. T.; Jones, A. D.; O'Hare, M. y Kammen, D.M. (2006). Ethanol can contribute to energy and environmental goals. Science 311, 506-508.

Fitzherbert, E. B.; Struebig, M. J.; Morel, A.; Danielsen, F.; Bruhl, C. A.; Donald, P. F. y Phalan, B. (2007). How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution* 23(10):538-545.

GFW (Global Forest Watch) (2020). Forest monitoring designed for action. Disponible en: https://www.globalforestwatch.org/.

Gibbs, H. K.; Johnston, M.; Foley, J.; Holloway, T.; Monfreda, C.; Ramankutty, N. y Zaks, D. (2008). Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: The effects of changing yield and technology. *Environmental Research Letters* 3 (034001):10 pp.

IEA (International Energy Agency) (2017a). WEO TO 2040 WORLD ENERGY OUTLOOK. Global Energy Trends. Disponible en: https://webstore.iea.org/download/direct/1055?fileName=World_Energy_Outlook_2017.pdf.

IEA (International Energy Agency) (2017b). TECHNOLOGY ROADMAP BIOENERGY. Disponible en: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/11/Technology_Roadmap_Delivering_Sustainable_Bioenergy.pdf.

IEA (International Energy Agency) (2020a). WEO ENERGY OUTLOOK. Disponible en: https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020.

IEA (International Energy Agency) (2020b). World Energy Outlook Special Report: Prospects for Biogas and Biomethane (París: 2020). Disponible en: https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth.

IEA (International Energy Agency) (2020c). Energy Technology Perspectives 2020. Disponible en: https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2011). Chum, H.; A. Faaij, J.; Moreira, G.; Berndes, P.; Dhamija, H.; Dong, B.; Gabrielle, A.; Goss Eng, W.; Lucht, M.; Mapako, O.; Masera Cerutti, T.; McIntyre, T.; Minowa, K. y Pingoud (2011). Bioenergy. En: Edenhofer, O.; Pichs-Madruga, R.; Sokona, Y.; Seyboth, K.; Matschoss, P.; Kadner, S.; Zwickel, T.; Eickemeier, P.; Hansen, G.; Schlömer, S. y von Stechow, C. (eds.), IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE. UU. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018). Special Report on Global Warming of 1.5 °C. Disponible en: https://www.ipcc.ch/sr15/

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2019). El cambio climático y la tierra: Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres. Disponible en: www.ipcc.ch/srccl. [Shukla, P. R.; Skea, J.; Calvo Buendia, E., *et al.* (eds.)].

IRENA (International Renewable Energy Agency) (2020a). Recycle bioenergy. Circular Carbon Economy report 05. Disponible en: https://www.irena.org/publications/2020/Sep/Recycle-Bioenergy.

IRENA (International Renewable Energy Agency) (2020c). Renewable Power Generation Costs in 2019, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf.

IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2019). Red List of Threatened Species Version 2019-2 (IUCN, 2019). https://www.iucnredlist.org.

Koh, L. P. y Ghazoul, J. (2008). Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities. Review. *Biological Conservation* 141, 2450-2460.

Koh, L. P. y Wilcove, D. S. (2008). Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conservation Letters* 1, 60-64.

Krapovickas, J. (2016). El extractivismo sojero y sus consecuencias humanas. Modelos de desarrollo en disputa en el Chaco argentino. *Revista Alternativa* Nº 5. Primer semestre de 2016.

Krapovickas, J. y Garay, A. (2017). A descriptive approach to the social and territorial inequality in rural areas of Northwest Argentina in the first decade of the XXI century. *Estudios Geográficos* 78(283):605-632.

Li, T. M. (2018). Evidence-Based Options For Advancing Social Equity In Indonesian Palm Oil: Implications For Research, Policy And Advocacy (Center for International Forestry Research (CIFOR). https://www.cifor.org/knowledge/publication/6842/.

Liu, W.; Yu, Z.; Xie, Z.; von Gadow, K. y Peng C. (2018). A critical analysis of the carbon neutrality assumption in life cycle assessment of forest bioenergy systems. *Environ Rev* 26, 93-101. dx.doi.org/10.1139/er-2017-0060.

López, E.; Silva, A.; González, A.; Ávila, M.; Simesen de Bielke, A.; de Viana, M.; Rodríguez, H.; Corvalán, E.; Molinari, R. y Palmer, J., (2010). *Desmontar Pizarro.* 1a ed. Salta: Parque Nacional Pizarro. 360 pp. ISBN 978-987-26235-0-0.

MAGYP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación) (2016). Informe sobre biocombustibles. Diciembre 2016. Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioenergia/informes/biocombustibles.

MAGYP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación) (2019). Estadísticas agrícolas, por cultivos, campañas, provincias y departamentos. Buenos Aires: Ministerio de Agroindustria. Disponible en: http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones.

MAYDS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) (2020). Informe del estado del ambiente 2019. Coordinación general de Silvia Chiavassa. 1a ed. Volumen combinado. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: MAYDS. ISBN 978-987-47600-8-1. Disponible en: http://www.ubacytambiental.com.ar/archivos/doctrina%20documentos%20generales/Informe%20del%20Estado%20del%20Ambiente-%20Ministerio%20de%20ambiente-%20ptado.%2020-4-17.pdf

Meijaard, E.; Brooks, T. M.; Carlson, K. M., *et al.* (2020). The environmental impacts of palm oil in context. Nat. Plants 6, 1418-1426. https://doi.org/10.1038/s41477-020-00813-w.

Pimentel, D.; Patzek, T. y Cecil, G. (2007). Ethanol production: energy, economic, and environmental losses. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 189, 25.

Pirker, J.; Mosnier, A.; Kraxner, F.; Havlík, P. y Obersteiner, M. (2016). What are the limits to oil palm expansion? *Glob Environ Change* 40, 73-81.

Rahman, S. H.; Ahmed, A. M.; Bauer, A.; Bhushan, I.; Carrasco, B.; Chatterjee, S.; Dawson, R. L. T.; Fawcett, B.; Hussain, A.; James, W. E.; Kannan, K.; Lin, T.; Mitra, S.; Olega, A.; Renfro, R. Z. H.; Roche, F. C.; Shrestha, S.; Siddiq, A.; Srinivasan, R.; Zahid, S. N.; Zhuang, J.; Zhukov, E. G. y Alamgir, M. (2008). Soaring Food Prices: Response to the Crisis. Asian Development Bank, Manila, Filipinas. Disponible en: http://www.adb.org/Documents/Papers/soaringfood- prices/soaring-food-prices.pdf.

Rajagopal, D.; Sexton, S. E.; Roland-Holst, D. y Zilberman, D. (2007). Challenge of biofuel: filling the tank without emptying the stomach? *Environmental Research Letters* 2: doi:10.1088/1748-9326/2/4/044004.

Reboratti, C. (2006). La Argentina rural entre la modernización y la exclusión. En: Geraiges de Lemos, A. I.; Arroyo, M. y Silveira, M. L. (eds.), *América Latina: cidade, campo e turismo.* CLACSO (Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales), San Pablo, pp. 175-187.

REN21 (Renewable Energy Network for the 21st Century) (2020). Renewable 2020 global status report. París/Washington (DC): REN21/Worldwatch Institute.

Righelato, R. y Spracklen, D. V. (2007). Environment - Carbon mitigation by biofuels or by saving and restoring forests. *Science* 317(5840):902-902.

Santika, T., *et al.* (2019). Does oil palm agriculture help alleviate poverty? A multidimensional counterfactual assessment of oil palm development in Indonesia. *World Dev.* 120, 105-117.

Searchinger, T. D.; Beringer, T.; Holtsmark, B.; Kammen, D. M.; Lambin, E. F.; Lucht, W.; Raven, P. y van Ypersele, J. P. (2018). Europe's renewable energy directive poised to harm global forests. *Nature Communications* 9, 3741.

Searchinger, T. D.; Wirsenius, S.; Beringer, T. y Dumas, P. (2018). Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature* 564, 249-253.

Searchinger, T.; Heimlich, R.; Houghton, R. A.; Dong, F. X.; Elobeid, A.; Fabiosa, J.; Tokgoz, S.; Hayes, D. y Yu, T. H. (2008). Use of US croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. *Science* 319(5867):1238-1240.

Sterman, J. D.; Siegel, L. y Rooney-Varga, J. N. (2018). Does replacing coal with wood lower CO_2 emissions? Dynamic lifecycle analysis of wood bioenergy. *Environmental Research Letters* 13, 015007.

Teng, S.; Khong, K. W. y Che Ha, N. (2020). Palm oil and its environmental impacts: A big data analytics study. *Journal of Cleaner Production* 274, 122901.

UNEP (United Nations Environment Programme) (2015). Agenda 2030. Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/).

UNEP (United Nations Environment Programme) (2019). EGR 2020. Emissions gap report. Disponible en: https://www.unep.org/es/emissions-gap-report-2020.

Viglizzo, E. F. y Jobbágy, E. (2010). *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental,* Ed. INTA. Buenos Aires, Argentina.

Viglizzo, E. F.; Ricard, M. F.; Jobbágy, E. G.; Frank, F. C. y Carreño, L. V. (2011). Assessing the cross-scale impact of 50 years of agricultural transformation in Argentina. *Field Crops* Res 124, 186-194.

Vijay, V.; Pimm, S. L.; Jenkins, C. N. y Smith, S. J. (2016). The impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss. PLoS One 11 (7), e0159668.

WEC (World Energy Council) (2019). Global Energy Scenarios Comparison Review. Technical Annex. Disponible en: https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WEInsights-Brief-Global-Energy-Scenarios-Comparison-Review-R02.pdf.

WEC (World Energy Council) (2020). World Energy Trilemma Index. Disponible en: https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2020.

Woo, H. y Turner, P. (2019). A Review of Recent Research on Carbon Neutrality in Forest Bioenergy Feedstocks. Mini Review. I*nt J Environ Sci Nat Res* 19(3):80-83. doi: 10.19080/IJESNR.2019.19.556014.

World Bioenergy Association (WBA) (2019). Global bioenergy statistics 2019. Disponible en: https://worldbioenergy.org/uploads/191129%20WBA%20GBS%202019_LQ.pdf.

AUTORES:

Gabriel Blanco
Daniela Keesler
Silvina Manrique

SEPTIEMBRE 2021

Climate Transparency

Climate Transparency es una asociación global que tiene la misión compartida de alentar una "carrera hacia la cima" en lo que respecta a las acciones climáticas del G20, y de cambiar las inversiones hacia tecnologías con carbono cero mediante una mayor transparencia. Climate Transparency es posible gracias al apoyo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), mediante International Climate Initiative, ClimateWorks Foundation y World Bank Group.

https://www.climate-transparency.org/

FARN
FUNDACIÓN AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Fundación Ambiente y Recursos Naturales es una organización no gubernamental, sin fines de lucro y apartidaria fundada en 1985. Su meta principal es la promoción del desarrollo sostenible mediante políticas y leyes, y la organización institucional de la sociedad. La participación de los ciudadanos es uno de los principales puntos del trabajo de FARN; los ciudadanos tienen un papel importante en el cumplimiento de la legislación, exigiendo la aplicación de las leyes, participando en debates políticos y asignando recursos para evitar problemas ambientales. Las diferentes actividades de la Fundación están financiadas mediante contribuciones provenientes de donantes privados (individuos, empresas y fundaciones nacionales e internacionales) y de organismos públicos nacionales e internacionales.

https://farn.org.ar/

Fomentado por el:

Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear

en virtud de una resolución del Parlamento
de la República Federal de Alemania

Este documento fue financiado por la Iniciativa Internacional Climática (IKI). El MInisterio Federal para el Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear (BMU) apoya esta iniciativa sobre la base de una decisión adoptada por el Bundestag alemán.

www.international-climate-initiative.com/en/