

**Valorización del estiércol de animales confinados en la Provincia de Buenos Aires**

**Evaluation of manure from feedlot operations in Buenos Aires Province**

**Achinelli Moira Laura<sup>1</sup>**

**Martin Rubén Dario<sup>1</sup>**

**Cuevas Florencia Belén<sup>1</sup>**

**Granlund Florencia Evangelina<sup>1</sup>**

**Corral María Fernanda<sup>1</sup>**

**Portugheis Alexander<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dirección Provincial de Planificación e Investigación. Subsecretaría de Residuos Sólidos Urbanos y Economía Circular. Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires. Centro Administrativo Gubernamental Torre II, Calle 12 Entre 53 y 54, Piso 8º

E mail: [achinellim@ambiente.gba.gob.ar](mailto:achinellim@ambiente.gba.gob.ar)

Achinelli, M.L.; Martin, R.D.; Granlund, F.E.; Corral, M.F.; Portugheis, A. (2024). Valorización del estiércol de animales confinados en la Provincia de Buenos Aires. *Revista Estudios Ambientales*, 12 (2), 168-188.

**Recibido:** 14/08/2024 - **Aceptado:** 04/10/2024 – **Publicado:** 28/12/2024

## **RESUMEN**

La biomasa húmeda de los animales estabulados incluye el estiércol animal y los efluentes resultantes de las actividades ganaderas tales como: corrales de engorde, granjas lecheras, granjas porcinas y avícolas. El estiércol animal, sin una gestión adecuada, causa: contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas, olores, proliferación de roedores, insectos y otros vectores así como emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero (GEI) específicamente metano, óxido nitroso y dióxido de carbono. El análisis espacial de la cantidad de estiércol, purines y guano de animales confinados por tipo de producción permite visualizar su distribución y el potencial para su aprovechamiento como generación distribuida renovable (GDR); biogás o energía eléctrica, así como enmienda orgánica. Se consultaron documentos de distintas instituciones públicas y privadas. La recolección de datos primarios se llevó adelante a partir de entrevistas semiestructuradas y visitas a campo en busca de “casos testigos”.

Se utilizó el programa QGIS para integrar el análisis del volumen de biomasa de los animales confinados. La provincia de Buenos Aires presenta un gran potencial con alrededor de 12.105.345 toneladas de biomasa húmeda por año, provenientes de establecimientos con más de 100 animales, siendo el precio de la tarifa el factor determinante para la generación de energía eléctrica distribuida. Por otro lado, para la producción de bioinsumos agropecuarios existe un potencial de 1.609.621 toneladas por año provenientes de establecimientos con menos de 100 animales, con posibilidad de ser comercializados en el marco de la Resolución N° 1.004/2023 del SENASA. La gestión estratégica, necesita de políticas y medidas del estado basadas en un Sistema Soporte de Decisiones (SSD) que incorpore las diferentes opciones para su aprovechamiento con información clave anclada al territorio.

**PALABRAS CLAVE:** valoración biomasa húmeda, animales confinados, sistema soporte de decisiones, energía renovable distribuida, bioinsumos.

#### **ABSTRACT**

*Wet biomass from confined livestock includes animal manure and effluents from feedlots, dairy farms, pig farms, and poultry farms. Improper management of this biomass leads to environmental issues, including soil, surface water, and groundwater contamination, as well as the emission of greenhouse gases (GHGs) like methane, nitrous oxide, and carbon dioxide. Spatial analysis of manure, slurry, and guano, categorized by livestock production type, enables the visualization of their distribution and potential applications, such as distributed renewable energy generation (DRG) (biogas or electricity) and organic amendments. Data were gathered from public and private sources, supplemented by primary data from semi-structured interviews and visits to identify "witness cases." The QGIS program was used to map the biomass distribution from confined animals. In Buenos Aires Province, approximately 12.1 million tons of wet biomass are generated annually by establishments with over 100 animals, with tariff rates being a key factor for the viability of distributed electricity generation. Additionally, establishments with fewer than 100 animals produce about 1.6 million tons of biomass annually, which could be used for agricultural bio-inputs and potentially commercialized under SENASA Resolution No. 1.004/2023. Effective management requires state policies and a Decision Support System (DSS) that integrates territorial data to guide biomass utilization options.*

**KEYWORDS:** *wet biomass evaluation, concentrated animal operations, decision support system, distributed renewable energy, bio-inputs.*

## INTRODUCCIÓN

La centralización de la cría intensiva de animales (feedlots bovinos, granjas porcinas y granjas aviares) donde la producción de desechos sobrepasa la capacidad de aplicación directa al suelo, genera consecuencias ambientales tanto de carácter global: como la contribución al cambio climático (Andrade y Hernández, 2011) así como de carácter local: olores (Engler et al., 1999), contaminación del agua superficial y subterránea, del suelo (Hooda, 2000) y del aire (Donham, 2000). Los riesgos a la salud así como la contaminación de los ecosistemas, vienen asociados a los componentes encontrados en los Residuos orgánicos pecuarios de animales confinados (ROPAC) tales como: nitrógeno, fósforo, patógenos, hormonas de crecimiento, antibióticos, químicos, sangre animal y sulfato de cobre entre otros (Hribar, 2010).

Los procesos de descomposición del estiércol, entendido como los sólidos y los líquidos producidos por el ganado (ex-Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible [ex-OPDS], 2017, pp. 121), en condiciones anaeróbicas generan emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y de óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O). El 39,2 % de las emisiones corresponden al sector: "Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros usos de la tierra" siendo el subsector "Ganadería", el que incluye tanto las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por la fermentación entérica así como las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O originadas por la gestión de estiércol y las excretas en pasturas. Sólo el 1,1% de las emisiones corresponden a la falta de gestión del estiércol (Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible [MAyDS], 2021, pp.229) siendo el sector ganadero uno de los principales emisores (García et al., 2021). En el caso de la provincia de Buenos Aires, las emisiones provenientes por la ausencia de gestión del estiércol fueron del 2% (ex-OPDS, 2017, pp.18).

La conversión del estiércol animal en biogás transforma los residuos orgánicos en recursos energéticos, reduciendo los problemas ambientales al estabilizar la materia orgánica al tiempo que produce energía renovable (Engler et al., 1999). El biogás puede ser utilizado para generar energía eléctrica distribuida, es decir: generación descentralizada de energía (Andrade y Hernández, 2011) de origen renovable (GDR). Esta consiste en la generación eléctrica por medio de numerosas fuentes de energía en sitios próximos a los puntos de consumo (Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida [PROINGED], 2023) que implica un cambio a sistemas más descentralizados que suelen estar ubicados cerca de los clientes y usuarios (WEC, 2023, pp.57).

La GDR desplaza la electricidad de la red mayormente generada con combustibles fósiles o del generador diesel (que utiliza como combustible el gas oil y tiene un factor de emisión elevado si se compara con el gas natural)<sup>1</sup>. Además, permite reducir la inversión en redes de distribución, regular la generación de energía acorde a la demanda y la adaptación frente al cambio climático (Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático [TCNCC], 2015). Por otro lado, el digerido, generado como parte del proceso de biodigestión, constituye un subproducto con valor

<sup>1</sup> El factor de emisión es de 3.127 tCO<sub>2</sub>/t para Fuel Oil, 3.186 tCO<sub>2</sub>/t para el Gas Oil, 1.936

tCO<sub>2</sub>/dam<sup>3</sup> para Gas Natural y 2.441 tCO<sub>2</sub>/t para el Carbón Mineral definidos anualmente por la Red Argentina de Energía Eléctrica.



agregado como biofertilizante (Casanovas et al., 2019, pp.3) y es considerado un tipo de bioinsumo que mejora los contenidos de nutrientes y de materia orgánica en el suelo. Los bioinsumos son aquellos compuestos que mejoran la calidad o sanidad de las producciones agrícolas y son de origen vegetal, microbiano o animal (Bullor et al., 2023); aplicados con fines nutricionales, para la protección del cultivo o la estimulación vegetal (SENASA, 2023). Este trabajo busca establecer una caracterización y cuantificación de los ROPAC así como su distribución territorial y los vínculos entre actores clave como base preliminar para futuras políticas públicas, normativas, estrategias y programas para agregar valor en origen; ya sea como fuente de energía renovable distribuida (GDR) o como bioinsumos, mejorando las economías regionales al mismo tiempo que se reduce la contaminación de los ecosistemas.

Entre los años 2010 y 2011 se desarrolló la "Evaluación del potencial energético del estiércol animal para la Provincia de Buenos Aires" (Serafini y Casavelos, 2011) y "durante los años 2016 y 2017 se confeccionó la base de datos de producciones intensivas y su contribución por Partido del Ministerio de Desarrollo Agrario [MDA], (s.f.)". (V. García Páez, Comunicación personal, 7 de noviembre de 2023). Además, durante el año 2018 se publicó el "Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa metodología WISDOM" (Alegre et al., 2018).

## METODOLOGÍA

El abordaje metodológico se basa en el estudio exploratorio y descriptivo (Hernández et al., 2014) de diversas fuentes de información. Como fuentes primarias de información se obtuvieron datos a partir de reuniones y entrevistas semiestructuradas, siguiendo los criterios de Taylor y Bogdan (1987), a los siguientes informantes: el Departamento de Energías Renovables y Gestión

Energética de la Región de Cuyo del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Programa Nacional de Bioenergía de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP); el Programa de Sanidad Aviar de la Dirección Nacional de Sanidad Animal del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), Fundación Bariloche, Cooperativa Eléctrica (Saladillo), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (FCNyM - UNLP), Asociación de productores de enmiendas orgánicas, Asociación Civil Eco Raíces y una empresa proveedora de tecnología y asesoramiento para la generación de energía. Además se realizaron visitas a dos establecimientos, los feedlots: Don Ramón y San Lino y dos instituciones educativas: la Escuela Agrotécnica de Bavio y la Escuela Agrotécnica Salesiana Del Valle.

Y como fuentes secundarias, se consultaron informes y documentos de diferentes instituciones (tanto públicas como privadas) así como un análisis de prensa escrita de periódicos nacionales y locales.

### *Cálculo del volumen del estiércol animal por partido y tipo de producción*

El volumen de excretas generado, por tipo de producción pecuaria, se calculó siguiendo los lineamientos de la consultoría BID, AR-T1066 (Serafini y Casavelos, 2011). Se consideró el número de cabezas proporcionado por el Banco de datos de producciones intensivas y su contribución por Partido (MDA, s.f.) y los parámetros publicados por la Sociedad de Ingenieros Agrónomos de Estados Unidos (ASAE, 2023) (Tabla 1) además de las distintas categorías de las etapas de crecimiento por tipo de animal (Tabla 2). En adición a lo anterior, se tuvo en cuenta el manejo de los animales bajo confinamiento según cada actividad pecuaria incluyendo los establecimientos con más de cien animales para porcinos y

feedlots, cuatrocientos para tambos<sup>2</sup> y mil para aviares, ya que un número menor no justifica los costos de inversión para el tratamiento del estiércol por medio de la digestión anaeróbica.

El volumen de estiércol producido por distintas especies animales varía más que todo en relación al peso, pero también de

acuerdo al tipo de alimentación y al manejo que se haga de los mismos. Tanto el volumen como el método de recolección y la calidad del estiércol animal son factores importantes a considerar cuando se evalúa el potencial del estiércol animal para su aprovechamiento energético<sup>3</sup>.

**Tabla 1.** Cantidad de biomasa húmeda según el tipo de producción intensiva

Cada 1000 kg peso vivo (valores diarios)								
Actividad	Total excretas	Sólidos Totales (ST)	Sólidos Volátiles (SV)	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	ST/Tot	SV/ST
Bovina	58	8.5	7.2	0.34	92	0.21	15%	85%
Tambo	86	12	10	0.45	94	0.29	14%	83%
Porcina	84	11	8.5	0.52	0.18	0.29	13%	77%
Avícola-parrilleras	85	22	17	0.84	0.3	0.3	26%	77%
Avícola-ponedoras	64	16	12	1.1	0.3	0.4	25%	75%

Fuente: American Society of Agricultural Engineers (2023)

**Tabla 2.** Volumen de producción de estiércol según actividad pecuaria en la Provincia de Buenos Aires

Actividad	Peso vivo promedio <sup>4</sup>	Kilos de estiércol / día por tipo de producción
Bovina	500	29
Tambo	500	43

<sup>2</sup> Solamente ¼ del bosteo es considerado ya que los animales están confinados un promedio de 6hrs diarias durante el ordeño.

<sup>3</sup> El tipo y calidad del estiércol, el volumen disponible, el método de recolección, las

condiciones geográficas y climáticas son determinantes para elegir la gestión apropiada.

<sup>4</sup> Peso promedio entre distintas categorías de etapas de crecimiento del animal.

<b>Porcina</b>	70	5,88
<b>Avícola-parrilleras</b>	2,2	0,19
<b>Avícola-ponedoras</b>	2	0,13

Fuente: Serafini y Casavelos (2011)

#### *Análisis Espacial de la Información*

Para el análisis integrado del volumen biomásico proveniente de animales confinados por partido, se utilizó el programa QGIS y el número de cabezas provisto por el Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (s.f.), siguiendo los lineamientos propuestos en la consultoría: BID, AR-T 1066 (Serafini y Casavelos, 2011).

#### *Análisis Sistémico de Actores*

Con el objeto de observar la vinculación y dinámica entre diferentes actores de un

mismo sistema, se utilizó como herramienta un diagrama de causalidad ya que permite visualizar situaciones complejas en el contexto de un abordaje sistémico (Haraldsson 2000).

### RESULTADOS

Los distintos tipos de barreras y oportunidades que se muestran en la Tabla 3, surgen de los relevamientos de información primaria, entrevistas y salidas de campo

**Tabla 3.** Barreras y Oportunidades para la valorización de los ROPAC

	Barreras		Oportunidades
X	Ausencia de políticas de incentivo, productivas, ambientales y energéticas.	✓	La generación de energía eléctrica con biomasa es firme, limpia y confiable.
X	La falta de contratos y tarifas a largo plazo para la venta de energía.	✓	La tecnología y la ingeniería son accesibles y no representan un obstáculo para la generación de biogás y/o energía eléctrica.
X	Altos costos de inversión en tecnologías para la producción de gas o electricidad.	✓	Existen programas que generan información y asesoramiento (PROBIOMASA)

	Barreras		Oportunidades
X	Los trámites en la provincia son engorrosos y lentos representando un obstáculo para articular a nivel nacional.	✓	Los productores tienen una actitud positiva hacia la innovación.
X	Ciertos Municipios no otorgan el uso del suelo para el compostaje o elaboración de bioinsumos debido a la especulación inmobiliaria para el desarrollo de barrios cerrados.	✓	La Ronda 3 (MiniRen) aprobó proyectos más pequeños a 1 MW ( 0.7 MW).
X	Ausencia de créditos blandos para la inversión en la valorización de los ROPAC.	✓	El MDA y el BAPRO, comparten un financiamiento para la instalación de biodigestores.
X	Escaso control de los establecimientos con animales confinados.	✓	El Programa "Suelos Bonaerenses" (MDA) otorga incentivos económicos para reducción del uso de agroquímicos.
X	Falta de coordinación entre actores del mismo sistema y en la articulación público - privada.	✓	Financiamiento del BAPRO para tamberos por el tratamiento de efluentes
X	Falta reglamentación y transparencia en la asignación de los recursos financieros en las cooperativas eléctricas.	✓	El Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP) financia biodigestores.
X	La valoración de la biomasa para la generación de energía resulta menor que con la generación eólica, solar e hídrica.	✓	Existen empresas que realizan el proyecto de inversión, cotizan los equipos y colaboran en la importación.
X	Costos de instalación de la infraestructura muy altos (cableados eléctricos en los campos, las torres eléctricas) y complejidad del tamaño de las instalaciones.	✓	Potencial de las cooperativas eléctricas para ser un factor conductor de la GDR y la valoración en origen.

Fuente: Elaboración Propia

#### Volumen práctico del estiércol animal

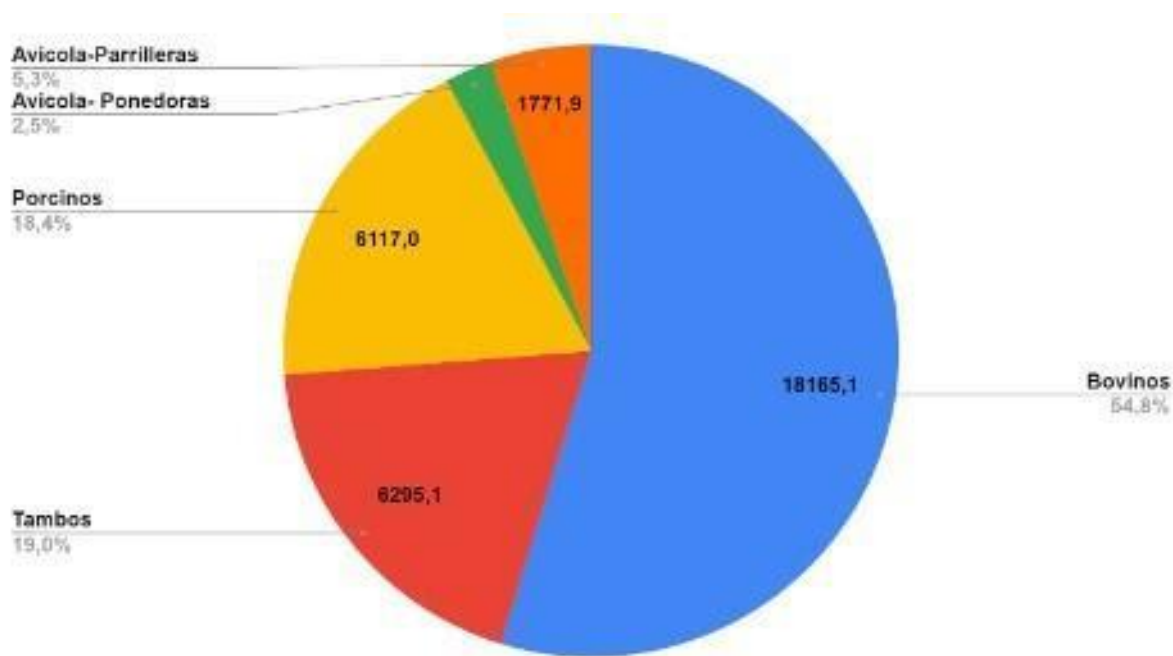
A fin de estimar el potencial de aprovechamiento para la generación de biogás o de energía eléctrica, se calculó la cantidad de estiércol animal disponible por partido, en aquellos establecimientos con más de cien animales.

El volumen práctico total de estiércol animal en establecimientos con más de 100 animales que se muestra en la Tabla 4 y que se visualiza porcentualmente en la Figura 1, revela los tres principales tipos de producciones (Bovinos, Tambos y Porcinos) con mayor potencial para la GDR.

**Tabla 4.** Volumen práctico de estiércol disponible en la Provincia de Buenos Aires en establecimientos con más de 100 animales (2016-2017)

Variable	Bovino	Tambo	Porcino	Avícola-Ponedora	Avícola-Parrillera
Total de animales	626.3820	585.594	1.040.301	12.557.883	18.950.634
Total Tn /día	18.165	6.295	6.116	816	1.771
<b>Total de tn/ día y tn/año ROPAC</b>				33.165	12.105.345
				<b>tn/día</b>	<b>tn/año</b>

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires (s. f.) y el Instituto Nacional De Estadística y Censos, Censo Nacional Agropecuario\*\* (2018)



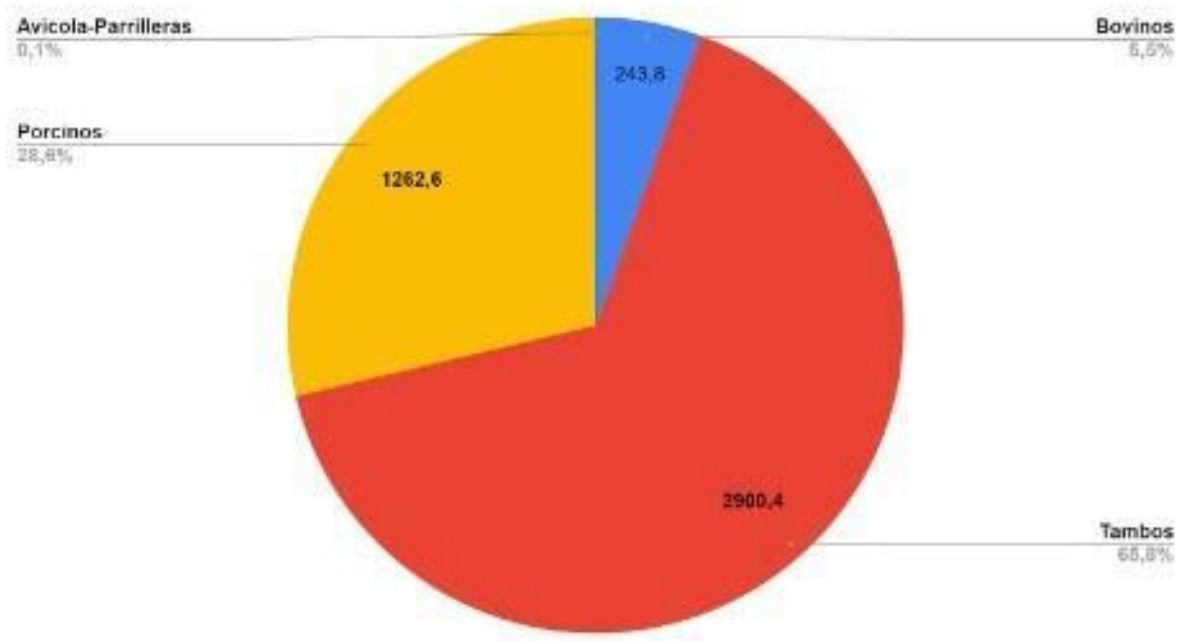
**Figura 1.** Volumen práctico de estiércol disponible en la provincia de Buenos Aires en establecimientos con más de 100 animales (2016-2017)



**Tabla 5.** Volumen práctico de estiércol disponible en la Provincia de Buenos Aires en establecimientos con menos de 100 animales\*\* (2016-2017)

Variable	Bovino	Tambo	Porcino	Avícola-Ponedora	Avícola-Parrillera
Total de animales	8.407	269.803	214.736	2.360	31.393
Total Tn /día	243	2.900	1.262	0,15	2,94
<b>Total de tn/día y tn/año de ROPAC</b>				4.409	1.609.621
				<b>tn/día</b>	<b>tn/año</b>

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires\*\* (s. f.) y del Instituto Nacional De Estadística y Censos, Censo Nacional Agropecuario\* (2018)



**Figura 2.** Volumen práctico de estiércol disponible en la provincia de Buenos Aires en establecimientos con menos de 100 animales (2016-2017)



La Tabla 5 corresponde al estiércol producido (por tipo de producción) en los establecimientos con menos de 100 animales y que, por lo tanto, no admiten su aprovechamiento para la generación de biogás o energía eléctrica. Sin embargo, sí deben ser considerados para otros tipos de usos, como el compostaje o la elaboración de bioinsumos

En la Figura 2, se muestran los dos principales tipos de producciones (Tambo y Porcinos) con mayor potencial para elaboración de bioinsumos.

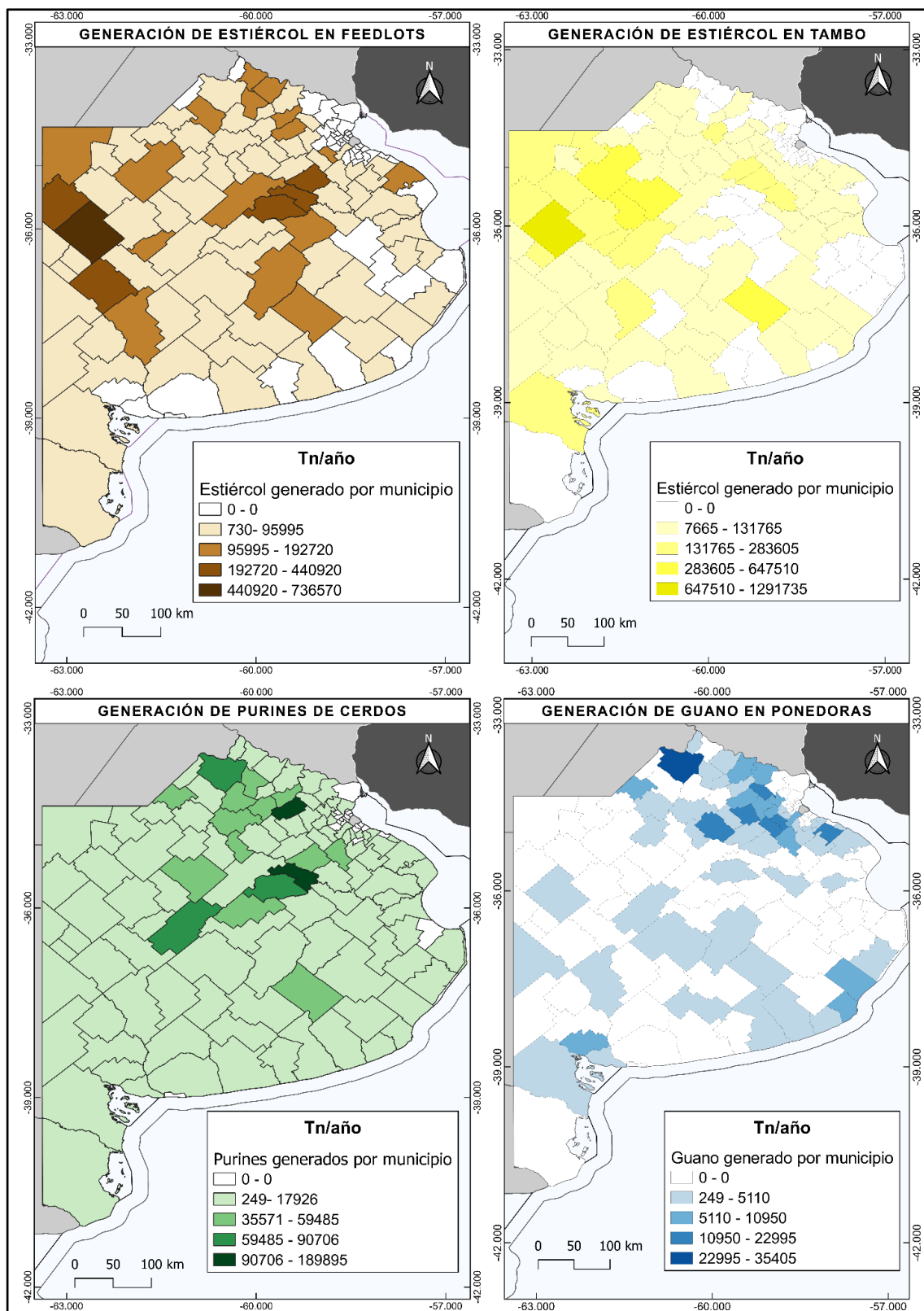
*Zonificación del estiércol animal en la Provincia de Buenos Aires con potencial para aprovechamiento energético*

A continuación se muestran aquellas regiones con mayor potencial para la generación de GDR (Figura 3) y el listado de municipios con mayor volumen práctico de estiércol animal (Tabla 6).

La generación de purines se concentra mayormente en el centro (Roque Pérez) y norte de la provincia (San Andrés de Giles). La acumulación de estiércol

proveniente de los feedlots, se observa mayormente en los municipios del oeste y en el eje que atraviesa la provincia desde Mar Chiquita pasando por los municipios de Las Flores; Saladillo, 25 de mayo, 9 de Julio y Lincoln. El estiércol proveniente de los tambos se genera principalmente en los municipios del oeste y en algunos otros municipios puntuales ubicados al noreste (Monte, Lobos, Navarro). Por último el guano proveniente de la producción aviar se concentra en las zonas del AMBA o periurbanas.

Respecto a la distribución de los tambos y los feedlots (Figura 4), ésta resulta bastante uniforme en todos los municipios; siendo en el caso de estos últimos su mayor concentración en los municipios del norte y centro de la provincia y en el caso de los tambos sobre algunos municipios del oeste (como Trenque Lauquen, Pehuajó) y del noreste (Navarro, Lobos, Gral. Las Heras).



**Figura 3.** Mapas correspondientes a la cantidad de estiércol, purines y guano en Tn/año por municipio en la PBA según tipo de producción.

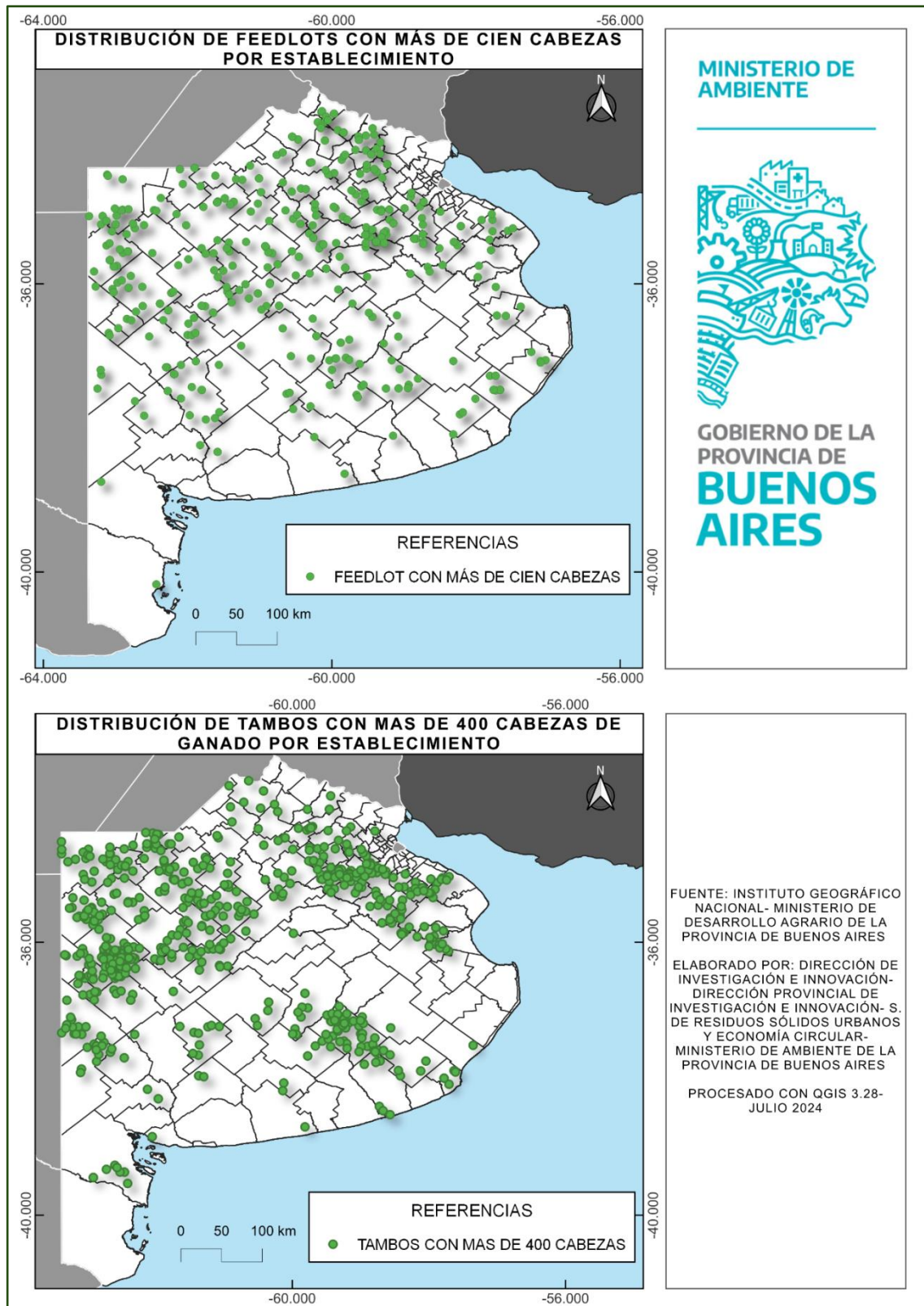


Figura 4. Mapas correspondientes a la distribución de tambos y feedlots con potencial de aprovechamiento energético.

**Tabla 6.** Clasificación de Municipios con mayor concentración de estiércol animal en la PBA

MUNICIPIOS CON MAYOR POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO POR TIPO DE PRODUCCIÓN (Tn /Año)							
FEEDLOT		PONEDORAS		TAMBOS		PORCINOS	
MUNICIPIO	Tn	MUNICIPIO	Tn	MUNICIPIO	Tn	MUNICIPIO	Tn
Trenque Lauquen	736570	Pergamino	35405	Trenque Lauquen	1291735	Roque Pérez	189895
Saladillo	440920	La Plata	22995	9 de Julio	647510	S. A. de Giles	167828
Rivadavia	294190	Marcos Paz	18980	Tandil	604440	Saladillo	90706
Lobos	268275	Exaltación de la Cruz	18250	Lincoln	488005	Bolívar	90263
Guaminí	235060	Gral. Las Heras	17155	Carlos Casares	452600	Pergamino	68493
Roque Pérez	212430	Chivilcoy	16790	Gral. Villegas	283605	Alberti	59485
Ramallo	192720	Mercedes	15330	Navarro	261340	Salto	57821
Gral. Villegas	177755	Gral. Pueyrredon	10950	Rivadavia	258055	Tandil	53866
25 de Mayo	169725	Mar Chiquita	10585	Bolívar	230680	Arrecifes	52824
H. Yrigoyen	155125	La Matanza	9855	H. Yrigoyen	196735	Cañuelas	49632
Magdalena	153300	Gral. Arenales	9490	Gral. La Madrid	194545	Carmen de Areco	48595
S. A. de Areco	153300	S. A. de Giles	8760	Pehuajó	194180	S. A. de Areco	47245
Las Flores	140525	Luján	8760	Gral. Pinto	194180	Chacabuco	44526
Tandil	140160	Zárate	7300	Lobos	193815	9 de Julio	44080
Azul	137970	Pilar	6935	Villarino	192355	Gral. Arenales	42832
Marcos Paz	136510	Baradero	6935	Carlos Tejedor	171185	Lobos	41646
Lincoln	135050	Cañuelas	6205	Tres Lomas	169725	Gral. Alvear	38806

Arrecifes	127020	Bahía Blanca	6205	Carmen de Areco	157680	Gral. Las Heras	35571
San Pedro	118990	Gral. Rodríguez	5840	Monte	146000	Gral. Viamonte	33991
Cnel. Suárez	114975	Chacabuco	5110	Adolfo Alsina	131765	Bragado	32853

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Ministerio de Desarrollo Agrario (s.f.)

#### *Dinámica entre actores*

La Tabla 7 muestra los principales actores involucrados, tanto vinculados a la GDR como a la generación de bioinsumos.

El siguiente diagrama (Figura 6) muestra las relaciones causa-efecto entre los actores dentro del esquema de los Programas: RenovAr y MiniRen.

#### *Diagrama de Causalidad: Programa RenovAr/MiniRen*

Cuando una variable cambia en la misma dirección que la otra, se simboliza con un signo (+) y (-) si varía en dirección opuesta.

El valor de la tarifa resulta determinante para la regulación del sistema, así como el acceso al financiamiento y el plazo del contrato generado con la Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista S. A. (CAMMESA). Esto permite el recupero de la inversión, aumentando la confianza, el acceso al financiamiento, y por lo tanto la generación de energía eléctrica.

Los establecimientos, que cumplen con la entrega de la energía, reciben el pago de CAMMESA permitiendo el recupero de la

inversión, al mismo tiempo CAMMESA administra de manera segura y eficiente el MEM (Mercado Eléctrico Mayorista) ya que cuenta con el abastecimiento de energía.

Por otro lado, se generan nuevos puestos de trabajo que refuerzan la inclusión de las comunidades y la valorización de los ROPAC.

En líneas de puntos se visualiza una posible intervención del MAPBA para incentivar la gestión apropiada y la valoración en origen de los ROPAC, promoviendo su aprovechamiento desde la economía circular. Además, el BAPRO podría generar nuevas líneas de crédito para fines energéticos o bioinsumos.

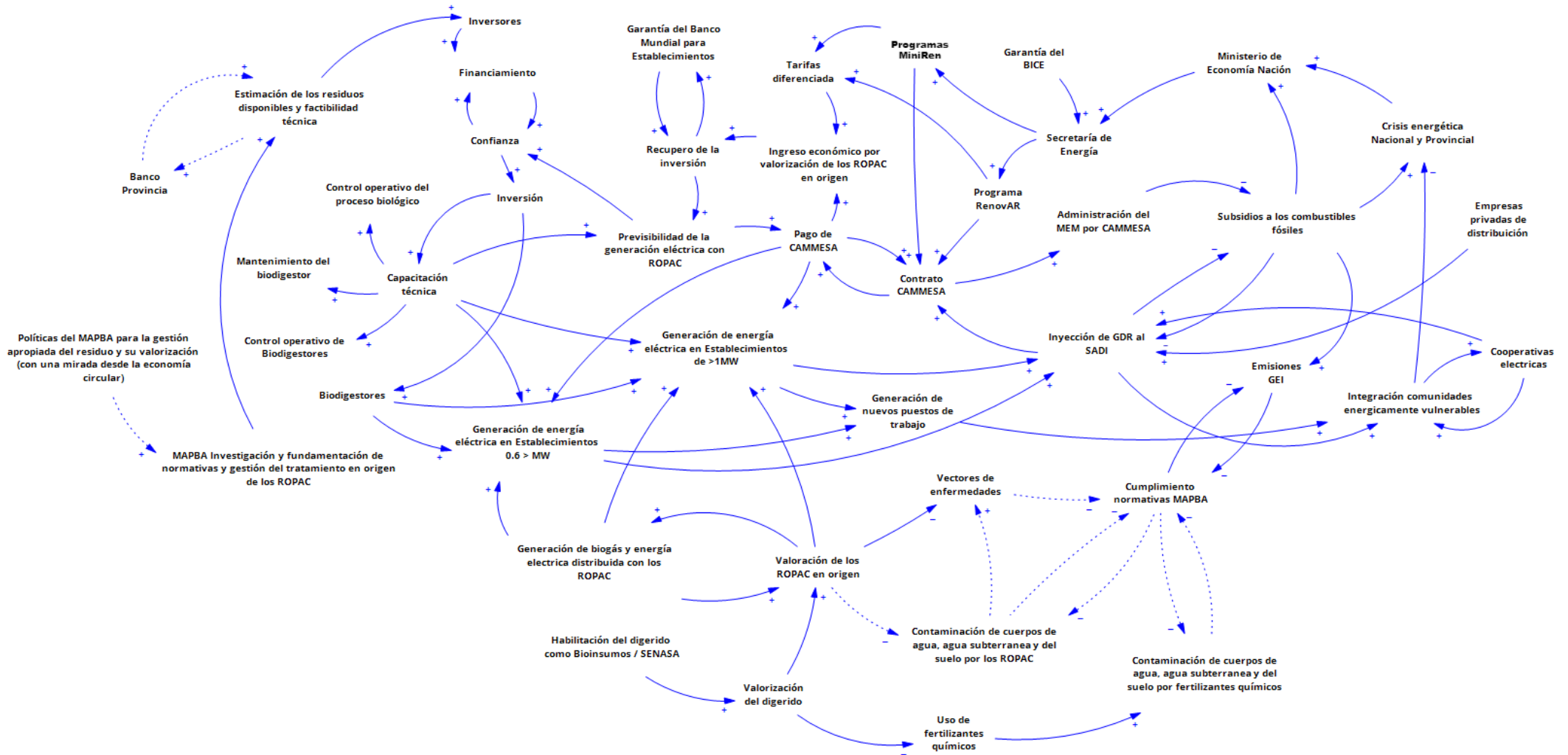
Las cooperativas eléctricas así como las empresas privadas participan en las obras de distribución. Cuando mejora la generación de energía disminuye la vulnerabilidad de las comunidades y se fortalece la cooperativa. La integración de las comunidades resulta un incentivo para el aumento de la inyección de GDR al Sistema Interconectado Naciona

I

Tabla 7. Clasificación de actores vinculados a la producción de GDR y bioinsumos

Energía		Bioinsumos	
Empresas Privadas Consortio público - privado	Programas	Empresas/ Organismos Público-Privados	Programas
<p><b>CAMMESA</b> (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A)</p> <p><b>MATER</b> (Mercado a Término de Energía Eléctrica de Fuente Renovable)</p> <p><b>CADER</b> (Cámara Argentina de Energías Renovables)</p> <p><b>MEM</b> (Agentes Distribuidores y Grandes Usuarios del Mercado Eléctrico Mayorista)</p>	<p><b>RenovAr/ MiniRen</b> (Ministerio de Economía, Secretaría de Energía)</p> <p><b>PROBIOMA</b> (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca / Ministerio de Economía, Secretaría de Energía)</p>	<p><b>SENASA</b> (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria)</p> <p><b>CABIO</b> (Cámara Argentina de Bioinsumos)</p> <p><b>CREA</b> (Consortio Regional de Experimentación Agrícola)</p> <p><b>INTA IPAF</b> (Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar)</p> <p><b>ACA</b> (Asociación de Cooperativas Argentinas)</p>	<p><b>PROSAP</b> (Programa de servicios agrícolas provinciales)</p> <p><b>PROBIAAR</b> (Programa de Bioinsumos Agropecuarios Argentinos)</p> <p><b>FERTIMANURE</b> (Proyecto dedicado a la producción de fertilizantes con estiércol animal)</p> <p><b>INTA - CIPAF</b> (Centro de Investigación para la Agricultura Familiar)</p> <p><b>HORIZONTE 2020</b> (Programa de la Unión Europea)</p>
<p><b>FEDECOBA</b> (Federación de Cooperativas de Electricidad y Servicios Públicos de la Provincia)</p>	<p><b>PROINGED</b> (Programa de incentivo de la Generación Distribuida Renovable)</p>	<p><b>MDA</b> (Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires)</p>	<p><b>Chacras Experimentales</b> del MDA (Instalación de Biodigestores en escuelas)</p>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 6.** Diagrama de Causalidad del sistema: Programas RenovAr y MlniRen



## DISCUSIÓN

Valorizar al estiércol animal resulta estratégico ya que la biomasa es una de las fuentes renovables más confiables (FAO, 2019). La provincia cuenta con una gran oferta (Alegre et al., 2018), con más de 12.000.000 de toneladas al año, aunque las políticas de incentivo para este tipo de fuente renovable son escasas. Desde el punto de vista ambiental, la biodigestión anaeróbica transforma los residuos y su contaminación en ingresos dándole valor a los territorios. (Chomicki y Nogar, 2020).

La falta de contratos y tarifas acordadas a largo plazo para la venta de energía, sumado a la escasa información sobre el acceso a créditos blandos y los altos costos de inversión; generan incertidumbre para la implementación de las tecnologías de biodigestión y un obstáculo importante para el recupero de la inversión.

La ausencia de la intervención del Estado, con un enfoque estratégico desde la economía circular, así como la falta de incentivos provoca una competencia desleal entre aquellos productores que se encuentran abiertos hacia la innovación y los que siguen sus actividades sin una gestión apropiada del estiércol; generando externalidades negativas a la salud de las poblaciones y al ambiente. Otra cuestión es la demora de ciertos trámites y la falta de coordinación entre actores del mismo sistema.

El Programa RenovAr con financiamiento a tasas aceptables, está dirigido a proyectos de más de 1 MW, mientras que el MiniRen incluye proyectos renovables de menor escala desde 0,6 MWh. Actualmente, la tecnología para la biodigestión es accesible en nuestro país (aunque todavía se deben importar algunos motores o equipos) y se cuenta con programas como el PROBIOMASA

(que incluye el Programa de Biogás), orientados a la promoción de este tipo específico de fuente renovable ofreciendo guías y capacitación. Además, existen empresas locales especializadas que facilitan la elaboración de proyectos, cotización de equipos y asesoramiento para la importación. Por otro lado, el INTI proporciona asistencia técnica, tanto para el sector público como para el privado y colabora ofreciendo información y fortaleciendo vínculos entre interesados (INTI, comunicación personal, 10 de junio 2024). Recientemente han surgido créditos blandos para obras relacionadas a la separación de líquidos, sólidos, purines. Además, la GDR bajo el esquema del Programa RenovAr se torna previsible con contratos a 15 años<sup>5</sup>.

Sin embargo, el incentivo desde la provincia todavía es materia pendiente. Por ejemplo: el Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida (PROINGED) no mantuvo el valor de la tarifa a largo plazo y los establecimientos tuvieron inconvenientes o no pudieron cumplir con el repago de la inversión. Además, las oportunidades de financiamiento para las cooperativas y/o emprendimientos con créditos a tasas bajas se deben estudiar con más profundidad, de manera de permitir la recuperación de la inversión en el marco de políticas públicas que incentiven la GDR con biomasa.

Respecto a la valorización del estiércol animal para la elaboración de bioinsumos, la provincia presenta un potencial significativo de más de 1.600.000 toneladas al año. Su valorización resulta crucial ya que por un lado se mejora la sostenibilidad agrícola (García Paez, 2017), reduciendo la dependencia de fertilizantes (Rocha et al., 2024), y por el otro se evitan los impactos negativos. No obstante, todavía existen desafíos para la

<sup>5</sup> Con una tarifa fija en dólares y pagos a los 60 días desde la generación (empresa

proveedora de tecnología, comunicación personal, 10 de junio 2024).

inversión en tecnología de post tratamiento (Bres et al., 2021).

La GDR fortalece las cadenas de valor, poniendo en contacto a productores y consumidores, provocando un impacto positivo en sus condiciones socioeconómicas y favoreciendo la utilización de un residuo contaminante. (Nogar et al., 2019; Casanovas et al., 2019).

La Resolución N°1.004/2023 representa un avance importante en la valorización de los ROPAC como bioinsumos. Sin embargo, los requisitos de pasteurización para la comercialización del digerido representan un desafío financiero considerable y debería ser ajustado según el tipo de uso: doméstico o agronómico extensivo.

## CONCLUSIONES

El volumen práctico del estiércol animal muestra una distribución diferencial por cada tipo de producción, por lo que para su gestión estratégica, se necesita de políticas y medidas del estado basadas en un Sistema Soporte de Decisiones (SSD) que permita integrar diferentes variables desde un enfoque circular de la economía y de manera prospectiva.

Si bien la GDR bajo el esquema del Programa RenovAr y MlniRen se torna

previsible, se necesita de un Programa para proyectos de menor escala (>500 kw) con acuerdos públicos-privados transparentes y confiables.

Además, habría que analizar con más profundidad las oportunidades de financiamiento tanto para las cooperativas como para los emprendimientos, con créditos a tasas bajas que permitan la recuperación de la inversión.

Actualmente existen posibilidades concretas para el aprovechamiento efectivo del estiércol como precursor de bioinsumos, pero es necesaria su promoción por medio de un Programa provincial que incluya no sólo incentivos indirectos sino también asesoramiento y financiamiento específico.

La ausencia del control del Estado es un reclamo vigente así como la escasez de incentivos para la innovación. Además, la demora de ciertos trámites y la falta de coordinación entre actores públicos-privados; resta confianza y previsibilidad a largo plazo.

Generar una normativa específica y estrategias con el enfoque desde la economía circular para los ROPAC, resulta fundamental para la aplicación de políticas que impulsen su valorización en origen.

## BIBLIOGRAFÍA

Alegre, M., Kaufmann, I. I., Llorente, R. T., Ferrere, P., Butti, M., Messa, J. C., & Contreras, C. I. (2018). Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa: metodología WISDOM Provincia de Buenos Aires. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO.

Andrade, C. A. D., & Hernández, J. C. D. (2011). Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica—Estado del Arte. *Sistemas y Telemática*, 9(18), 53-81.

American Society of Agricultural Engineers (2003). *Manure Production and Characteristics*. ASAE Standards D384.1. ASAE, St. Joseph, MI, 49085-9659.

Bres, P. A., Branzini, A., Beily, M. E., Escartín, C., Hilbert, J. A., & Almada, M. (2021). Relevamiento de Producción de Digeridos de Plantas de Biogás en Argentina. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Bullor, L., Braude, H., Monzón, J., Cotes Prado, A. M., Casavola, V., Carbajal Morón, N., & Risopoulos, J. (2023). Bioinsumos: Oportunidades de inversión en América Latina. Food & Agriculture Org.

Compañía administradora del mercado mayorista eléctrico. (s.f.) *MiniRen-Ronda 3. CAMMESA* [https://cammesaweb.cammesa.com/minirenronda3/?doing\\_wp\\_cron=1721670296.2313520908355712890625](https://cammesaweb.cammesa.com/minirenronda3/?doing_wp_cron=1721670296.2313520908355712890625)

Casanovas, G., Della, F., Reymundo, F., & Serafini, R. (2019). Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores. FAO. Recuperado de: <http://www.probiomasa.gov.ar/pdf/GuiaDeBiogasyBiodigestores-19-08-29.Pdf>.

Chomicki, C., & Nogar, A. G. (2020). Generación en transición. Bioenergía a partir de residuos pecuarios en Argentina. *Pampa (Santa Fe)*, (21), 27-43

Donham, K. J. (2000). The concentration of swine production: Effects on swine health, productivity, human health, and the environment. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(3), 559-597.

Engler, C. R., Jordan, E. R., McFarland, M. J., & Lacewell, R. D. (1999). Economics and environmental impact of biogas production as a manure management strategy. *Biological & Agricultural Engineering, Texas A & M, College Station, TX*, 109.

García Páez V. (2017). Manual de Biogás. Conceptos básicos. Beneficios de su producción y la aplicación de sus subproductos. Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático. Ministerio de Desarrollo Agrario. Provincia de Buenos Aires.

García, A. R., Bereterbide, J., & Prosdócimo, F. M. (2021). Manejo de residuos en producciones animales intensivas: avícola, porcina y bovina (tambo y feedlot). Hacia una gestión sustentable. Ediciones INTA.

Haraldsson, H. V. (2000). Introduction to systems and causal loop diagrams. System Dynamic Course, Lumes, Lund University, Sweden.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación [Internet]. 6ta ed. México, DF.

Hribar, C. (2010). En: Verzeñassi, D., Marino, D., Vallini, A., Alonso, L., Burguener, G., Enriquez, L., ... & Möller, V. (2020). La salud hecha un Chiquero: informe del impacto de la cría industrial de cerdos en la salud.

Hooda, P. S., Edwards, A. C., Anderson, H. A., & Miller, A. (2000). A review of water quality concerns in livestock farming areas. *Science of the total environment*, 250(1-3), 143-167.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (s.f.). *Censo Nacional Agropecuario 2018*. <https://consultascna2018.indec.gob.ar/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Dirección Nacional de Cambio Climático (2015). *Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/tercera-comunicacion>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Cuarto Informe Bienal de Actualización de Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*

<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/cuarto-informe-bienal>

Ministerio de Desarrollo Agrario, Provincia de Buenos Aires. (s.f.). *BPA Suelos Bonaerenses*. [BPA SUELOS BONAERENSES | Provincia de Buenos Aires](https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/cuarto-informe-bienal).

Ministerio de Desarrollo Agrario, Provincia de Buenos Aires, Dirección de Sustentabilidad Medio Ambiente y Cambio Climático (s.f.) *Potencial de Biogás PBA, Banco de datos de producciones intensivas y su contribución por Partido* [Archivo Excel].

[https://www.gba.gov.ar/desarrollo\\_agrario/direcci%C3%B3n\\_de\\_sustentabilidad\\_medio\\_ambiente\\_y\\_cambio\\_clim%C3%A1tico/potencial\\_biogas](https://www.gba.gov.ar/desarrollo_agrario/direcci%C3%B3n_de_sustentabilidad_medio_ambiente_y_cambio_clim%C3%A1tico/potencial_biogas).

Ministerio de Economía, Secretaría de Energía, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (s.f.). *PROBIOMASA: Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa*. <http://www.probiomasa.gov.ar/sitio/es/>

Ministerio de Infraestructura, Subsecretaría de Energía, Dirección Provincial de Energía. (s.f.). *Programa provincial de incentivos a la generación de energía distribuida (PROINGED)*. <https://www.proinged.org.ar/>

Ministerio de Economía, Secretaría de Energía (s.f.). *RenovAr: Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables*. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables/renovar>

Ministerio de Economía, Secretaría de Energía. (s.f.). *Cálculo del Factor de Emisión de CO2 de la Red Argentina de Energía Eléctrica*.

<http://datos.minem.gob.ar/dataset/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>

Nogar, A. G., Chomicki, C., & Berdolini, J. L. (2019). Bioenergía a partir de residuos ganaderos. Estado de situación en la provincia de Buenos Aires. *Mundo Agrario*, 20.

Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible de la provincia de Buenos Aires (2017). *Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Provincia de Buenos Aires – 2014*. Programa de Desarrollo Regional. Mitigación del Cambio Climático: Fortalecimiento de Capacidades para el Desarrollo de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de la Provincia de Buenos Aires. Fundación Innovación y Tecnología (FUNINTEC), Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Consejo Federal de Inversiones (CFI – Exp. N° 15759 10 01). Recuperado de: <http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2018/02/informe-pba-2014.pdf>

Organismo de Control Energía Eléctrica de la provincia de Buenos Aires. (3 de mayo de 2024). *Encuentro del OCEBA y la Subsecretaría de Energía con autoridades de la Universidad Nacional de Avellaneda*. [https://www.oceba.gba.gov.ar/nueva\\_web/noticia.php?id=171](https://www.oceba.gba.gov.ar/nueva_web/noticia.php?id=171)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019). *Relevamiento Nacional de Biodigestores*. Relevamiento de plantas de biodigestión anaeróbica con aprovechamiento energético térmico y eléctrico. Colección Documentos Técnicos N° 6. Buenos Aires. 84 pp. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019). *Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores*. Colección Documentos Técnicos N° 12. Buenos Aires. 104 pp. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Rocha, T. M., Marcelino, P. R. F., Da Costa, R. A. M., Rubio-Ribeaux, D., Barbosa, F. G., & da Silva, S. S. (2024). Agricultural Bio-inputs Obtained by Solid-State fermentation: From Production in Biorefineries to Sustainable Agriculture. *Sustainability*, 16(3), 1076.

Serafini D., Casavelos J. (2011). *Primer Informe Final. Evaluación del potencial energético del estiércol animal*, provincia de Buenos Aires, BID (Banco Interamericano de Desarrollo), Cooperación Técnica en el Programa de Desarrollo Integral de Energías Alternativas, Componente: 1 Apoyo en el desarrollo de Energías Renovables, Eficiencia Energética y Bioenergía para la Provincia de Bs. As., Subcomponente: b- Apoyo al Desarrollo de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Banco Interamericano de Desarrollo – BID, AR-T1066.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2023). *Resolución 1004/2023 sobre Procedimiento de Registro de Bioinsumos - Aprobación*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1004-2023-391551>

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (2023). *Resolución N° 1003 /sobre Procedimiento de Registro de Biopreparados - Aprobación*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1003-2023-391648>

---

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación (Vol. 1, p. 348). Barcelona: Paidós.

World Energy Council (2023). *Redesigning Energy for People and Planet*. Annual Report and Accounts. Recuperado de [https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World\\_Energy\\_Council\\_2023\\_Annual\\_Report.pdf](https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Council_2023_Annual_Report.pdf)