



## Residuos y efluentes agropecuarios y agroindustriales generados en el Sur de Santa Fe.

Ibarlucea, J.<sup>1</sup>; Gimenez, G.<sup>1</sup>; Pagani, R.<sup>2</sup>; Dickie, M.<sup>2</sup>; de Emilio, M.<sup>3</sup>; Bertozzi, E.<sup>4</sup>; Cardozo, F.<sup>5</sup>; Covacevich, M.<sup>6</sup> y Huerga, I.<sup>7</sup>

1 INTA AER Roldán - 2 INTA AER Cañada de Gómez - 3 INTA AER Las Rosas - 4 INTA AER Casilda - 5 INTA AER Totoras - 6 INTA EEA Oliveros - 7 INTA AER Venado Tuerto

 Palabras clave: contaminación, intensificación, tratamientos, reutilización.

### Introducción

En los últimos 30 años se ha visto un cambio de paradigma en la producción animal. Con el objetivo de mejorar la eficiencia en la transformación de granos a carne, huevos y leche, el sector agropecuario ha modificado la cría animal a campo (animales dispersos en grandes superficies), hacia el confinamiento, conocido como intensificación ganadera. Esto presenta dos características centrales: mayor número de animales por unidad de superficie (con el correspondiente aumento del uso de insumos en su alimentación), y la concentración de la producción animal en un menor número de productores.

Como externalidad, se genera un incremento de los flujos de energía, nutrientes y riesgos de contaminación, dado por la acumulación de excretas en áreas reducidas. Con el fin de evitar esta contaminación al ambiente, en los últimos años muchos productores comenzaron a utilizar este tipo de residuos como insumo para la generación de energía y aporte de materia orgánica o nutrientes para los suelos agrícolas.

El sur de Santa Fe contempla los departamentos Belgrano, Caseros, Constitución, General López, Iriondo, Rosario y San Lorenzo. Se caracteriza principalmente por ser una zona agrícola con suelos de alta capacidad productiva. Según el Censo Nacional

Agropecuario 2018, existen 2.101.682,0 hectáreas que son utilizadas para el desarrollo de cultivos. Asimismo, la producción animal es también una actividad importante en el sur provincial, visto que en este mismo censo se informan 766.449 cabezas de bovinos (17 % del total provincial); 373.493 cabezas de porcinos (65 %), 40.879 bovinos en ordeño (6 %) y 6.286.451 de pollos parrilleros (33 %).

Los residuos pecuarios que podemos encontrar en esta zona son los siguientes: camas de aves (compuestas por heces, orina, material absorbente, resto de alimento y plumas); excretas de cerdo (heces, orina y agua) estiércol bovino y efluentes de tambo. Es de interés del sector agropecuario conocer el volumen que se generan de los mismos y su significancia respecto a otro tipo de residuos. Es por ello que se plantea como objetivo en el siguiente trabajo realizar una estimación de la generación de residuos pecuarios (RP) que los establecimientos de cría animal intensiva (tambos, cerdos, feed lot y aves para carne) generan en el sur provincial. Y a su vez, generar propuestas para un manejo apropiado de los residuos y efluentes que puedan ser adoptadas por los sistemas de producción animal del sur de Santa Fe.

Es importante destacar que este trabajo se realizó en el marco del Proyecto de Desarrollo Local "Residuos y efluentes agropecuarios y Agroindustriales generados en el Sur de Santa Fe", dentro de la Plataforma de Innovación Territorial "Sistemas Productivos Agroindustriales Integrados del Sur de Santa Fe"



## Desarrollo

Se realizó un relevamiento de los establecimientos de cría animal intensiva (tambos, cerdos, aves y bovinos para carne) mediante la base de datos que el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) dispone. A cada establecimiento se geo-referenció, con el fin de poder realizar una estimación de la generación de residuos a nivel distrital.

La cantidad de residuos generados por tipo de producción se estimó en virtud a dos categorías de datos: (1) datos bibliográficos (valores de bibliografía local de INTA y otros organismos de ciencia y tecnología); (2) datos de campo (valores que se fueron recolectando en visitas realizadas a este tipo de establecimiento durante el desarrollo del proyecto). Para la estimación final se utilizaron valores medios de estos datos. Para el procesamiento de datos se utilizaron planillas de Microsoft Excel; y para la generación de mapas para representar la generación de residuos se utilizó el Software QGIS 3.16.

Por otro lado, se realizaron visitas técnicas a distintos establecimientos de producción animal, donde se pudieron conocer los principales usos de los residuos y las demandas que tienen en tecnologías duras y blandas para poder realizar una gestión adecuada.

## Resultados obtenidos

En la Tabla 1 se muestran los valores de los resultados obtenidos de la generación de residuos pecuarios, y la comparativa con los residuos domiciliarios.

Se puede apreciar que en el departamento General López se genera una mayor cantidad de residuos pecuarios; y son los sistemas de producción porcina los que más aportan a esta causa. La cantidad total de residuos estimados dobla el total de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que la población de estos Departamentos genera.

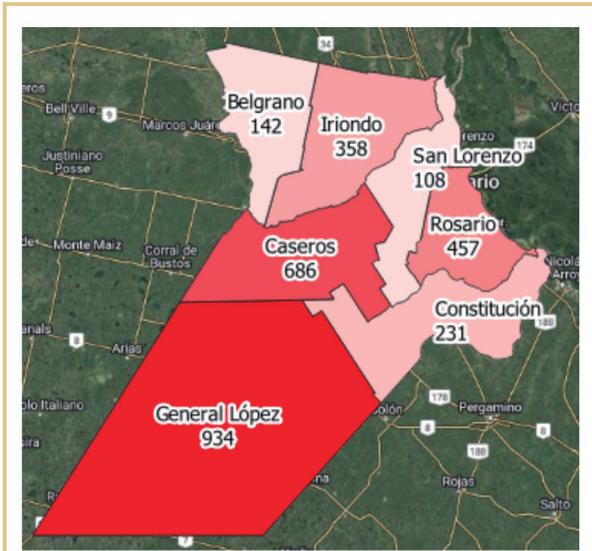
La generación de residuos pecuarios a escala departamental se puede observar en la Figura 1. En la Figura 2 se muestra la generación de residuos de la producción porcina a escala departamental, y en la Figura 3 se puede apreciar, dentro del departamento General López, cuáles son los distritos que mayor volumen de residuos porcinos generan.

Más allá de la generación de residuos, es necesario apreciar cual es el destino final de los mismos. En virtud a las visitas realizadas y a los encuentros de intercambio que se realizaron en el marco del proyecto, se pudieron apreciar distintas formas de manejar estas corrientes. Se resumen a continuación las principales prácticas que pueden ser consideradas al momento de comenzar a realizar una gestión adecuada de los residuos y efluentes.

- Implementar una separación líquido-sólido cuando se generan corrientes de efluentes, a fin de mejorar el tratamiento posterior de la fase líquida. Esto es aplicable, especialmente en efluentes de tambos y producción porcina, visto que estas corrientes arrastran un elevado contenido de sólidos (que pueden sedimentar fácilmente, y además se en-

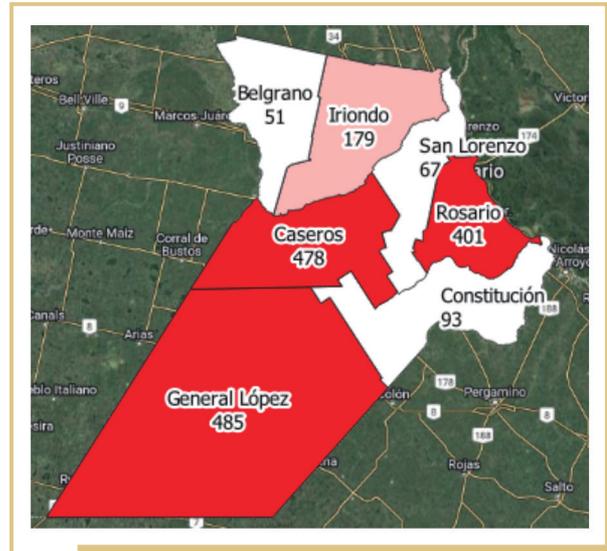
**T1** Tabla 1 – Total de residuos pecuarios generados en los Departamentos del Sur de Santa Fe, y su comparación con los residuos domiciliarios. (1) Corresponden a los residuos que se generan en los hogares. (2) Corresponden al total de residuos domiciliarios. Incorpora los residuos de poda, jardín y construcción.

Departamento	Ton/d de residuos pecuarios					Ton/d Residuos Domiciliarios	
	Porcinos	Tambo	Feed Lot	Cama de pollo	Total	Domiciliarios (1)	Domiciliarios + poda + Construcción (2)
Belgrano	50.9	23.5	67.3	0.1	<b>141.9</b>	21.0	88.0
Caseros	477.7	9.0	178.9	20.0	<b>685.6</b>	38.0	158.0
Constitución	93.3	2.6	134.6	0.0	<b>230.5</b>	40.9	107.6
General Lopez	484.9	324.1	123.1	1.6	<b>933.8</b>	89.3	234.7
Iriondo	178.6	84.8	82.2	12.4	<b>358.0</b>	35.0	85.2
Rosario	400.8	4.6	47.0	4.3	<b>456.6</b>	587.0	671.0
San Lorenzo	67.3	21.6	19.2	0.0	<b>108.1</b>	99.7	227.0
<b>Total</b>	<b>1753.6</b>	<b>470.1</b>	<b>652.3</b>	<b>38.4</b>	<b>2914.5</b>	<b>910.9</b>	<b>1571.5</b>



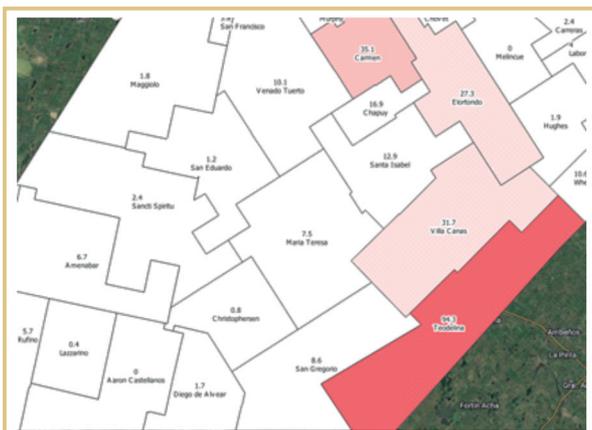
F1

Figura 1. Generación de residuos pecuarios en Ton/d en los Departamentos del Sur de Santa Fe.



F2

Figura 2 Generación de residuos de la producción porcina en Ton/d en los Deptos. del Sur de Santa Fe.



F3

Figura 3. Residuos de la producción porcina a nivel distrital - Departamento General López.

cuentran suspendidos en la fase líquida) y provocan obturaciones en las lagunas donde se almacenan, ya sea para su posterior tratamiento (baja considerablemente la carga orgánica de los efluentes) o bien para su uso como insumo en la producción agrícola (favorece la homogeneización de los nutrientes y materia orgánica en caso que no exista un removedor para la captación del efluente en la laguna).

- Evaluar la posibilidad de generar energía (biogás) con las corrientes de desechos de cerdos y tambos. Combinando esta sugerencia con la anterior, existe una brecha en considerar “cuando” separar: en algunos casos se propone realizarla previo al biodigestor, y en otros posterior al mismo. Todo dependerá del tipo de biodigestor a implementar: si es un biodigestor de alta eficiencia (con agitación,

de mampostería, aislación) conviene utilizar todo el efluente y separar los sólidos posteriores al mismo.

- En cuanto a la generación de energía eléctrica utilizando el biogás, para los sistemas de gran escala (capacidad instalada superior a 1 MW) existen oferentes que entregan el producto “llave en mano”, generalmente, empresas proveedoras de tecnología extranjera con representantes a nivel nacional. Cuando la potencia instalada es menor, se debe armar el “paquete tecnológico” a través el ensamble de distintos proveedores locales, que adapten sus productos al sistema “biodigestor”.

En todos los casos, conviene evaluar el objetivo final de la producción energética. En la tabla 2 se muestran algunas de las características del biogás obtenido con distintos efluentes.

- Utilizar los residuos pecuarios para nutrición de cultivos realizando el correspondiente balance de nutrientes, que implica muestrear los residuos/efluentes y el suelo. Dentro de las posibilidades del productor, se recomienda la realización de compostaje para mejorar las características del material en su uniformidad, para facilitar la distribución en el uso agronómico.

La limitante que tienen los efluentes líquidos para su utilización como fertilizante es el momento de aplicación (limitado por la existencia de cultivos en el lote) y la generación diaria, lo que implica tener una capacidad de almacenamiento en lagunas para cuando no se pueda aplicar. En cuanto a los residuos



**F4** Figura 4. Separador de sólidos: Tamiz y tornillo.



**F5** Figura 5. Separador de sólidos tipo tambor.

**T2** Tabla 2 – Características del biogás obtenido con distintos tipos de efluentes.

Parámetro	Biogás con efluente porcino	Biogás con efluente de tambo
% Metano (CH <sub>4</sub> )	65 – 75	50 – 60
% Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	35 – 25	50 - 40
Sulfhídrico (SH <sub>2</sub> ) ppm	500 – 10.000	< 200
Contenido Energético (Kwh/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	1.5	2

1- Este parámetro, además del contenido energético, depende mucho de la eficiencia del motor. En el caso del biogás con efluente de tambo, el motor donde fue medido es de mayor eficiencia que el proveniente de biogás con efluente porcino.

Los datos del biogás obtenido con efluente porcino fueron generados por el INTA en el marco de este proyecto, los de biogás provenientes de efluentes de tambo los provee la empresa "ADECO AGRO", visitada durante el proyecto local.

**T3** Tabla 3 – Características de los residuos pecuarios utilizados para nutrición de suelos.

Parámetro	Efluente Porcinos	Residuo obtenido de barrido de feed lot	Cama de pollo
Materia Orgánica (%)	6.7	20.8	79 %
Fósforo (%)	0.6	0.4	0.97
Nitrógeno Total (%)	0.7	0.9	2.96
Sodio (%)	0.075	0.33	0.41
pH	7.7	9	7.56

En el caso del efluente proveniente de la producción porcina, fueron datos generados durante el desarrollo del proyecto. El de "Residuo obtenido de barrido de Feed lot" lo proveyó un productor visitado durante el proyecto; y los de Cama de Pollo fueron obtenidos por el INTA EEA Concepción del Uruguay



sólidos (feed lot, aves), generalmente se trasladan hacia las cabeceras de los lotes para poder ser aplicados cuando no hay cultivos. En el caso que los sólidos queden estacionados, sin moverse/mezclarse, la distribución en el lote es heterogénea.

### Comentarios finales

Se puede estimar que en el sur de Santa Fe se generan un total de 2.914 toneladas diarias de residuos provenientes de productores de leche, carne aviar, feed lot y cerdos. Estos últimos aportan el 60 % del total. Comparando este volumen con los residuos asimilables a domiciliarios (RSU) en todos los Departamentos (menos en el departamento Rosario) superan ampliamente su generación; aunque el impacto que ocasionan al ambiente los RSU pueden traer un mayor perjuicio visto que generalmente terminan en basurales a cielo abierto, mientras que los residuos pecuarios pueden ser reutilizados; y, por otro lado, los residuos pecuarios se encuentran dispersos en todo el territorio del sur provincial.

Este trabajo permitió visualizar la ubicación de los distintos tipos de residuos, a fin de identificar posibles estrategias locales para su manejo en forma conjunta, aplicando algunas de las prácticas amigables al medio ambiente, como puede ser la utilización para mejorar los suelos, generar energía y aprovecharlos en el sistema productivo.

### Bibliografía Consultada

Herrero, M. A. y Gil, S. B. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. *Ecología austral*, 18(3), 273-289.

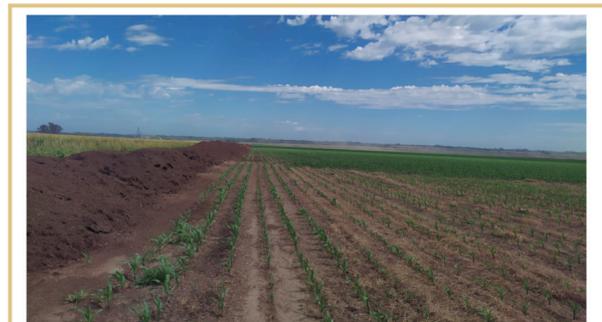
BOE. 2000. Boletín oficial del Estado N.o 58. Real Decreto 324/2000 sobre normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad. Madrid, España.

Vicari, M. P. (2012). Efluentes en producción porcina en Argentina: generación, impacto ambiental y posibles tratamientos. Artículo disponible en <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/319> (acceso 20 de Julio de 2023)



F6

Figura 6. Vista de lote donde se aplicaron efluentes porcinos.



F7

Figura 7. Pila de barrido de feed lot, previo a su aplicación en lote.

Alonso-Estrada, D., Lorenzo-Acosta, Y., Díaz-Capdesuñer, Y. M., Sosa-Cáceres, R., & Angulo-Zamora, Y. (2014). Tratamiento de residuales porcinos para la producción de biogás. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 48(3), 16-21.

Sosa, N., Orcellet, J., Gambaudo, S., & Fe, S. (2016). Uso agronómico de residuos orgánicos de origen animal. *Informaciones agronomicas de Hispanoamerica*, 23, 14-18.

Sosa, N., Mathier, D. F., & Bragachini, M. A. (2019). Informe Ensayo de aplicación de efluentes porcinos en cultivo de maíz (Campaña 2017-2018). EEA Manfredi. Disponible en [www.inta.gob.ar](http://www.inta.gob.ar) (acceso 5 de Julio de 2023)

Gange, J. M. (2016). Aproximación al valor potencial de la cama de pollo como fertilizante en el centro este de Entre Ríos. *Cama de pollo en Entre Ríos*, 48