

Elías Valentín Decunto²

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
@ [valentindecun@gmail.com]

Graciela Luján Caballero³

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
@ [caballero-graciela99@gmail.com]

RECIBIDO 30-06-2022
ACEPTADO 09-08-2022

Cita sugerida: Decunto, E. V. y Caballero, G. L. (2022). Proyectos de producción de biogás en la Región Pampeana y su contribución a los desafíos energéticos del Siglo XXI. Revista *Huellas*, Volumen 26, N° 2, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado a partir de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>

DOI:<http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2022-2623>

Resumen

La sociedad global enfrenta desafíos energéticos por la escasez de recursos, los impactos socio-ambientales asociados y la inequidad en el acceso. Se plantea una nueva transición energética centrada en cambios en el uso y provisión, en el desarrollo e implementación de fuentes renovables, abarcando aspectos ambientales, políticos, económicos y culturales. En Argentina se ejecutaron políticas y estrategias para la promoción de las energías renovables, la democratización de su uso y la mejora en el acceso. En este contexto, los espacios rurales son re-visualizados y apropiados como territorios productores de energía; los espacios donde se desarrollan actividades ganaderas presentan potencial de generación a partir de los residuos pecuarios. El objetivo del trabajo es explorar los desafíos energéticos a nivel global y nacional para determinar los aportes de proyectos de producción de biogás en la Región Pampeana, identificando factores, obstáculos y desafíos. Se empleó principalmente información secundaria, recurriendo a diversas fuentes. Se identificaron 16 proyectos de producción de biogás a partir de residuos pecuarios bovinos en la Región Pampeana. Argentina presenta potencial para la implementación de esta tecnología, la cual brinda numerosas oportunidades. Las principales barreras para el desarrollo son económicas; la implementación y continuidad de programas y financiamiento son fundamentales.

Palabras clave: transición energética; espacios rurales; sector ganadero; Argentina



Biogas production projects in the Pampean Region and their contribution to the energy challenges of the 21st century

Abstract

In the 21st century, global society faces energy challenges related to the availability of resources, environmental impacts resulting from the use of fossil fuels and inequity in access to energy. A new energy transition is posed, which focuses on changes in the use and supply of energy, in the development and implementation of renewable sources, including environmental, political, economic and cultural aspects. In Argentina, policies and strategies were implemented to promote renewable energies, democratize their use and improve access to them. Within this context, rural spaces are re-visualized and appropriated as energy producers. In particular, the spaces where livestock activities are developed have the potential for renewable generation from animal waste, also contributing to their proper management. The purpose of this work is to explore the global and national energy challenges to determine the contributions of biogas production projects in the Pampas Region, identifying factors, obstacles and challenges. For this purpose, mainly secondary information was used, resorting to different sources. Sixteen projects for the production of biogas from cattle waste were identified in the Pampas region, most of them are feedlot. Argentina has the potential for the implementation of this technology. The main barriers to the development of this type of projects are economic, so the implementation and continuity of programs that guarantee the purchase of renewable energy and financing are essential.

Keywords: energy transition; rural spaces; livestock sector; Argentina

Projetos de produção de biogás na Região Pampiana e sua contribuição aos desafios energéticos do século XXI

Resumo

A sociedade global enfrenta desafios energéticos devido à escassez de recursos, aos impactos socioambientais associados e à desigualdade no acesso. Propõe-se uma nova transição energética, com foco nas mudanças de uso e oferta, no desenvolvimento e implantação de fontes renováveis, englobando aspectos ambientais, políticos, econômicos e culturais. Na Argentina, foram implementadas políticas e estratégias para promover a energia renovável, democratizar seu uso e melhorar o acesso. Nesse contexto, os espaços rurais são re-visualizados e apropriados como territórios produtores de energia; os espaços onde são realizadas as atividades pecuárias têm potencial de geração a partir dos dejetos da pecuária. O objetivo do trabalho é explorar os desafios energéticos em nível global e nacional para determinar as contribuições dos projetos de produção de biogás na Região Pampiana, identificando fatores, obstáculos e desafios. A informação secundária foi principalmente utilizada, recorrendo a várias fontes. Foram identificados 16 projetos de produção de biogás a partir de dejetos da pecuária bovina na Região dos Pampas. A Argentina apresenta potencial para a implementação desta tecnologia, que oferece inúmeras oportunidades. As principais barreiras ao desenvolvimento são econômicas; a implementação e continuidade de programas e financiamentos são essenciais.

Palavras-chave: transição energética; espaços rurais; setor pecuário; Argentina

Introducción

Garantizar la disponibilidad de recursos energéticos, mitigar los impactos socio-ambientales asociados al uso de los combustibles fósiles y asegurar la equidad en el acceso, son los principales desafíos energéticos del Siglo XXI. Para afrontarlos, se deben introducir modificaciones en la provisión y utilización de energía: se requiere una nueva transición energética, comandada por fuentes renovables, que también abarque aspectos ambientales, culturales, políticos y económicos. En particular, la matriz de energía primaria y eléctrica de Argentina están dominadas por combustibles fósiles, siendo necesaria su diversificación con fuentes renovables, su descentralización territorial y democratización en la generación y la mejora en el acceso. En este contexto, los espacios rurales se re-visualizan y son apropiados como territorios productores de energía, principalmente a partir de los recursos eólico, solar y biomasa. En particular, el aprovechamiento de la bioenergía a partir de residuos pecuarios se centra en la Región Pampeana, debido a sus potencialidades y especialización productiva en relación a la actividad ganadera. De esta forma, la producción de biogás en la región con residuos pecuarios brinda oportunidades para la generación renovable y para una correcta gestión de los mismos. El presente trabajo tiene por objetivo explorar los desafíos energéticos a nivel global y nacional para determinar los aportes de proyectos de producción de biogás en la Región Pampeana, identificando factores, obstáculos y desafíos. La investigación se basó principalmente en la recolección, lectura y comprensión de información secundaria a través de diversos documentos. La información permitió la construcción del marco teórico, la profundización en conceptos claves y la identificación de los proyectos en la Región Pampeana. La revisión secundaria incluyó artículos científicos; estudios, datos estadísticos e informes provistos por organismos nacionales e internacionales; noticias publicadas en diversos medios de comunicación; legislación, entre otros. Los datos cuantitativos presentados facilitan la comprensión del fenómeno estudiado y brindan soporte empírico. También se recurrió a información primaria obtenida a partir de trabajo de campo y entrevistas virtuales a actores claves de proyectos de producción de biogás con residuos pecuarios. El artículo se estructura en tres partes. La primera explora los desafíos energéticos a nivel global e indaga en el concepto de transición energética como posibilidad para afrontarlos. La segunda parte examina la situación de Argentina en este contexto e identifica las estrategias desarrolladas en el país para la promoción de energías renovables. Por último, la tercera parte se centra en el análisis del sector ganadero en el país y en la producción de biogás como estrategia de mitigación de emisiones de GEI en el sector, identificando proyectos y sus características generales.

Los desafíos energéticos del Siglo XXI

En el Siglo XXI la humanidad debe enfrentar desafíos sanitarios, alimentarios, migratorios, políticos, culturales y energéticos (Márquez Covarrubias, 2010), los cuales se originan en parte en la contradicción capital-naturaleza, es decir, en la búsqueda de un crecimiento infinito que excede los límites de los ciclos naturales. A su vez, son producto de la reproducción del capital en base a la explotación de las sociedades y ecosistemas (Pineda, 2016). Esta relación entre capitalismo y naturaleza no es lineal, se encuentra mediada por el Estado quien cumple la función de ente regulador y organizador para la explotación de los recursos (Keucheyan, 2014). Según Pineda (2016), el despliegue del capital sobre la naturaleza puede definirse en cinco formas: i) procesos de biomerchantilización: privatización de bienes comunes naturales para alcanzar beneficios económicos ii) procesos agroindustriales: control, concentración y explotación de tierras iii) procesos de hiper urbanización: obtención de máxima ganancia al considerar el suelo como mercancía iv) megainfraestructura energética y comunicacional: redes de transporte, comunicaciones y energéticas v) procesos extractivos: la naturaleza como fuente de recursos.

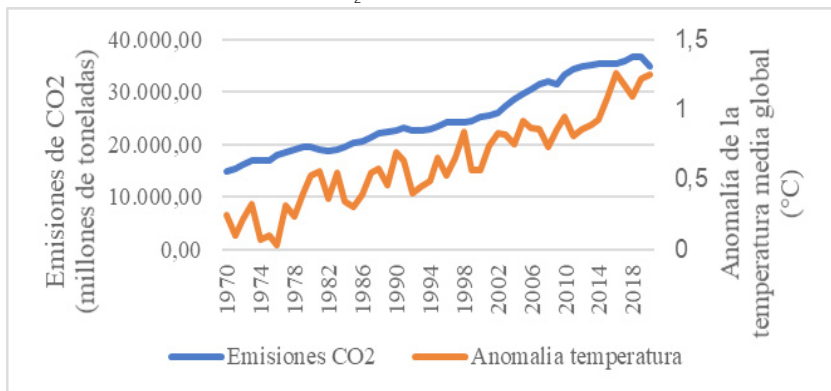
Estos despliegues dependen del petróleo barato, cuya disponibilidad, como se verá más adelante, podría disminuir en las próximas décadas (Mahnkopf, 2019). El propósito de los procesos mencionados es garantizar la reproducción del capital *per se* y la satisfacción de las necesidades de consumo de la población mundial, haciendo un uso cada vez más intenso de los recursos de la naturaleza. Como lo expresa Ricapa Fajardo (2020, p. 1): “El incremento poblacional ha traído como consecuencia una mayor demanda de recursos, lo cual involucra que las reservas en la naturaleza sean presionadas para cumplir con la demanda”.

Al considerar la dependencia energética en base a los recursos fósiles, el crecimiento demográfico (asociado a un mayor consumo de energía por individuo) y el consumo excesivo de bienes y servicios por parte de la fracción más rica de la sociedad global, se visibiliza el escenario de crisis energética y climática actual. En América Latina, los efectos del crecimiento demográfico se materializan mediante la aparición de barrios marginales carentes de servicios básicos como: alcantarillado, energía eléctrica, transporte y recreación (Ricapa Fajardo, 2020).

Los desafíos energéticos que se presentan están determinados por 1) la disponibilidad de recursos energéticos para satisfacer la demanda de energía 2) los impactos socio-ambientales asociados a los medios de suministro y consumo 3) la falta de equidad en el acceso. En relación al primer punto, se debe mencionar que el consumo energético se ha incrementado en las últimas décadas. En 1990 fue de 250.000.000 Tera Joules (TJ), mientras

que en 2019 superó los 350.000.000 TJ. Se espera que continúe incrementándose en los siguientes años. Como se mencionó anteriormente, la demanda energética global es satisfecha principalmente por fuentes no renovables: petróleo (31%), gas natural (23%) y carbón (27%) (Agencia Internacional de Energía, 2022). Los biocombustibles alcanzan un valor de 9%, nuclear 5%, hidroenergía 4% y otras renovables 2%. Considerando esta dominancia, es alarmante su futuro agotamiento. De hecho, las estimaciones presentadas en el *Statistical Review of World Energy 2021* (bp, 2021) le otorgan al petróleo un horizonte de agotamiento de 53,5 años, al gas natural 48,8 años y al carbón 139 años. La aplicación de modelos para ilustrar escenarios energéticos futuros arrojó resultados similares: riesgo de escasez energética y pico de producción de la energía fósil entre 2020-2035, seguido de un descenso (Salaet Fernandez et al., 2010; Capellán-Pérez et al., 2014). Sin embargo, en los últimos años, la aplicación de la técnica de fracturación hidráulica (*fracking*) ha posibilitado la apropiación y uso de territorios para la producción de energía fósil no convencional, retrasando el desabastecimiento. Para Hourcade et al. (2015) las reservas no convencionales y el carbón compensarán la escasez, retrasando el agotamiento dos siglos. Sin embargo, también deben considerarse los cuestionamientos realizados a dicha técnica, principalmente por el gran volumen de agua que demanda y los impactos en el paisaje, debido a la implantación territorial de nueva infraestructura para la conexión entre los diferentes nodos: obtención del recurso energético-generación-aprovechamiento de energía.

Figura N° 1. Emisiones de CO₂ y anomalía de la temperatura media global.



Fuente: elaboración propia en base a datos de epdata.es (2022).

El segundo punto a abordar son los impactos socio-ambientales derivados de los medios empleados en el suministro y consumo energético. La comunidad científica advierte sobre una relación evidente entre el aumen-

to de las emisiones de GEI y el aumento de la anomalía de la temperatura media global (ver Figura N° 1). Se estima que el 65% de las emisiones de GEI son generadas por el uso de combustibles fósiles (Gil y Dutt, 2016). Según datos de la Agencia Internacional de Energía (2022) el 41,8% de las emisiones totales se generan en la producción de electricidad y calor, y 24,4% en el sector transporte.

El incremento de las concentraciones de GEI en la atmósfera genera un desequilibrio energético, provocando el incremento de la temperatura media del planeta y el fenómeno del calentamiento global. Se estima que la temperatura ha aumentado 1,01 °C desde 1880, con una anomalía de 1,02 °C en 2020 (Nasa Climate, 2022). Asimismo, la concentración de CO₂ en la atmósfera, que se mantuvo en el rango de 280 partes por millón (ppm) en los últimos 10.000 años, actualmente se encuentra en torno a 417 ppm. Los expertos advierten sobre las consecuencias de ello: aumento de la temperatura de los océanos, reducción de las capas de hielo, cambios en los valores de precipitación, pérdida de biodiversidad, incremento de refugiados ambientales, entre otros. En este escenario, los países han elaborado políticas y realizado acuerdos con el objetivo de reducir sus emisiones de GEI y mantener el incremento de la temperatura media global por debajo de los 2 °C, y en lo posible limitarlo a 1,5 °C. Es el caso del Acuerdo de París, el cual es un convenio ambiental multilateral establecido en 2015, que ha entrado en vigencia en noviembre de 2016. En pos de reforzar los objetivos del Acuerdo antes mencionado, en 2021 se firmó el Pacto de Glaslow para el Clima, el cual aborda la financiación para acciones de mitigación y adaptación, compleción del Acuerdo de París, abandono de combustibles fósiles; planteando a su vez nuevos ejes como limitar las emisiones de metano, revertir la pérdida de bosques, entre otros (Naciones Unidas, 2022). Por último, se debe abordar la inequidad en el acceso energético. Según la Agencia Internacional de Energía, 1.300 millones de personas carecen de acceso a la electricidad, de las cuales el 84% se encuentra en espacios rurales, 1.000 millones tienen un acceso eléctrico poco seguro y 3.000 millones emplean la madera, el carbón y/o los desechos de origen animal para cocinar, ocasionando impactos en la salud de los propios consumidores. Si se considera que la energía es primordial para servicios de infraestructura y comunitarios como hospitales, educativos como universidades y escuelas, y civiles como ONGs o empresas privadas (Carrizo et al., 2017), garantizar su acceso es esencial.

La necesidad de transitar hacia una matriz descarbonizada, descentralizada y democrática

Los desafíos planteados anteriormente requieren cambios en la provisión y utilización de la energía; transitar hacia una matriz energética basa-

da en fuentes renovables se orienta a ello. Sin embargo, se debe considerar que esta no es la primera transición energética de la humanidad, sino que ya se atravesaron varias, impulsadas por factores heterogéneos (Linares, 2018), las cuales ocurrieron de forma gradual y parcial, valorizándose determinados recursos energéticos en cada una de ellas. Antes de la Primera Revolución Industrial, la demanda de energía se adaptaba a la oferta (Brüggemeier, 2017): la leña era la principal fuente de calor, además se empleaba la fuerza física, tanto de animales como del hombre. A partir de la industrialización, el carbón se convirtió en la principal fuente energética, mientras que el uso del petróleo se intensificó a partir de 1950.

La transición energética que se plantea actualmente refiere a un pasaje desde las energías fósiles hacia las fuentes renovables, donde las primeras ocuparían un rol complementario y no protagonista. Las fuentes renovables se asocian a efectos positivos como sustentabilidad de uso, beneficios ambientales, aportes a la seguridad energética e impactos positivos en la economía (Badii et al., 2016). Sin embargo, también deben considerarse sus limitaciones y los impactos negativos, como la intermitencia en la generación de algunas fuentes; los impactos asociados a la actividad minera en relación a la extracción de minerales, los cuales son necesarios para su construcción (principalmente para equipamiento eólico y solar); contaminación del paisaje, entre otros. Es importante destacar que la transición energética no sólo implica el desarrollo e implementación de tecnologías renovables, sino que debe abordar aspectos socio-ambientales, económicos, culturales y políticos (Carrizo, Nuñez Cortés y Gil, 2016; Fornillo, 2017). Para Bertinat (2016), la transición energética debería basarse en los siguientes ejes y criterios: i) energía y necesidades humanas: se deben construir mecanismos alternativos para satisfacer las necesidades, como priorizar la producción local y el consumo sustentable ii) energía y distribución de la riqueza: se requiere un sistema tarifario donde el monto a pagar esté relacionado con el nivel de ingresos y donde se sancione el sobreconsumo iii) renovabilidad y sustentabilidad de fuentes: desarrollo de proyectos energéticos renovables y sustentables que generen impactos positivos en toda la sociedad iv) políticas energéticas locales: descentralización y democratización de las políticas energéticas v) desmercantilización y derechos: se deben modificar el marco legal para abordar la energía como derecho y no como mercancía vi) alternativas sectoriales: realizar cambios estructurales (fuentes, consumo) en los diferentes sectores.

Argentina en el contexto de la transición y desafíos energéticos

De igual manera que ocurre globalmente, la matriz de energía primaria de Argentina se basa en combustibles fósiles (84%), con una fuerte

presencia de gas natural (50%), seguido de petróleo (33%) y una mínima fracción de carbón (1%). El 9% lo conforma la hidroenergía, 4% energía de fuentes renovables y 3% energía nuclear.

Por otra parte, la matriz eléctrica también se basa en fuentes fósiles. Según datos de CAMMESA (2021), en 2020 el 61,4% de la electricidad se generó a partir de fuentes térmicas convencionales, el 21,7% a partir de fuentes hidro, 9,5% con renovables y 7,5% con nuclear. La configuración actual de la matriz es producto de una evolución dada en tres etapas, donde se han valorizado diferentes recursos energéticos en distintas regiones del país (ver Cuadro N° 1) (Furlán, 2017).

Cuadro N° 1. Etapas de la evolución de la matriz eléctrica de Argentina.

Etapa	Año	Descripción	Regiones
Mix de hidrocarburos y planificación de una matriz eléctrica diversa	1950-1972	Empleo de equipamientos de tipo térmico: inicialmente carbón, diésel, fueloil, posteriormente gas natural. Iniciativa política para el desarrollo de energía hidroeléctrica y nuclear.	-Región Central: Buenos Aires, Rosario y La Plata -Córdoba -Mendoza -Tucumán -Salta
Diversificación con base en hidroelectricidad, complementación nuclear y sustitución interna en termoeléctrica	1972-1996	Despliegue de la obra Hidráulica, concreción del uso de energía nuclear, incorporación del gas natural como sustituto de combustibles líquidos derivados del petróleo en la generación térmica; todo ello en pos de la independencia energética.	-Región Central: Buenos Aires, Rosario y La Plata -Córdoba -Mendoza -Comahue -Noroeste -Noreste
Refosilización y diversificación complementaria no convencional de baja intensidad	1997-...	Incremento de la dependencia de las fuentes fósiles e impulso energías no convencionales renovables de baja y mediana potencia (eólica, solar fotovoltaica, biocombustibles) y no renovables de alta potencia (nuclear).	-Región Central: Buenos Aires, Rosario y La Plata -Córdoba -Mendoza -Comahue -Noroeste -Noreste -Chubut

Fuente: elaboración propia a partir de Furlán (2017).

A pesar de la predominancia de las fuentes fósiles, desde mediados de 1980 han surgido políticas y programas orientados a la implementación de fuentes renovables, democratización en la producción y mejora en la accesibilidad. Se destaca el “Régimen de Fomento Nacional Para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Modificación” (Ley N° 27.191), el cual fijó alcanzar una participación de energía renovable del 20% en la matriz eléctrica hacia 2025; la creación del programa RenovAr en 2016, que adjudicó

có 244 proyectos renovables en todo el país; el “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública” (Ley N°27.424), que fijó políticas y condiciones para la generación eléctrica renovable destinados a usuarios conectados a la red de distribución (Generación Distribuida); el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER), el cual pretende mejorar el acceso energético renovable de la población rural del país; y la más reciente creación del Clúster Renovable Nacional a principios de 2022, un organismo público-privado que tiene por objetivo articular la oferta de producción nacional para la fabricación principalmente de aerogeneradores, palas aerogeneradores y paneles fotovoltaicos, invirtiendo en el desarrollo y construcción de parques de generación renovables con un componente nacional del 50%.

Particularmente, en los últimos 5 años se concretaron diversos proyectos que han acrecentado la participación de energía renovable en la matriz eléctrica nacional. En 2021, a comparación de años anteriores, se registró una mayor participación de fuentes renovables, cubriéndose el 13,1% de la demanda; mientras que en 2018 por ejemplo se cubrió sólo el 3%. La matriz eléctrica renovable se conforma un 77% por energía eólica, 10% solar, 7,5 % bioenergía y 4,5% hidráulica. También es importante destacar el consumo energético por sector, dándose la mayor parte en los sectores de transporte (31%), residencial (26%) e industrial (21%), sobre un total de 53.632 miles de TEP.

En cuanto a emisiones de GEI, Argentina es responsable aproximadamente del 0,6% de las emisiones a nivel global, ocupando el puesto N°31 y el N°2 en América del Sur, después de Brasil. Según el 4to Informe Biental de la República Argentina, en 2018 el 51% de las emisiones se generaron en el sector “energía” (incluye transporte), 39% en “agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra”, 6% “procesos industriales y usos de productos” y 4% “residuos”, sobre un total de 366 MtCO_{2e} (millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente). Es necesario mencionar que el país, en el marco del Acuerdo de París, se ha propuesto no exceder las 359 MtCO_{2e} para 2030. En relación al acceso energético, las provincias de Formosa, Santiago del Estero, Misiones, Jujuy y Salta son las que presentan mayor nivel de pobreza energética (Durán y Condori, 2016, citado en Jacinto, Carrizo y Gil, 2019). El 60% de los hogares accede a la red de gas natural, el cual es empleado para cocción, calefacción y calentamiento del agua. El 37% de la población utiliza Gas Licuado de Petróleo mientras que 1,4 millones utilizan leña para cocinar. El acceso a la electricidad es del 98% (Jacinto et al., 2019). En este contexto de crisis climática y energética, los espacios rurales argentinos, visualizados como espacios de agronegocios, mineros, hidrocarbúricos y forestales, comienzan a ser

apropiados y/o visualizados como proveedores de recursos energéticos renovables (Nogar, 2020). Estos espacios en donde se hace presente una especialización productiva, ligada a las actividades pecuarias, manifiestan potencialidad para producir bioenergía (biogás) a partir de sus residuos, al mismo tiempo que realizan una adecuada gestión de los mismos. El desarrollo de esta tecnología en Argentina es aún incipiente, sin embargo, la producción de biogás comienza a manifestar sus potencialidades, siendo una tecnología que podría aportar a los desafíos energéticos. En particular, en los espacios rurales de la Región Pampeana existe un potencial aún sin explotar de biogás, a partir de la actividad pecuaria, el cual contribuiría a reducir las emisiones del sector (Kasizimierski, 2020).

Emisiones de gases de efecto invernadero en el sector ganadero

El sector ganadero es responsable de la emisión de GEI, principalmente metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), y en menor medida dióxido de carbono (CO_2). Las emisiones presentan un incremento sostenido en el tiempo y se espera que continúe debido a un mayor consumo de productos de origen animal en los próximos años (Costantini et. al, 2018). Se estima que el 14,5% de las emisiones de GEI antrópicas globales son generadas en el sector. Su origen se debe a diversas fuentes (Berra y Finster, s. f.): i) emisiones de CH_4 por fermentación entérica: producción de metano producto de los procesos digestivos normales (fermentación) de los rumiantes. La cantidad de gas emitida depende del tipo de animal, cantidad y digestibilidad del alimento, nivel de producción, entre otros factores ii) emisiones por el manejo del estiércol: cuando el estiércol se maneja en forma líquida, se descompone anaeróbicamente produciendo metano. Cuando se maneja en forma sólida o se deposita sobre las pasturas, se descompone aeróbicamente produciendo menor cantidad de metano. Las emisiones de óxido nitroso son producto de la desnitrificación del nitrógeno orgánico presente en el estiércol y en la orina iii) emisiones de óxido nitroso debidas a los animales en pastoreo: las emisiones pueden ser directas (los animales en pastoreo depositan sus desechos sobre las pasturas y campos, produciéndose óxido nitroso) o indirectas (el nitrógeno excretado por los animales entra a la atmósfera y luego retorna a los suelos por deposición atmosférica, aumentando la producción de óxido nitroso). También es importante mencionar otra fuente de emisión dada por el consumo energético (generalmente basado en combustibles fósiles), a lo largo de toda la cadena productiva: fabricación de fertilizantes, uso de maquinaria agrícola, procesado y transporte del alimento, así como el consumo que puede ocurrir en las unidades de producción (ventilación, iluminación, climatización) (FAO, 2022).

En Argentina la actividad ganadera se centra en los espacios rurales de las regiones Pampeana, Espinal y Chaco Húmedo. La especialización productiva dada a partir de la ganadería bovina, se complementa con ganadería para la producción de leche y otras ganaderías importantes para las economías regionales. Como se mencionó anteriormente, el 39% de las emisiones de GEI (143 MtCO₂e) del país se originan en el sector “agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra” (MAyDS, 2021). Dentro de los diferentes usos productivos del sector, la ganadería (subsector) es responsable del 40% de las emisiones. En el panorama general, la “fermentación entérica bovinos de carne” es la segunda categoría de mayor aporte (después de “industrias de la energía”), con el 12% de emisiones de GEI, “directas excretas en pasturas bovinos de carne” 3%, “fermentación entérica bovinos lecheros” 1%, “fermentación entérica resto de ganaderías” 1%, “indirectas excretas en pasturas bovinos de carne” 1%, “directas excretas en pasturas resto de ganaderías” 1%, y “directas excretas en pasturas bovinos lecheros” 1%; es decir que la ganadería en su conjunto es responsable de alrededor del 20% de las emisiones del país. En este sentido, y en el marco de los compromisos asumidos por Argentina en el Acuerdo de París, se torna esencial la implementación de medidas de mitigación y adaptación en el sector ganadero. Las estrategias de mitigación pueden aplicarse en diversas áreas de intervención: alimentación y nutrición, genética y mejoramiento animal, modulación del rumen, salud animal, manejo de pasturas y gestión del estiércol (Haro Reyes y Gómez Bravo, 2018). Dentro de esta última área, se encuentra la producción y captura de biogás de los procesos anaeróbicos, el cual permite no solo lograr una adecuada gestión de residuos y menor emisión de GEI, sino que también brinda el potencial de aprovechar el combustible de forma térmica o eléctrica.

Producción de biogás: conceptos básicos

El biogás es un gas formado principalmente por metano (55-70%) y dióxido de carbono (30-45%), más elementos traza como oxígeno, nitrógeno, vapor de agua y sulfuro de hidrógeno. La calidad varía dependiendo de su composición. Por ejemplo, a mayor contenido de metano, mayor poder calorífico; por otra parte, la concentración de sulfuro de hidrógeno no debe ser demasiado alta ya que puede inhibir el proceso de digestión y también provocar corrosión en el equipamiento tecnológico. En términos energéticos, 1m³ de biogás equivale a 0,6m³ de gas natural, 0,8 Kg de carbón, 1,5 Kg de leña o 6,8 kWh de electricidad. El biogás se origina en la digestión anaerobia, donde las bacterias convierten parte de la fracción orgánica de un substrato en gas, siendo un proceso biológico complejo y

degradativo (FAO, 2011). El proceso de digestión anaeróbica tiene lugar en biodigestores, los cuales son contenedores cerrados herméticamente donde crecen en condiciones anaeróbicas los microorganismos que degradarán la materia orgánica. El diseño de los biodigestores varía según la escala, los objetivos, la cantidad de materia prima disponible, entre otros factores. Los biodigestores disminuyen alrededor del 60-80% de las emisiones que podrían generarse del estiércol sin su uso (Global Research Alliance, 2013). La producción, captura y utilización de biogás proporciona además una fuente de energía rentable baja en carbono, que puede contribuir al acceso energético de la zona rural. Luego de su captación, el biogás puede ser empleado de diversas formas (FAO, 2011). El uso más simple refiere a la combustión directa para la obtención de energía térmica (calor), la cual puede ser empleada para actividades básicas como cocción o calentamiento de agua. Otro uso se refiere a la generación de energía eléctrica mediante motores de combustión interna. También existen sistemas combinados que permiten generar electricidad y capturar el calor residual generado durante el proceso (cogeneración), aumentando así la eficiencia. Además, el biogás puede ser purificado, con el objetivo de lograr una concentración de metano mayor al 95% (biometano), y ser empleado para su uso en redes de gas o en vehículos. Es necesario mencionar que, en la digestión anaeróbica, además del biogás, se obtiene otro producto, el lodo residual orgánico estabilizado, el cual puede ser utilizado como acondicionador y/o biofertilizante de suelos, y ser separado en su fracción líquida (biol) y sólida (biosol). La producción de biogás presenta potencial para la mitigación de las emisiones de GEI en el sector ganadero, aporta a la sostenibilidad ya que permite la generación de energía renovable, mejora el acceso energético y revaloriza residuos potencialmente contaminantes (Global Research Alliance, 2013); también se presenta como una oportunidad de negocios (Tobares, 2013). Es decir, que ofrece impactos positivos ambientales, sociales y económicos, aportando a la reducción del consumo energético fósil y a la economía circular (Huaraya Huahualuque y Sancho Moya, 2020).

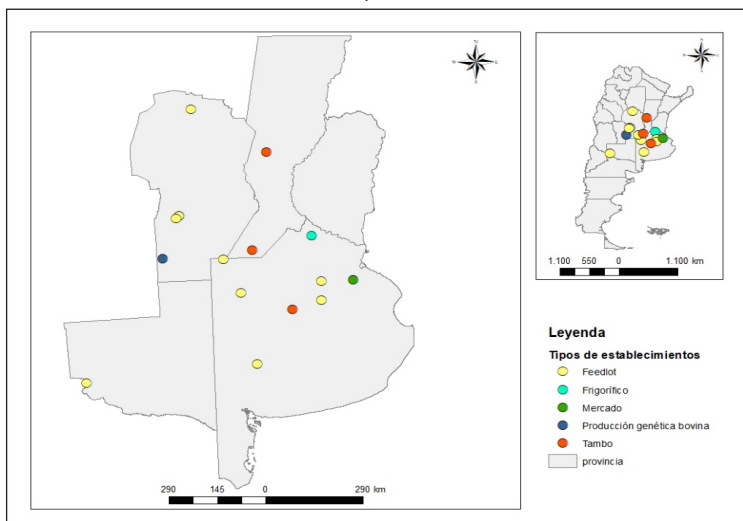
Producción de biogás en Argentina

Según un trabajo presentado en la Conferencia 2018 del Consorcio Italiano de Biogas, Argentina tiene un potencial de producción de 14,4 billones de metros cúbicos de biometano: 10,53 a partir de cultivos secuenciales, 2,84 de residuos agrícolas, 0,86 de efluentes del ganado y 0,14 de subproductos agroindustriales (INTA, 2018). Sin embargo, la tecnología es aún incipiente. Según el Relevamiento Nacional de Biodigestores 2019 (Mathier et al., 2019), existen en el país un total de 105 biodigestores,

de los cuales el 26,6% emplea residuos ganaderos como materia prima (efluentes avícolas, estiércol de caballo, estiércol vacuno, purín de cerdo, efluentes de tambos vacunos, mezcla de estiércol). En particular, las provincias de Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires y La Pampa presentan potencial para el desarrollo de esta tecnología, ya que la región es líder en explotaciones pecuarias de ganado bovino (principalmente la Provincia de Buenos Aires), ganado porcino (principalmente las provincias de Santa Fe y Buenos Aires) y avícola (principalmente Buenos Aires, Entre Ríos y Córdoba). Particularmente, el potencial de generación de biogás en unidades productivas que emplean ganado bovino supera los 500 millones $m^3/año$: según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2021a, 2021b), el potencial en *feed lot* es de 470 millones $m^3/año$, mientras que en tambos es de 107 millones $m^3/año$. En diciembre de 2021 el país presentó el plan GanAr 2022-2023, con el objetivo de otorgar créditos a la actividad ganadera para incrementar su productividad, por lo que se espera que el potencial de producción de biogás a partir de los residuos de la actividad también se incremente.

A partir del relevamiento de información secundaria, se hallaron 16 proyectos de producción de biogás a partir de residuos bovinos en la Región Pampeana, los cuales atraviesan distintas etapas (inicial, operativa o cierre). En la Figura N° 2 se han localizado y discriminado por el tipo de establecimiento donde se desarrollaron.

Figura N° 2. Proyectos de producción de biogás en la Región Pampeana por tipo de unidad productiva



Fuente: elaboración propia.

En la Provincia de Buenos Aires existen 8 proyectos, cuyas potencias van desde 0,05 MW a 2 MW. El tipo de energía obtenida depende de cada proyecto particular, siendo uso térmico o eléctrico. En algunos casos la energía es auto consumida y en otros también se inyecta al SADI (Sistema Argentino de Interconexión). Los programas que los han facilitado varían: RenovAr, PROINGED y FONARSEC. Los proyectos atraviesan distintas etapas: uno de ellos, localizado en Saladillo, se encuentra aún en búsqueda de financiamiento. Otro, en Carlos Tejedor, se encuentra en etapa de cierre debido a obstáculos económicos. Algunos ya han sido construidos, aunque no se encuentran en etapa operativa, mientras que otros funcionan con normalidad. En la provincia de Córdoba se han identificado 5 proyectos (4 operativos), desde 1 a 2 MW, a partir de los cuales se obtiene tanto energía eléctrica como térmica, para autoconsumo e inyección a la red. La mayoría de los proyectos han sido adjudicados en distintas rondas del RenovAr. En la provincia de La Pampa se ha localizado un proyecto de 2,4 MW, el cual se encuentra en etapa operativa, generando energía eléctrica para autoconsumo e inyección a la red; el mismo fue adjudicado en la segunda ronda del RenovAr. En la provincia de Santa Fe se han identificado dos proyectos. Uno de ellos, de 1,42 MW de potencia, fue adjudicado en el RenovAr y en base a efluentes de un tambo genera energía eléctrica que es inyectada a la red. El proyecto restante fue posible gracias a un subsidio otorgado por una ONG; genera energía térmica para autoconsumo, aunque se prevé la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el futuro.

Es esperable que estos proyectos re-visualicen los espacios rurales como territorios productores de energía, generando nuevas dinámicas territoriales. En este sentido, Forget, Carrizo y Villalba (2018) afirman que estas formas de apropiación del territorio para la producción de energía no convencional, proveniente de fuentes renovables, re-dinamizan los territorios. La revalorización de residuos pecuarios para la generación de biogás genera diversos impactos en las actividades territoriales: a) ampliación de la actividad ganadera b) generación de puestos de trabajo (directos e indirectos) c) traslado de equipamiento tecnológico e insumos para la producción de energía d) incursión en o generación de nuevos mercados (por ejemplo, producción de biofertilizante) e) surgimiento de nuevos actores (como empresas dedicadas al diseño y/o fabricación de biodigestores), generación y/o consolidación de vínculos con actores territoriales y extra-territoriales, mediante el intercambio y la co-construcción de información (por ejemplo, en ámbitos académicos).

Conclusiones finales

El escenario energético global presenta desafíos que demandan soluciones. La dependencia de combustibles energéticos no renovables, los

impactos socio-ambientales asociados a su uso y la inequidad en el acceso son cuestiones a resolver. El desarrollo e implementación de fuentes energéticas renovables aporta directamente a los dos primeros, y presenta potencial para mejorar el acceso energético. La nueva transición aboca por el reemplazo de tecnología fósil por renovable (lo que permitiría continuar con la expansión del capital), pero también debe centrarse en la democratización de la generación, la descentralización territorial y otras cuestiones socio-ambientales, políticas, culturales y económicas.

Argentina se inserta en este contexto global asumiendo compromisos para reducir sus emisiones, sancionando normativas y ejecutando programas para la promoción de las energías renovables. De hecho, se observa un incremento en la generación energética renovable, aunque resta definir si el resto de los aspectos que debieran componer la transición energética son abordados. En particular, los espacios rurales son re-visualizados y apropiados como territorios productores de energía: solar, eólica y biomasa. Esta última puede vincularse con la especialización productiva de la Región Pampeana, presentándose una oportunidad para la generación de energía a partir de las excretas y su correcta gestión. A su vez, a diferencia de la energía eólica y solar, la generación es constante, menos dependiente de las condiciones climáticas y demanda mano de obra permanente para su mantenimiento. En la región han comenzado a materializarse diversos proyectos de producción de biogás a partir de residuos bovinos, principalmente en *feed lots* y, en menor medida, tambos. La mayoría de los proyectos fueron adjudicados en diversas rondas del RenovAr, lo que resalta la importancia de la implementación del programa para la promoción de la tecnología. Sin embargo, el programa se orientó a unidades de producción de mayor escala, siendo necesarias otras iniciativas para la implementación de la tecnología en los pequeños y medianos productores. Los aportes se orientan a la generación de energía renovable y autoconsumo, economía circular, diversificación de las actividades en el territorio, revalorización de residuos potencialmente contaminantes, reducción de las emisiones de GEI, entre otros. Sin embargo, diversos obstáculos se hacen presente. En relación al financiamiento, los proyectos de mayor escala, generalmente orientados a la generación y venta de energía eléctrica, son adjudicados en programas, requieren una elevada inversión y el acceso a la misma suele presentar dificultad. Por otra parte, los proyectos de menor escala, orientados principalmente a la gestión de los residuos y a la obtención de energía térmica para autoconsumo, carecen aún más de financiamiento y no están insertos en programas, siendo ello una necesidad para fomentar el uso de la tecnología en las pequeñas y medianas unidades de producción. La importación de equipamiento tecnológico es necesaria sobre todo si la producción se realiza a nivel industrial, ello, sumado a la

escasa oferta de empresas nacionales orientadas al diseño de este tipo de plantas, así como de personal especializado para su mantenimiento, son otros de los obstáculos presentes; que se explican en parte debido a la etapa inicial en que se encuentra la tecnología en el país. Para proyectos de menor escala se puede recurrir a la construcción de biodigestores tipo Taiwán, los cuales presentan mayor accesibilidad y pueden ser construidos con tecnología nacional.

El presente trabajo pretende servir de base para futuras investigaciones vinculadas a la transición energética y a la producción de biogás en la Región Pampeana. El análisis de los proyectos se realizó principalmente en base a información secundaria, por ello se recomienda la profundización de cada proyecto a partir de estudios de caso, determinando los aportes particulares y la identificación de los actores participantes, así como de sus intereses particulares; y una búsqueda más exhaustiva para identificar otros posibles proyectos de producción de biogás a mediana y pequeña escala. Por otra parte, sería interesante indagar si existen posibles conflictos sociales vinculados a los proyectos de energía renovable localizados en la Región, además de posibles contradicciones en la producción de energía, vinculadas a la inequidad en el acceso energético a escala local y la producción energética local destinada a suplir demandas no locales.

Agradecimientos

Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Agencia I+D+i).

Referencias bibliográficas

- Agencia Internacional de Energía (2022). *Data and statistics*. Recuperado de: <https://www.iea.org/data-and-statistics> (consulta: 19/05/2022)
- Badii, M. H., Guillen, A., y Abreu, J. L. (2016). Energías renovables y conservación de energía. *Daena*, 11(1), 141–155.
- Berra, G. y Finster, L. (s. f.). Emisión de Gases de Efecto Invernadero. IDIA XXI.
- Bertinat, P. (2016). Transición energética justa: pensando la democratización energética. *FES Sindical*, (1).
- Bp. 2021. *BP Statistical Review of World Energy* (Informe N°70).
- Brüggemeier, F. J. (2016). Sol, agua, viento: la evolución de la transición energética en Alemania. Berlín, Alemania: Fundación Friedrich-Eber-Stiftung.
- CAMMESA (2022). Histórico de energía mensuales. Recuperado de: <https://cammesaweb.cammesa.com/historicoenergias-mensuales/> (consulta: 23/02/2022)
- Capellán-Pérez, I., Mediavilla, M., De Castro, C., Carpintero, O., y Miguel, L. J. (2014). Agotamiento de los combustibles fósiles y escenarios socio-económicos: un enfoque integrado. *Energy*.
- Carrizo, S. C., Jacinto, G., Lorenzo, P., y Gil, S. (2017). Sostenibilidad y eficiencia en el

suministro de servicios energéticos a poblaciones dispersas y de bajos recursos. *Pobreza energética*.

Carrizo, S., Núñez Cortes, M., y Gil, S. (2016). Transiciones energéticas en Argentina. *Ciencia hoy*, 25(147), 25–29.

Costantini, A., Perez, G., Busto, M., González F., Cosentino, V., Romaniuk, R. y Taboada, M. (2018). Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. Ciencia e investigación. Tomo 68 N°5.

Ricapa Fajardo, B. J. (2020). Relación entre el crecimiento poblacional y la huella de carbono en San Juan de Lurigancho 2008-2018 [Tesis de Grado]. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

FAO (2011). Manual de biogás. Sin datos.

FAO (2022). GLEAM 2.0 – Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero y su potencial de mitigación. Recuperado de: <https://www.fao.org/gleam/results/es/>

Forget, M., Carrizo, S. y Villalba, S. (2018). (Re)territorializaciones energéticas en Neuquén, Argentina. *Tabula Rasa*, (29), 347-365. Doi: <https://doi.org/10.25058/20112742.n29.16>

Fornillo, B. (2017). Hacia una definición de transición energética para Sudamérica: Antropoceno, geopolítica y posdesarrollo. *Prácticas de oficio*, 2 (20).

Furlán, A. (2017). La transición energética en la matriz eléctrica argentina (1950-2014). Cambio técnico y configuración espacial. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(1), 97–133.

Gil, S., y Dutt, G. (2016). Energía. Panorama global. *Ciencia hoy*, 25 (147).

Global Research Alliance (2013). Reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero de la ganadería: mejores prácticas y opciones emergentes. New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre.

Haro Reyes, J. y Gómez Bravo, C. (2018) Mitigación de emisiones provenientes de la ganadería en la región andina. Ins-

tituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Universidad Nacional Agraria la Molina.

Hourcade, J. C., y Nakicenovic, N. (2015). La energía en el siglo XXI. El sentido de los límites. *Razón y Fe*, (1404), 229–238.

Huaraya Huahualuque M. Y. y Sancho Moya, T. C. (2020). Estado del arte sobre la producción de biogás mediante la digestión anaerobia como parte del aprovechamiento de la biomasa residual pecuaria. Facultad de Ingeniería y Arquitectura EP Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión.

INTA (21/03/2018). La Argentina tiene el potencial para sustituir la importación de gas. Recuperado de: <https://intainforma.inta.gob.ar/argentina-con-potencial-para-sustituir-la-importacion-de-gas/> (consulta: 21/05/2022).

Jacinto, G., Carrizo, S. y Gil, S. (2019). Pobreza energética en Chaco, Argentina. Fontana, un laboratorio metropolitano para el fortalecimiento energético de poblaciones de bajos recursos. *AREA*, 25(2), 1-18.

Kazimierski, M. (2020). La energía distribuida como modelo pos fósil en Argentina. *Economía, Sociedad y Territorio*. 21 (63), 397-428.

Keucheyan, R. (2014). Estado, Capitalismo y naturaleza. Nueva Sociedad. 252.

Linares, P. (2018). La transición energética. *Ambienta*, 125, 20–31.

Mahnkopf, B. (2019). Geopolítica en el capitalismo. Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global. N° 146. 35-45.

Márquez Covarruvas, H. (2010). Crisis del sistema capitalista mundial: paradojas y respuestas. *Polis*.

Mathier, D., Méndez, J.M., Bragachini, M., and Sosa, N., 2019. *La biomasa y la bioenergía distribuida para el agregado de valor en origen*. Programa Nacional de Agregado de Valor, Agroindustria y Bioenergía INTA.

MAYDS (2021). Cuarto Informe Bienal de Actualización de Argentina a la Convención

Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2021a). Informe anual de potencial de biogás. Engorde bovino a Corral.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2021b). Informe anual de potencial de biogás. Tambos.

Naciones Unidas (2022). COP26: Juntos por el planeta. Recuperado de: <https://www.un.org/es/climatechange/cop26> (consulta: 17/05/2022).

Nasa Climate (2022). “Global Climate Change”. Recuperado de: <https://climate.nasa.gov> (consulta: 10/05/2022).

Nogar, A.G. (2020). Espacios rurales en transformación desde territorios de las energías en Argentina. *Investigaciones Geográficas*, (73), 257-274.

Pineda, C. (2016). El despliegue del capital sobre la naturaleza. *Pléyade. Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, (18), 193-219.

Salaet Fernández, S., y Roca Jusmet, J. (2010). Agotamiento de los combustibles fósiles y emisiones de CO₂: algunos posibles escenarios futuros de emisiones. *Revista Galega de Economía*, 19(1), 1-19.

Tobares, L. (2013). La importancia y el futuro del biogás en la Argentina. *Petrotecnia*.

trabajo en el CESAL. Docente de educación secundaria bilingüe de *Environmental Management and Geography*. Técnica en SIG en IDE-Municipio de Tandil.

Notas

- 1 El presente trabajo se inserta en el Proyecto PICT 2017 2960 “Generación Distribuida en Argentina. Energías para la inclusión y la transición”.
- 2 Licenciado en Diagnóstico y Gestión Ambiental FCH-UNICEN. Doctorando EXA-UNICEN. Becario doctoral AGENCIA, con lugar de trabajo en el Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL).
- 3 Prof. en Geografía, tesista de la Lic. en Geografía FCH-UNICEN, con lugar de