

XLIX CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES UNIVERSITARIOS DE COSTOS

MODELO DE NEGOCIO CIRCULAR EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE BIOGÁS¹

Categoría propuesta: Resultados o avances de proyectos de
investigación o extensión

Autores

Marianela De Batista² (Socia activa)

San Luis, Octubre de 2026

¹ El presente trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación titulado Transformación de modelos negocios tradicionales hacia enfoques sostenibles”, subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur, código 24/ZC38.

² Instituto de Investigación en Ciencias de la Administración, Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur.

INDICE

INTRODUCCIÓN	4
MARCO DE ANTECEDENTES	6
La transición de los modelos de negocio hacia la sostenibilidad	6
Transición de los modelos sostenibles a los modelos circulares	7
METODOLOGÍA	8
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	8
Caracterización general de la empresa	8
Descripción del proceso productivo del biogás	9
Acciones hacia la economía circular	1
	1
CONCLUSIONES	1
	4
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1
	5

Modelo de negocio circular en una empresa productora de biogás
Categoría propuesta: Resultados de avances de proyectos de investigación o extensión

Resumen

La economía circular constituye un enfoque orientado a transformar los sistemas productivos mediante la reducción de residuos, la valorización de subproductos y el mantenimiento de materiales, nutrientes y energía en circulación. En este marco, el presente trabajo tiene como objetivo analizar las acciones desarrolladas por una empresa agropecuaria dedicada a la producción ganadera intensiva y generación de biogás a partir de estiércol animal, identificando aquellas prácticas que se vinculan con los principios de la economía circular y las estrategias del marco ReSOLVE. Se desarrolló un estudio de caso de carácter descriptivo y cualitativo, a partir del análisis de información secundaria. Los resultados evidencian la existencia de circuitos internos de valorización de recursos, destacándose la transformación del estiércol y residuos vegetales en biogás y digestato, la generación de energía eléctrica y térmica, y la utilización del biol y biosol como biofertilizantes. Asimismo, se identificaron prácticas asociadas al uso de energía solar y al aprovechamiento de excedentes energéticos. El caso evidencia una transición hacia un modelo productivo más circular, aunque se requiere profundizar el análisis económico para determinar la rentabilidad, los costos evitados, los ingresos generados y la recuperación de las inversiones asociadas a estas prácticas.

Palabras claves: Economía circular; Biogás; Valorización de residuos; Modelo de negocio circular.

1. INTRODUCCIÓN

Los actuales desafíos ambientales, económicos y sociales han puesto en evidencia las limitaciones de los modelos tradicionales de producción y consumo, caracterizados por una lógica lineal basada en la extracción de recursos, la producción, el consumo y la disposición final de los residuos. Este modelo ha contribuido al incremento de la presión sobre los recursos naturales, la generación de residuos y la intensificación de diversos impactos ambientales. Frente a este escenario, resulta necesario avanzar hacia formas de producción y gestión capaces de compatibilizar el desarrollo económico con la protección del ambiente, el uso eficiente de los recursos y la generación de beneficios sociales.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas reconocen la necesidad de promover sistemas productivos sostenibles, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y reducir los impactos ambientales derivados de las actividades económicas (Naciones Unidas, 2015). En particular, la producción de biogás a partir del aprovechamiento del estiércol animal se vincula con diversos objetivos, entre ellos el ODS 2 (hambre cero), al contribuir al desarrollo de sistemas de producción agropecuaria más sostenibles; el ODS 7 (energía asequible y no contaminante), mediante la generación de energía a partir de fuentes renovables; el ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), a través de la incorporación de tecnologías y procesos innovadores; el ODS 12 (producción y consumo responsables), al promover el aprovechamiento eficiente de los recursos y la reducción de residuos; y el ODS 13 (acción por el clima), debido a su potencial para disminuir emisiones y sustituir parcialmente el uso de fuentes de energía convencionales. La Agenda 2030 plantea que estos objetivos deben abordarse de manera integrada, considerando las interrelaciones existentes entre las dimensiones económica, social y ambiental (Naciones Unidas, 2015).

En este contexto, la bioeconomía adquiere una relevancia creciente como enfoque orientado al aprovechamiento sostenible de los recursos biológicos para la producción de alimentos, energía, materiales y otros bienes y servicios. La bioeconomía comprende las actividades económicas basadas en la utilización de recursos biológicos, entre los que se incluyen los animales, las plantas, los microorganismos y la biomasa derivada de estos recursos, así como los residuos orgánicos (European Commission, 2018). Desde esta perspectiva, los residuos y subproductos generados por las actividades agropecuarias pueden ser considerados recursos con potencial para incorporarse a nuevos procesos productivos y generar valor económico, ambiental y social.

El desarrollo de la bioeconomía también se relaciona con la necesidad de promover procesos productivos más eficientes y sostenibles, orientados a disminuir la dependencia de recursos fósiles mediante el aprovechamiento de recursos biológicos renovables. Desde esta perspectiva, la bioeconomía busca generar valor económico a partir de la biomasa, contribuyendo simultáneamente a la mitigación del cambio climático, la seguridad alimentaria y el desarrollo territorial (Bugge et al., 2016; Muscat et al., 2021). No obstante, diversos autores advierten que el origen

biológico de los recursos no garantiza, por sí mismo, la sostenibilidad de los sistemas productivos. Una utilización intensiva de la biomasa, sin criterios de eficiencia, regeneración y conservación del capital natural, puede reproducir patrones lineales de producción y consumo, comprometiendo los beneficios ambientales esperados (Holden et al., 2022; Stephenson y Damerell, 2022).

En este contexto, la articulación entre la bioeconomía y la economía circular adquiere un papel central para avanzar hacia modelos de producción verdaderamente sostenibles. La denominada bioeconomía circular propone complementar el uso de recursos biológicos renovables con estrategias orientadas a prolongar el valor de los materiales y la biomasa mediante su reutilización, valorización, reciclaje y aprovechamiento en cascada, minimizando la generación de residuos y la extracción de nuevos recursos (Stegmann et al., 2020; Muscat et al., 2021). Como señalan Ferraz y Pyka (2023), la convergencia entre ambos enfoques permite potenciar su contribución al desarrollo sostenible, al combinar la sustitución de recursos fósiles propia de la bioeconomía con los principios de eficiencia, circularidad y regeneración característicos de la economía circular. En consecuencia, la sostenibilidad de la bioeconomía no depende únicamente del empleo de biomasa, sino también del diseño de sistemas productivos capaces de mantener los recursos en uso durante el mayor tiempo posible y de reincorporarlos a nuevos ciclos de valor.

La transición hacia sistemas productivos sostenibles requiere, asimismo, transformar los modelos de negocio tradicionales. Los modelos de negocio constituyen la lógica mediante la cual las organizaciones crean, entregan y capturan valor. No obstante, los modelos convencionales han priorizado históricamente la generación de beneficios económicos, sin incorporar de manera suficiente los impactos ambientales y sociales derivados de las actividades productivas. Frente a las crecientes exigencias vinculadas con la sostenibilidad, las organizaciones deben revisar sus propuestas de valor, sus procesos, sus relaciones con los grupos de interés y los mecanismos mediante los cuales generan y capturan valor. Los modelos de negocio sostenibles amplían la concepción tradicional de valor al integrar objetivos económicos, ambientales y sociales y considerar los efectos de las actividades empresariales sobre los diferentes grupos de interés (Stubbs y Cocklin, 2008; Evans et al., 2017).

Dentro de las alternativas orientadas a promover esta transformación, la economía circular propone superar la lógica lineal de “extraer–producir–desechar” mediante estrategias que favorecen la reducción del consumo de recursos, la reutilización, la recuperación y la valorización de materiales y productos. La economía circular busca disminuir la extracción de recursos, reducir la generación de residuos y mantener el valor de los materiales dentro de los sistemas productivos durante el mayor tiempo posible. Para trasladar estos principios al ámbito organizacional, los modelos de negocio constituyen un mecanismo fundamental, ya que permiten redefinir la forma en que las empresas utilizan los recursos, desarrollan sus actividades, se relacionan con otros actores y generan valor (Geissdoerfer et al., 2020; De Angelis, 2022).

En el sector agropecuario, la producción de biogás a partir del estiércol animal representa una alternativa con potencial para integrar los principios de la bioeconomía y la economía circular. No obstante, la incorporación de un biodigestor no implica necesariamente la transformación integral del modelo de negocio.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar las acciones desarrolladas por una empresa que produce biogás a partir del estiércol animal, identificando aquellas prácticas que se enmarcan en los principios y componentes

de un modelo de negocio de economía circular. El estudio procura contribuir a la comprensión de las oportunidades que ofrece la articulación entre bioeconomía, economía circular y modelos de negocio sostenibles para promover la transformación de las actividades agropecuarias hacia formas de producción más eficientes, resilientes y sostenibles.

Además de la presente sección introductoria, el artículo se organiza del siguiente modo. En el apartado 2 se desarrolla el marco conceptual vinculado a la economía circular como modelo de negocio orientado a la sostenibilidad. En la sección 3 se describe el diseño metodológico. En el apartado 4 se presentan los resultados. Finalmente, en las conclusiones se sintetizan y discuten los principales hallazgos.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. La transición de los modelos de negocio hacia la sostenibilidad

El concepto de modelo de negocio ha evolucionado desde una visión centrada en la generación de beneficios económicos hacia un enfoque más amplio orientado a la creación de valor para múltiples grupos de interés.

Una de las definiciones más influyentes es la propuesta por Osterwalder y Pigneur (2010), quienes sostienen que un modelo de negocio describe la lógica mediante la cual una organización crea, entrega y captura valor. Esta concepción permitió sistematizar los elementos esenciales que explican el funcionamiento de una empresa y se consolidó como una herramienta para diseñar, analizar y comunicar la estrategia organizacional. Desde una perspectiva complementaria, Teece (2018) señala que el modelo de negocio constituye el mecanismo que permite transformar una propuesta de valor en resultados económicos sostenibles, articulando las decisiones relacionadas con la generación de ingresos, la estructura de costos y la apropiación del valor creado.

La literatura reciente amplía este enfoque al considerar que los modelos de negocio deben responder a los desafíos de la sostenibilidad y la innovación. Foss y Saebi (2017) sostienen que los modelos de negocio representan sistemas de actividades interrelacionadas cuya innovación constituye una fuente de ventaja competitiva. En esta línea, Lüdeke-Freund et al. (2018) argumentan que los modelos de negocio contemporáneos deben generar valor para una amplia variedad de grupos de interés, incorporando aspectos sociales y ambientales además de económicos.

Joyce y Paquin (2016) proponen el modelo Triple Layered Business Model Canvas. El cual mantiene la estructura del Canvas original incorporándole una dimensión ambiental, sustentada en el análisis del ciclo de vida, y una dimensión social, orientada a evaluar la generación de valor para los distintos grupos de interés.

Asimismo, Geissdoerfer et al. (2020) destacan que los modelos de negocio se han convertido en el principal mecanismo para implementar estrategias de sostenibilidad y economía circular dentro de las organizaciones, mientras que Bocken y Short (2021) enfatizan que su diseño debe orientarse hacia la creación simultánea de valor económico, social y ambiental.

Esta evolución conceptual evidencia que el modelo de negocio ha dejado de ser una herramienta exclusivamente económica para transformarse en un instrumento

estratégico que facilita la transición hacia organizaciones más sostenibles y resilientes.

En este sentido Canale et al (2024) indican que el paso de un modelo de negocio tradicional a un modelo sostenible atraviesa distintas tensiones en al menos cinco dimensiones, las cuales deben ser consideradas para alcanzar la transición real: la creación de valor sostenible, una gestión más proactiva hacia un conjunto más amplio de las partes interesadas, la dimensión temporal de la planificación, el criterio de conservación de capital y la rendición de cuentas.

2.2. Transición de los modelos sostenibles a los modelos circulares

La Fundación Ellen MacArthur, entiende que la economía circular es aquella que es restaurativa y regenerativa y trata de que los productos, componentes y materias mantengan su utilidad y valor en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos. La creación de valor en las empresas se genera a partir de tres principios básicos, los cuales están diseñados para desafiar el actual modelo económico lineal de tomar, hacer, desechar promoviendo un sistema más sostenible y regenerativo. El principio 1, consiste en preservar y mejorar el capital natural controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables. El principio 2, propone optimizar los rendimientos de los recursos distribuyendo productos componentes y materiales con su utilidad máxima en todo momento tanto en ciclos técnicos como biológicos. Y el principio 3 plantea promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos.

Asimismo, la Fundación Ellen MacArthur ha identificado seis acciones que pueden adoptar empresas y gobiernos en la transición a una economía circular (tabla 1). Las cuales buscan incrementar el uso de activos físicos, prolongando su vida y cambiando el uso de los recursos de fuentes finitas a renovables. Cada acción refuerza y acelera el rendimiento de las demás acciones. Conjuntamente conforman el marco ReSOLVE (por las siglas de las iniciales de las palabras inglesas).

Tabla 1. Acciones del marco ReSOLVE.

Acción	Descripción
<i>Regenerate</i> (regenerar)	Cambio a materias y energías renovables. Reclamar, retener y restablecer la salud de los ecosistemas. Devolver los recursos biológicos recuperados a la biosfera.
<i>Share</i> (compartir)	Compartir activos. Reutilizar/segunda mano. Prolongar la vida útil mediante el mantenimiento, diseño en favor de la durabilidad, actualización.
<i>Optimize</i> (optimizar)	Incrementar el rendimiento/la eficiencia del producto. Eliminar los residuos de la producción y de la cadena de suministro. Utilizar los macrodatos (big data), la automatización, la detección y dirección remotas.
<i>Loop</i> (bucle)	Refabricar productos o componentes. Reciclar materiales. Digerir anaeróbicamente. Extraer componentes bioquímicos de los residuos

	orgánicos.
<i>Virtualize</i> (virtualizar)	Desmaterializar directamente o indirectamente.
<i>Exchange</i> (intercambiar)	Sustituir materiales antiguos por avanzados y sostenibles. Aplicar nuevas tecnologías (p. ej., impresión en 3D). Elegir nuevos productos y servicios (p.ej., transporte multimodal).

Fuente: elaboración propia en base a Ellen Macarthur Foundation.

En la figura 1 se expone el marco de análisis de la evolución de los modelos tradicionales a modelos circulares propuesto por Canale et al (2024).

El cual integra desde una visión de la economía circular como subconjunto de la sostenibilidad cinco dimensiones para caracterizar a esta última. Y en relación específica a la economía circular propone, además, identificar las acciones mediante el Marco ReSOLVE, integrado con los principios de preservación y mejora del capital natural, la eficacia de los sistemas y la optimización del rendimiento de los recursos.

Figura 1. Evolución de los modelos de negocios tradicionales a modelos circulares.



Fuente: Canale et al (2024).

METODOLOGÍA

Se realiza un estudio descriptivo, para abordar el objetivo propuesto. Es una investigación de campo con abordaje cualitativo, al pretender comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en su ambiente natural y en relación con el contexto (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p. 9).

Se realiza un análisis empírico no experimental, de corte transversal mediante un estudio de caso. El diseño es no experimental ya que las variables o dimensiones del fenómeno no serán manipuladas y es de corte transversal dado que la información se recolectará en un momento determinado (Fassio et al., 2004). Según Yin (1994) el estudio de caso es una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo en profundidad y dentro de su contexto real, sobre todo cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no se ven con claridad.

El caso seleccionado es una empresa Pyme radicada en el partido de Coronel Suárez, provincia de Buenos Aires. Para el análisis de la información se utilizaron fuentes secundarias obtenidas de la página web de la empresa, noticias halladas, trabajos publicados.

3. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Caracterización general de la empresa

La empresa bajo estudio es una PyMe ubicada en el partido de Coronel Suárez, provincia de Buenos Aires que inicio sus actividades en el año 2001 a partir de una infraestructura que le permitía alcanzar el engorde de 1000 animales. En ese momento los efluentes de la actividad no tenían ningún tratamiento asociado. Es decir, se recolectaban cada tres días y se apilaban. Con la decisión de la empresa de aumentar el nivel de actividad, a tres mil cabezas, resultaba inviable desde el punto de vista operativo y medioambiental continuar con esta gestión.

Por lo que se comenzó a trabajar en el año 2017/2018 en un proyecto que consistía en la instalación de una planta de biogás que permitía utilizar el estiércol generado por el *feedlot* para evitar su potencial contaminación y generar energía verde. En el año 2018 obtuvieron la licitación, para la autorización del funcionamiento de la planta. En el año 2019 la empresa firma el contrato por 20 años con Cammesa, la compañía encargada del mercado eléctrico en la Argentina, a través de la Ronda 3 del Programa Renovar.

En el año 2023 la organización logra poner en funcionamiento el proyecto el cual permite que la planta de biogás genere energía eléctrica a partir de la transformación de los desechos orgánicos de tres mil vacunos. La planta genera a partir de la producción de 6.400 m³ de gas metano 550 kWh de energía eléctrica, la cual es inyectada a la red a través de la Cooperativa Eléctrica San José, abasteciendo a unos 2.000 habitantes de tres colonias alemanas del distrito (Santa Trinidad, San José y Santa María). La energía generada por la planta representa un incremento del 25% al volumen que recibía hasta el momento la Cooperativa Eléctrica San José.

3.2. Descripción del proceso productivo del biogás

Los animales del *feedlot* se encuentran alojados en tres galpones, divididos cada uno en ocho corrales techados, sobre piso de concreto, con una capacidad máxima total de 3.000 cabezas de ganado. El estiércol se recoge diariamente de manera automática, mediante raspadores que lo barren hacia los canales de carga y luego a la cámara de carga finalizada su dilución.

La empresa cuenta con dos digestores, con una capacidad de 6 millones de litros, equipados con agitadores y un sistema de calefacción interno, donde se mantienen condiciones anaeróbicas. Las bacterias van a degradar la materia orgánica del estiércol de los animales y de la biomasa que proviene de restos de vegetales producidos en la cosecha para lograr la producción de energía.

El proceso fermentativo genera biogás, el cual se purifica y seca para su posterior uso en motores de combustión interna para la generación de energía eléctrica. Dado que el flujo de biogás es continuo, la producción de energía es constante y se conecta a la Red Eléctrica Argentina. Si no puede utilizarse en la unidad de cogeneración debido a trabajos de mantenimiento, se quemará en un soplete. La energía térmica producida en el generador se utilizará para calentar los biodigestores como agua caliente.

El digestato obtenido del proceso fermentativo se separa, mediante un separador de sólidos, en dos biofertilizantes (subproductos) con alta composición nutricional. El biol (líquido) que se aplica a los cultivos (que se producen para obtener la fibra o el grano destinado a la alimentación de los animales) del establecimiento por medio del sistema de riego y el biosólido (sólido), puede ser comercializado y/o utilizado dentro de los procesos productivos de la empresa. Estas acciones evitan la utilización (compra) de fertilizantes químicos, conservando las condiciones del suelo y disminuyendo el impacto sobre el medio ambiente.

Figura 2. Descripción del Proceso productivo de Biodes.



Nota: adaptado de BiodeS: Biodigestor para la producción de biogás y fertilizantes en Argentina [Project Description], por Verra, 2023, VCS Project 4554 (<https://registry.terra.org/terra/public/program/VCS/projects/4554>). Imagen traducida al español y rediseñada con Meta AI el 10 de agosto de 2026.

Al analizar la descripción del proceso productivo es posible destacar algunas acciones e iniciativas por parte de la empresa:

En las instalaciones del *feedlot* la empresa resolvió techar los corrales, de modo de brindarles mayor bienestar a los animales y responder a las críticas que suelen darse sobre las actividades intensivas. Decisión que permitió mejorar la eficiencia de la transformación de la materia seca en carne.

Mantienen procesos productivos altamente automatizados, que parten desde la recolección del estiércol de manera automática, la generación del gas metano en los biogestores, su traslado a los motores generadores, su inyección a la red nacional de energía eléctrica y la aplicación del biol (líquido) a los cultivos del establecimiento por medio del sistema de riego Rain 360. Lo que permite no solo mejorar la eficiencia del proceso productivo, sino también generar condiciones de trabajo más cómodas para el personal.

En el año 2023 la empresa llevó adelante la instalación de paneles solares para generar 250 kwh de energía, que sería consumida por la planta de biogás y el equipo de riego de un establecimiento agropecuario de la firma. Los paneles solares se encuentran en los techos de los galpones donde están los animales. Esa energía permite mover todas las bombas, el mixer estacionario, la moledora de rollo y las bombas de riego. También hay paneles conectados a las bombas de suministro de agua para las bebidas de los animales. De esta manera, lo que toman los animales está *off grid*, con un sistema autónomo de baterías solares. El sobrante se inyecta en la red nacional eléctrica.

En la actualidad están a un paso de convertirse en el primer *feedlot* del país en obtener la certificación de créditos de carbono bajo los estándares de Verra (Verified Carbon Standard), el principal organismo internacional certificador de compensaciones voluntarias de carbono.

Y se encuentran pensando en un nuevo bucle de economía circular, en el cual la idea es instalar una mini destilería de bioetanol para procesar alrededor de 40 toneladas de maíz por día. El objetivo es dejar de incluir maíz en las dietas y reemplazarlo por burlanda, que además de aportar energía también aporta proteína.

3.3. Acciones hacia la economía circular

Al analizar las acciones desarrolladas en el caso bajo estudio desde el proceso de evolución de su modelo de negocio tradicional a uno sostenible, puntualmente bajo la propuesta de la economía circular es importante considerar que la propuesta de valor de la obtención de biogás a partir del procesamiento del estiércol de animales vacunos se basa en una concepción de sostenibilidad al obtener energía eléctrica y biofertilizantes a partir de un residuo que genera contaminación en su disposición final. Es decir, es posible inferir una transición desde una lógica lineal a una circular, dado que un flujo que anteriormente era considerado un residuo pasa a constituir un insumo para la generación de nuevos productos y servicios. En cuanto a las actividades de la empresa las mismas se enmarcan en un contrato por 20 años con Cammesa lo que refleja una perspectiva a largo plazo y con compromiso con las dimensiones de la sustentabilidad. La escalabilidad del modelo permite que sea replicable por otros establecimientos agropecuarios del país y de la región. Es más,

la decisión de Biodes de iniciar el proyecto se genera por contactos con los responsables del establecimiento “La Micaela” el primer *feedlot* que vende energía, ubicado en Carlos Tejedor provincia de Buenos Aires. Asimismo, se observa una gestión proactiva en lo vinculado a los grupos de interés, dado que la empresa se encuentra en camino a la certificación como empresa B. Sistema que otorga su certificación a organizaciones comprometidas con el triple impacto. En este sentido se han generado puestos de trabajo a personas de la zona, lo que permite el arraigo rural. Existen acciones de articulación con el estado, no solo por su participación en el programa RenovAr, sino también con el gobierno de la provincia de Buenos Aires por los estudios de impacto ambiental de la planta de biogás y del *feedlot*. Asimismo, a partir de la ley de energía distribuida tomaron acciones para la generación de energía fotovoltaica a través de un financiamiento del Banco Provincia y Fogaba. Con la comunidad permiten generar energía limpia para más de 2.500 hogares además de beneficiarlas generando un ambiente más limpio.

Considerando los principios de la economía circular y el marco ReSOLVE, se analizan las acciones que lleva adelante la empresa bajo estudio. La estrategia ReSOLVE predominante en el caso es Loop, seguida por Regenerate, mientras que Share presenta una presencia secundaria y no se identifican prácticas directamente asociadas con Virtualize (tabla 2).

Tabla 2. Análisis de las acciones de la empresa en el marco de la EC y el marco ReSOLVE.

Acción de la empresa	Manifestación de economía circular	Principio de economía circular	Estrategia ReSOLVE
El estiércol generado en el <i>feedlot</i> es recolectado diariamente e incorporado a los biodigestores.	Valorización de un residuo orgánico como materia prima para otro proceso productivo.	Principio 3: Promover la eficacia de los sistemas, detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos.	
Los restos vegetales provenientes de la cosecha son incorporados al proceso de biodigestión.	Aprovechamiento de residuos o subproductos agrícolas para la generación de nuevos productos y energía.	Principio 3: Promover la eficacia de los sistemas, eliminando los residuos del sistema productivo.	
El estiércol y la biomasa vegetal son transformados mediante digestión anaeróbica en biogás.	Conversión de residuos orgánicos en un recurso energético.	Principio 3: Promover la eficacia de los sistemas mediante el aprovechamiento de los flujos residuales.	
El biogás generado es utilizado para producir energía eléctrica.	Valorización energética de un flujo residual y generación de energía a partir de biomasa.	Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos, manteniendo los materiales y recursos en circulación con su máxima utilidad.	Loop (Circularizar)
El digestato obtenido después de la fermentación se separa en biol y biosol.	Transformación de un subproducto del proceso en nuevos productos con valor productivo.	Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos, extendiendo la utilidad de los materiales en el ciclo biológico.	
El biosol puede utilizarse dentro de los procesos productivos de la empresa.	Reincorporación de un subproducto al sistema productivo, evitando su descarte.	Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos manteniendo los materiales en circulación.	
Los cultivos fertilizados con biol pueden destinarse a la alimentación de los animales.	Cierre del ciclo biológico entre producción ganadera, producción agrícola y alimentación animal.	Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural equilibrando los flujos de recursos renovables.	
El calor generado durante la producción de electricidad se utiliza para calefaccionar los biodigestores.	Recuperación y reutilización de energía térmica dentro del propio sistema productivo.	Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos mediante el aprovechamiento de la energía residual.	Optimize (Optimizar)
El biol líquido se aplica a los cultivos mediante el sistema de	Recirculación de nutrientes provenientes de los residuos ganaderos hacia la producción natural mediante la reincorporación de	Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural mediante la reincorporación de	Regenerate (Regenerar) –

Acción de la empresa	Manifestación de economía circular	Principio de economía circular	Estrategia ReSOLVE
riego.	agrícola.	nutrientes al suelo.	Loop (Circularizar)
El biosol puede ser comercializado.	Valorización de un subproducto mediante su utilización por otros actores productivos.	Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos, extendiendo la utilidad del material más allá del proceso original.	Share (Compartir) – Loop (Circularizar)
El uso de biol y biosol permite reducir la compra y utilización de fertilizantes químicos.	Sustitución de insumos externos por nutrientes recuperados de los propios procesos productivos.		
La empresa instaló paneles solares para abastecer la planta de biogás y distintos equipos del establecimiento.	Sustitución de fuentes convencionales por una fuente renovable de energía.	Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural, reduciendo la dependencia de recursos e insumos externos.	Exchange (Intercambiar)
Los paneles solares abastecen bombas, equipos, sistemas de riego y suministro de agua.	Incorporación de energía renovable al funcionamiento de los procesos productivos.		
El excedente de electricidad generada se inyecta a la red eléctrica nacional.	Aprovechamiento de excedentes energéticos mediante su utilización fuera del establecimiento.	Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos, extendiendo la utilidad de la energía generada.	Share (Compartir)

Fuente: elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

El análisis del caso permitió identificar la incorporación de diversas prácticas de economía circular en el sistema productivo de la empresa, evidenciando una transición desde una lógica predominantemente lineal hacia un esquema en el que los residuos, subproductos y excedentes son valorizados y reincorporados a otros procesos. La principal transformación se observa en el tratamiento del estiércol generado en el *feedlot*, que deja de ser considerado exclusivamente un residuo para constituirse en una materia prima para la producción de biogás y digestato. De esta manera, la empresa articula los procesos ganadero, agrícola y energético mediante circuitos internos de materiales, nutrientes y energía.

La estrategia *Loop* presenta el mayor nivel de desarrollo, principalmente por la valorización del estiércol y de los residuos vegetales mediante la producción de biogás y digestato, así como por la reincorporación de nutrientes a través del biol y biosol. Asimismo, se identificaron acciones vinculadas con *Regenerate*, *Optimize*, *Exchange* y *Share*, evidenciando una transición desde una lógica lineal hacia un modelo productivo con mayor aprovechamiento de los recursos.

En relación con los principios de economía circular, las prácticas identificadas permiten observar la presencia de los tres principios. El Principio 1 se manifiesta principalmente en la recuperación y reincorporación de nutrientes mediante el uso del biol y en la incorporación de energía solar como fuente renovable. El Principio 2 se evidencia en la valorización del biogás, la recuperación del calor generado durante la cogeneración, el aprovechamiento del biosol y la utilización de excedentes energéticos. Finalmente, el Principio 3 se relaciona particularmente con la transformación del estiércol y de los restos vegetales en nuevos recursos productivos, evitando que estos flujos sean gestionados exclusivamente como residuos.

El caso evidencia que la economía circular no se encuentra asociada exclusivamente a una tecnología particular, como la biodigestión anaeróbica, sino a la articulación de diferentes prácticas que permiten mantener recursos, materiales, nutrientes y energía dentro del sistema productivo durante un mayor tiempo y con diferentes usos. La biodigestión constituye, en consecuencia, una tecnología habilitante de un modelo más amplio de valorización de recursos, cuya circularidad depende de la existencia de usos posteriores para los productos y subproductos generados.

Entre las principales limitaciones se encuentra el carácter de estudio de caso único y el enfoque predominantemente cualitativo, que no permite determinar la magnitud de los beneficios económicos y ambientales asociados a las prácticas identificadas. Tampoco se contó con información suficiente para cuantificar los flujos de materiales y energía ni los costos e ingresos vinculados con las estrategias circulares.

Como futuras líneas de investigación, se propone profundizar en la dimensión económica de la economía circular, mediante el análisis de las inversiones, costos de operación, ahorros por sustitución de fertilizantes y energía, ingresos derivados

de la comercialización de subproductos y excedentes energéticos y períodos de recuperación de las inversiones. Y continuar el estudio con otras experiencias de transición de modelos de negocio tradicionales a modelos circulares de modo de encontrar puntos en común y visibilizar el recorrido de estas organizaciones y así fomentar a otras empresas a seguir este camino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bocken, N. y Short, S. (2021). Towards a sufficiency-driven business model: Experiences and opportunities. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 38, 5–15. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.010>
- Canale, S., Bergese, M. y Fail, A. (2024). De la sostenibilidad a la economía circular: un análisis empírico. *XLVII Congreso de Costos del IAPUCo*. <https://iapuco.org.ar/congresos/xlvii-congreso-2024-tandil/>
- Canale, S., Bergese, M., Fail, A. y Sánchez Rossi, M. (2025). Modelos de negocios circulares: una propuesta para la industria pesquera de la provincia de Santa Fe. *XLVIII Congreso de Costos del IAPUCo*. <https://iapuco.org.ar/congresos/xlviii-congreso-2025-mar-del-plata/>
- Chimeno, P., Polcaro, S., Saldungaray, M., Torres Carbonell, C., Piñeiro, V. y Damilano, B. (2022). Adaptación de los sistemas productivos a los desafíos de sostenibilidad: un caso de producción de biogás en el sudoeste bonaerense. 53 Reunión anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. <https://aaea.org.ar/project/iiii-bahia-blanca-4-2-2-2/>
- De Angelis, R. (2022). Circular economy business models: A repertoire of theoretical relationships and a call for future research. *Circular Economy and Sustainability*, 2, 433-446. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00133-x>
- European Commission. (2018). *A sustainable bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment—Updated bioeconomy strategy*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/792130>
- Evans, S., Vladimirova, D., Holgado, M., Van Fossen, K., Yang, M., Silva, E. y Barlow, C. (2017). Business model innovation for sustainability: Towards a unified perspective for the creation of sustainable business models. *Business Strategy and the Environment*, 26 (5), 597–608. <https://doi.org/10.1002/bse.1939>
- Fassio, A.; Pascual, L. y Suárez, F. (2004). *Introducción a la metodología de investigación. Aplicada al saber administrativo y al análisis organizacional*. Macchi.

- Ferraz, D. y Pyka, A. (2023). Circular economy, bioeconomy, and sustainable development goals: a systematic literature review. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29632-0>
- Foss, N. y Saebi, T. (2017). Fifteen Years of Research on Business Model Innovation. *Journal of Management*, 43 (1), 200–227. <https://doi.org/10.1177/0149206316675927>
- Fundación Ellen MacArthur (2015). Hacia la economía circular: fundamentos económicos y para una transición acelerada. de: https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf
- Geissdoerfer, M., Pieroni, M., Pigosso, D. y Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123741. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>
- Hernández Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Holden, N., Neill, A., Stout, J., O' Brien, D. y Morris, M. (2022). Biocircularity: a Framework to Define Sustainable, Circular Bioeconomy. *Circular Economy and Sustainability*. 3, 77–91. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00180-y>
- Joyce, A. y Paquin, R. (2016). The Triple Layered Business Model Canvas: A tool to design more sustainable business models. *Journal of Cleaner Production*, 135, 1474–1486. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.067>
- Lüdeke-Freund, F., Carroux, S., Joyce, A., Massa, L. y Breuer, H. (2018). The Sustainable Business Model Pattern Taxonomy. *Sustainability*, 10 (7), 2462. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.06.004>.
- Muscat, A., de Olde, E., Ripoll-Bosch, R., Van Zanten, H., Metze, T., Termeer, C., Van Ittersum, M. y De Boer, I. (2021). Principles, drivers and opportunities of a circular bioeconomy. *Nature Food*, 2 (8), 561–566. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00340-7>.
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (Resolución A/RES/70/1). <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>
- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. John Wiley & Sons.

- Stegmann, P., Londo, M., y Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation and Recycling*: X, 6, 100029. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>.
- Stephenson, P. J., & Damerell, A. (2022). Bioeconomy and Circular Economy Approaches Need to Enhance the Focus on Biodiversity to Achieve Sustainability. *Sustainability*, 14 (17), 10643. <https://doi.org/10.3390/su141710643>.
- Stubbs, W. y Cocklin, C. (2008). Conceptualizing a “sustainability business model”. *Organization & Environment*, 21 (2), 103–127. <https://doi.org/10.1177/1086026608318042>
- Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Verra. (2023). BiodeS: Biodigestor para la producción de biogás y fertilizantes en Argentina [Project Description]. VCS Project 4554. <https://registry.verra.org/verra/public/program/VCS/projects/4554>
- Yin, R. (2017). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. SAGE publications.