

# Diagnóstico del manejo de los efluentes porcinos generados en la provincia de Córdoba

PEGORARO, V.R.<sup>1</sup>; CAZORLA, C.R.<sup>1</sup>; MASINO, A.<sup>1</sup>; ALLADIO, M.<sup>1</sup>; COTTURA, G.<sup>1</sup>; BACHMEIER, O.<sup>2</sup>; HANG, S.<sup>2</sup>; MUÑOZ, S.<sup>1</sup>; ZUBILLAGA, M.S.<sup>3</sup>

## RESUMEN

La intensificación de la producción porcina genera grandes volúmenes de efluentes que deben ser manejados adecuadamente. Su acumulación y aplicaciones no controladas al suelo pueden provocar impactos negativos en el ambiente. Este trabajo se planteó como objetivo estimar la generación de efluente porcino en la provincia de Córdoba y diagnosticar actuales prácticas de manejo en el departamento de Marcos Juárez. Las estimaciones realizadas evidencian que el potencial de generación de efluente porcino en la provincia es de 811911 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>, los cuales aportan 2517 toneladas N año<sup>-1</sup>. Esta generación se concentra en los departamentos sur-sureste, ligados a la mayor existencia animal. A su vez, el departamento Marcos Juárez genera 119378 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> de efluente porcino. De este volumen generado un 61% fue almacenado en sistemas impermeabilizados, 51% fue sometido a sistemas de tratamiento y un 68% fue aplicado al suelo. Sin embargo, al evaluar el porcentaje de productores que llevaron a cabo estas prácticas, se evidenció que estos fueron minoría, pero con mayor número de animales.

**Palabras clave:** nitrógeno, sistemas de tratamiento, uso agronómico, encuesta.

## ABSTRACT

*Pig production intensification generates large volume of the slurry that must be managed properly. Their accumulation and uncontrolled applications on the soil can cause negative impacts on the environment. The aims of this article were estimated pig slurry generation in Córdoba Province, Argentina and diagnose farm pig slurry management in Marcos Juarez department. The potential generation of pig slurry in Córdoba Province is 811911 m<sup>3</sup> year<sup>-1</sup>, which 2517 tons N year<sup>-1</sup>, concentrated in the south-southeast departments in Córdoba. The Marcos Juárez department generated 119378 m<sup>3</sup> year<sup>-1</sup> of pig slurry. Of this generated volume, 61% was stored in waterproofed systems, 51% was subjected to treatment systems and 68% was applied to the soil. However, when evaluating the percentage of pig farmers who carried out these practices, it was evident that they were a minority but with a greater number of animals.*

**Keyword:** nitrogen, treatment systems, agronomic use, survey.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Marcos Juárez, ruta 12 km 2, (2580), Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. Correo electrónico: pegoraro.vanesa@inta.gob.ar

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Córdoba. Cátedra de Edafología. Córdoba, Argentina.

<sup>3</sup>Universidad de Buenos Aires. Cátedra de Fertilidad de suelo. Buenos Aires.

## INTRODUCCIÓN

Argentina presenta una existencia porcina superior a los 5 millones de animales. La provincia de Córdoba es la segunda productora de cerdos, luego de Buenos Aires. Córdoba cuenta con 12489 establecimientos agropecuarios y 1126531 animales, concentrando el 22% de la existencia nacional (SENASA, 2017). A su vez, las existencias porcinas tienen fuerte presencia en los departamentos del sursureste, ligada a la producción de maíz, concentrándose el 51% del total de cerdos en tres departamentos (Río Cuarto, Unión y Marcos Juárez). Si bien los sistemas de producción de pequeña y mediana escala productiva son los que prevalecen en el país, se ha producido un importante aumento en el número de productores que confinan parte o totalmente sus animales (Iglesias y Ghezan, 2013).

El confinamiento y la distribución geográfica de las existencias animales son unas de las cuestiones más importantes para considerar desde el punto de vista ambiental debido a la concentración que se provoca de estiércoles y efluentes en áreas específicas (García Sanz *et al.*, 2010). Esto genera, en pequeñas áreas, grandes volúmenes de efluentes que deben ser manejados correctamente para disminuir impactos ambientales negativos.

La generación de estiércol a nivel mundial se estimó que fue de 1500 millones de toneladas para el año 2005 (Kuligowski *et al.*, 2010). Sin embargo, la cantidad de efluentes que se generan en la provincia de Córdoba es difícil de conocer o estimar. Esto sucede debido a que existe una ausencia de información sobre valores de generación de efluente por animal a nivel nacional. Solo existen valores unitarios de volumen y N excretado por animal en bibliografía internacional. A su vez, se carece de información sobre el manejo de estos efluentes, siendo importante su diagnóstico principalmente en sistemas confinados.

Conocer la generación de efluente porcino y la gestión de estos permitirá brindar información a investigadores, consultores ambientales y asesores de políticas públicas. Además, permitirá planificar la gestión de estos y determinar si se generan excedentes en áreas específicas que puedan provocar impactos ambientales negativos. Por tal motivo, los objetivos de este trabajo fueron estimar el potencial de generación de efluente porcino en la provincia de Córdoba y diagnosticar actuales prácticas de manejo en el departamento de Marcos Juárez, Córdoba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para estimar la generación de efluentes porcinos en la provincia de Córdoba se utilizó una base de datos de establecimientos porcinos georreferenciados del año 2014 perteneciente al Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Se seleccionaron los establecimientos con más de 50 madres, con el supuesto que comienzan a confinar parte de la producción (Beyli *et al.*, 2012). La base de datos cuenta con la cantidad de animales por categoría en cada establecimiento. La cantidad de animales en cada categoría fue multiplicada por los volúmenes

| Categoría | Existencias | m <sup>3</sup> . animal año <sup>-1</sup> | kg N m <sup>3</sup> | kg N animal <sup>-1</sup> |
|-----------|-------------|---|---------------------|---------------------------|
| Cerda     | 92395       | 5,10                                      | 2,94                | 14,99                     |
| Cachorra  | 39131       | 1,00                                      | 3,4                 | 3,40                      |
| Lechón    | 236852      | 0,07                                      | 2,9                 | 0,22                      |
| Cachorro  | 107602      | 0,82                                      | 3,33                | 2,72                      |
| MEI       | 15616       | 1,14                                      | 3,4                 | 3,86                      |
| Capón     | 134944      | 1,14                                      | 3,4                 | 3,86                      |
| Padrillo  | 4049        | 6,12                                      | 2,94                | 17,99                     |

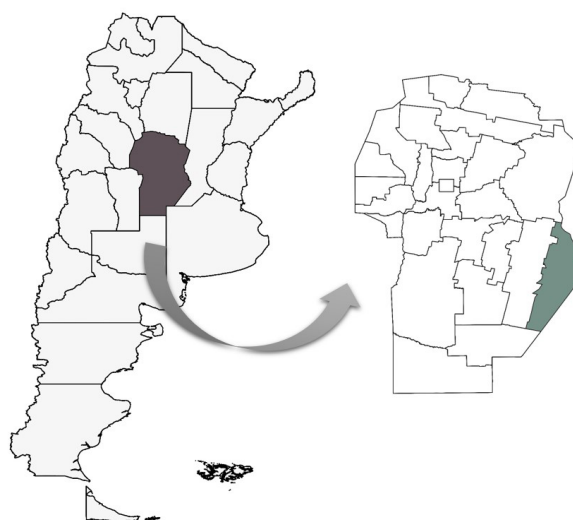
**Tabla 1.** Generación de efluente porcino (m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>) y nitrógeno (kg m<sup>3</sup>) por categoría animal.

Adaptado de BOE (2000) y Teira Esmatges (2008). MEI: macho entero inmunocastrado.

(m<sup>3</sup> animal año<sup>-1</sup>) y N generado (kg m<sup>3</sup>) por esos efluentes según BOE (2000) y Teira Esmatges (2008) (tabla 1).

Para generar los mapas de distribución se utilizó el software QGIS. Se modificó la base de datos por medio de herramientas de geoprocursos. Luego, se ubicaron los establecimientos espacial y temporalmente, asignándoles un valor promedio de volumen de efluente porcino y N generado por pedanía (subdivisión departamental).

El diagnóstico del manejo de efluente porcino se realizó en el departamento Marcos Juárez, Córdoba, por ser uno de los departamentos con mayor existencia porcina (figura 1). Se seleccionó un mínimo del 20% de los establecimientos de cada estrato productivo con más de 50 madres (50-100, 101-500, >500), conformando un total de 31 encuestas. Los estratos menores a 50 madres no se tuvieron en cuenta ya que suelen realizar producción en sistemas al aire libre y con bajo grado de tecnificación (Beyli *et al.*, 2012).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio, departamento Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.

| Estrato productivo | N.º de encuestas | % encuestado |
|--------------------|------------------|--------------|
| 50 a 100 madres    | 19               | 21           |
| 101 a 500 madres   | 9                | 20           |
| 500 madres         | 3                | 100          |
| <b>TOTAL</b>       | <b>31</b>        | <b>24</b>    |

**Tabla 2.** Número y porcentaje de encuestas realizadas según estrato productivo porcino en el departamento Marcos Juárez, Córdoba.

Las encuestas se realizaron durante los meses de junio, julio y agosto del año 2015. Para la obtención de datos se diseñó una encuesta de 28 preguntas cerradas y abiertas, con la finalidad de obtener información referente al sistema de producción, instalaciones, manejo y tratamiento de efluentes, disposición final, uso agronómico, entre otros. A su vez, se estimó la generación de efluente en cada establecimiento encuestado en función de los valores unitarios (tabla 1) (BOE, 2000; Teira-Esmatges, 2008). Para el análisis de datos e interpretación de la información se empleó Infostat Professional (Di Rienzo *et al.*, 2017). Para el estudio de las encuestas se realizaron análisis descriptivos mediante gráficos y tablas de frecuencias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Volumen generado y nitrógeno aportado por efluente porcino en la provincia de Córdoba

El volumen potencial de efluente porcino en la provincia, considerando los coeficientes de la tabla 1, se calcula que es de 811911 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> y contiene 2517 toneladas de N. A su vez, en la tabla 2 se aprecia el volumen y N generado por las diferentes categorías de cerdos. Se puede observar que la categoría de cerda es la de mayor generación de efluente debido a su mayor generación unitaria por animal (tablas 2 y 3).

| Categoría       | Volumen (m <sup>3</sup> año <sup>-1</sup> ) | Nitrógeno (kg año <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|---|-----------------------------------|
| <b>Cerda</b>    | 471215                                      | 1385371                           |
| <b>Cachorra</b> | 39131                                       | 133045                            |
| <b>Lechón</b>   | 17656                                       | 51203                             |
| <b>Cachorro</b> | 88038                                       | 293167                            |
| <b>MEI</b>      | 17745                                       | 60335                             |
| <b>Capón</b>    | 153345                                      | 521375                            |
| <b>Padrillo</b> | 24780                                       | 72842                             |
| <b>Total</b>    | 811911                                      | 2517336                           |

**Tabla 3.** Efluente porcino generado (m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>) y su contenido de nitrógeno (kg año<sup>-1</sup>), según categoría animal en la provincia de Córdoba, Argentina.

MEI: macho entero inmunocastrado.

### Distribución geográfica del efluente porcino generado en la provincia de Córdoba

Las figuras 2 A y B muestran las cantidades de efluente generado y N aportado por pedanía en la provincia de Córdoba. Se observa una concentración espacial de los efluentes porcinos en respuesta al patrón de intensificación de la existencia animal. La mayor generación de efluentes corresponde a pedanías pertenecientes a los departamentos sur-sureste de la provincia. A su vez, se debe tener en cuenta que estos departamentos presentan suelos aptos para la agricultura, con posibilidades de utilizar estos efluentes con fines agronómicos.

La generación de efluente en la provincia de Córdoba es menor comparado con lo generado en otras regiones con mayor existencia porcina. Teira-Esmatges (2008) reporta que Cataluña (España) genera 16000000 toneladas año<sup>-1</sup> de efluente porcino, las cuales aportan 55000 toneladas de N año<sup>-1</sup>. A su vez, cuando relacionan el N generado con la superficie agrícola útil (SAU) susceptible a recibir efluente, evidencian sitios (comarcas) con alta carga de N por superficie (más de 100 kg N ha<sup>-1</sup>). Esto difiere de lo calculado en este trabajo a nivel provincial, donde la relación de N generado y SAU de cada pedanía arroja bajos valores de N por hectárea, con un máximo de 2 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en la pedanía de San Antonio, perteneciente al departamento Santa María. Por lo tanto, teniendo en cuenta un balance entre el N disponible en forma de efluente porcino y los requerimientos de los cultivos, no existirían excedentes de efluente, por existir grandes extensiones de superficie agrícola.

### Diagnóstico del manejo de efluente porcino

#### Sistemas de producción

A partir de las encuestas realizadas se pudo corroborar el supuesto que la mayoría de los establecimientos con más de 50 madres confinaron total o parcialmente a la producción animal. Estos representaron el 90% de los productores encuestados, mientras que una minoría (10%) continuó realizando producción al aire libre. A su vez, de los establecimientos que realizaron confinamiento, el 87% contó con galpones, y por lo tanto generaban deyecciones líquidas (efluentes). Solo un 3% confinaron por medio del sistema de cama profunda, generando un residuo sólido (mezcla de rastrojo vegetal, heces y orina) (tabla 4).

| Total encuestados (100%) | Sistema de producción | %  | Tipo de confinamiento | %  |
|--------------------------|-----------------------|----|-----------------------|----|
|                          | Campo/Aire libre      | 10 |                       |    |
|                          | Semi-confinado        | 32 | Galpón                | 87 |
|                          | Confinado             | 58 |                       |    |

**Tabla 4.** Sistemas de producción porcina y tipo de confinamiento de los establecimientos con más de 50 madres en el departamento Marcos Juárez, Córdoba.

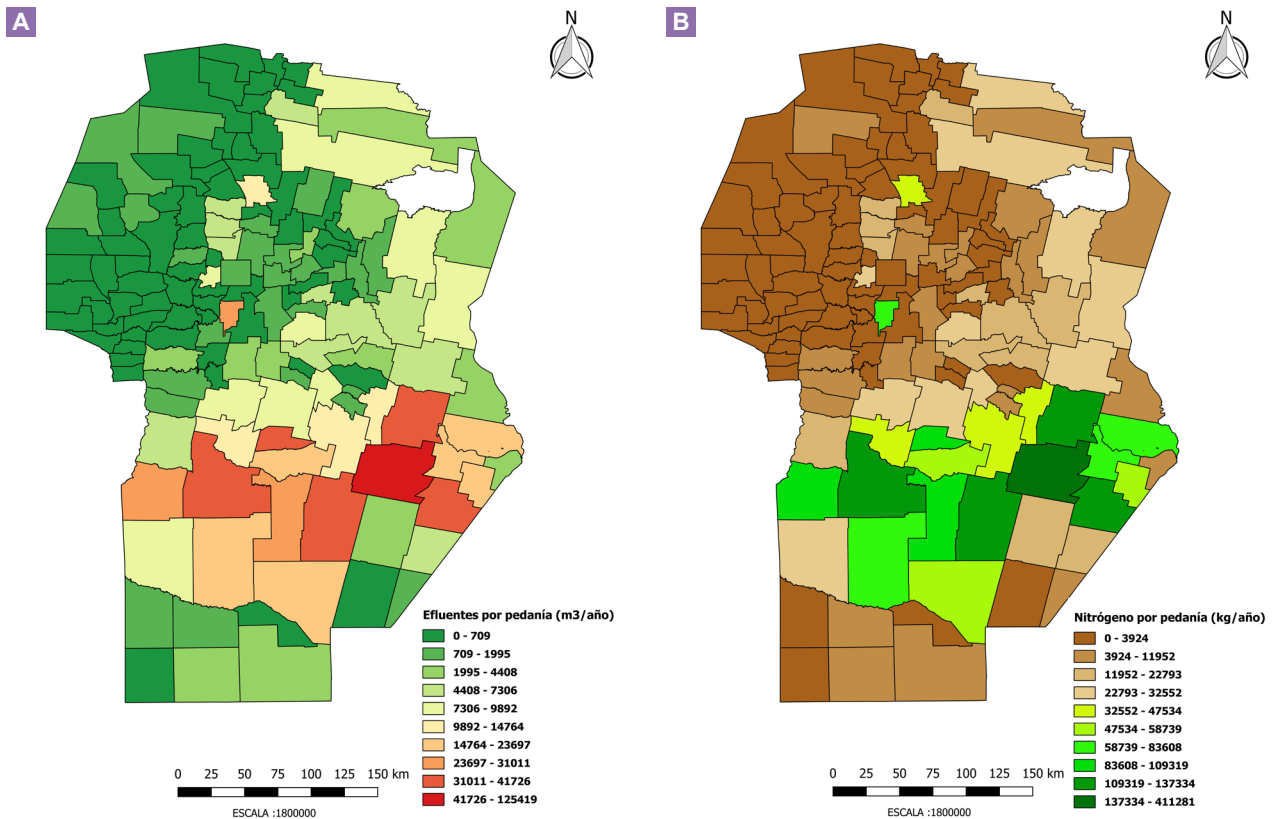


Figura 2. A) Distribución del efluente porcino y B) nitrógeno generado en la provincia de Córdoba, Argentina.

**Tipos de instalaciones en confinamiento**

Haciendo énfasis en los productores que confinaron en galpón, y por lo tanto generaron efluentes líquidos, se evidenció que en las instalaciones de confinamiento, la mayoría de los productores (83%) presentaron pisos de hormigón y/o plástico ranurados (tipo slats), y el resto, piso de hormigón entero. Los pisos ranurados favorecen la limpieza de las instalaciones y los efluentes recolectados en las fosas internas suelen permanecer durante toda la estancia de los animales o vaciarse periódicamente, en función de las categorías alojadas (García Sanz *et al.*, 2010). A su vez, todos los productores reportaron usar agua subterránea para la limpieza. Esta se mezcla con las deyecciones y pasa a formar parte de los efluentes. El origen del agua utilizada es importante, ya que las características propias de esta pasarán a conformar parte de los efluentes. El agua subterránea del departamento Marcos Juárez se caracteriza por presentar una conductividad eléctrica elevada (3 a 7 dS m<sup>-1</sup>) y elevados contenidos de sodio (Blarasin *et al.*, 2014), lo cual puede alterar la composición química de los efluentes porcinos.

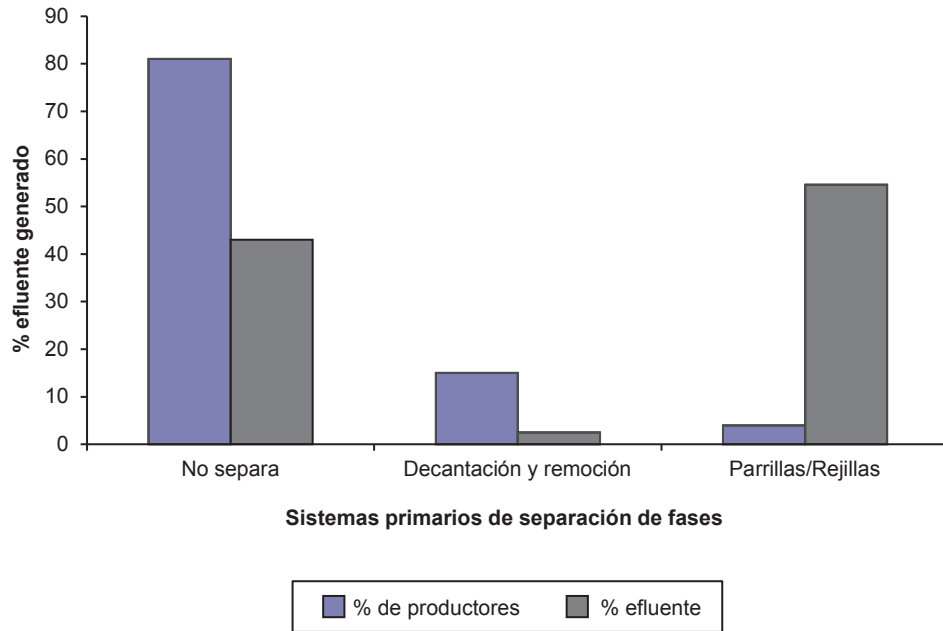
**Manejo de efluentes porcinos**

El 92% de los productores encuestados expresó que el manejo lo realizan dentro del establecimiento. Mientras

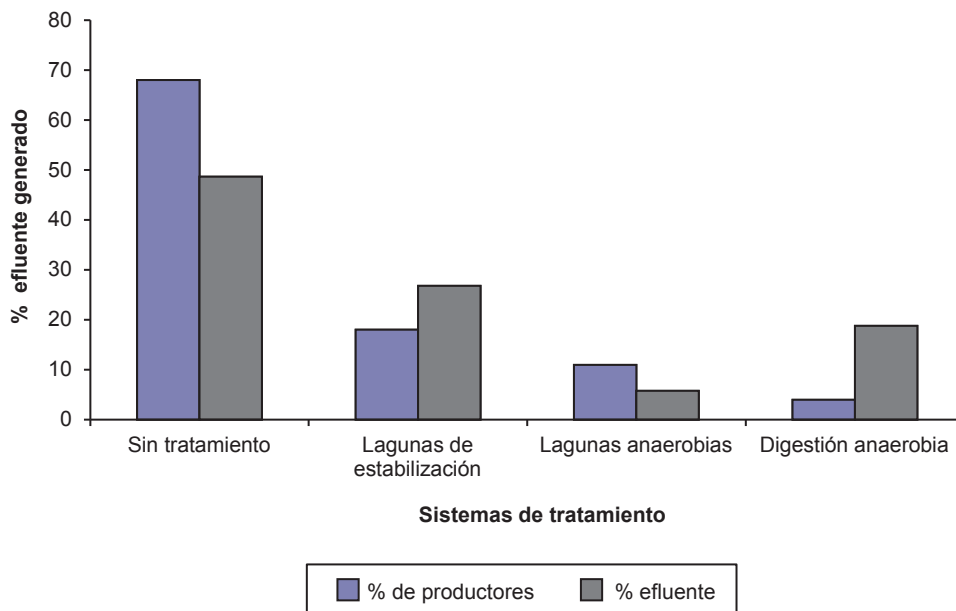
que, un 4% indicó que volcaron los efluentes a cursos de agua superficiales y el 4% restante manifestó que la gestión la realizaron dentro y fuera de su propio establecimiento, realizando aplicaciones a suelos agrícolas de lotes linderos. Este porcentaje fue menor con respecto a lo reportado por Smith *et al.* (2000) quienes informaron que el 16% de los productores encuestados del Reino Unido trasladaron a otras áreas el 75% del efluente que generaron.

A su vez, el 89% de los productores manifestaron no conocer los volúmenes generados, mientras que solo el 11% conocieron aproximadamente el volumen, en función de valores teóricos de generación por animal o dimensiones de los sistemas de almacenamiento. Además, el 83% manifestó realizar el traslado de los efluentes desde las instalaciones de encierre hacia el sistema de almacenamiento por vía pasiva, principalmente por tubería subterránea. Mientras que un 5% empleó algún tipo de maquinaria, como bombas o estercoleras, para trasladarlo. Ningún establecimiento informó mantener los efluentes en las fosas internas de las instalaciones de encierre hasta su disposición final.

El departamento Marcos Juárez generó, según las estimaciones realizadas, 119378 m<sup>3</sup> de efluente año<sup>-1</sup>. De este volumen el 43% no fue sometido a tratamientos primarios de separación de fases. El 58% restante fue separado por decantación y remoción (3%) y por medio de parrillas o rejillas



**Figura 3.** Separación de sólido-líquido de los efluentes porcinos en el departamento Marcos Juárez, Córdoba.



**Figura 4.** Sistema de manejo de los efluentes porcinos en el departamento Marcos Juárez, Córdoba.

(55%). Sin embargo, al evaluar el porcentaje de productores que realizaron estas prácticas, se evidenció ser una minoría (19%), pero con mayor número de animales y consecuentemente mayor generación de efluentes (figura 3). A su vez, de los casos que realizaron separación de fases, solo dos establecimientos encuestados realizaron tratamiento del sólido obtenido por medio del sistema de compostaje.

En cuanto al tratamiento de los efluentes, se calculó que el 48% del efluente generado no recibió tratamiento y correspondió a la mayoría de los productores encuestados (68%). Estos efluentes fueron generalmente almacenados en lagunas o fosas, cámaras sépticas o vertidos directamente a cursos de agua. A su vez, la mayoría de las lagunas o fosas no fueron diseñadas para tal motivo, y fueron

el resultado de las excavaciones de tierra para elevar las construcciones de las instalaciones de encierre. Del 52% del efluente restante, el 27% fue tratado por medio de lagunas de estabilización, un 19% por digestión anaerobia y un 6% por lagunas anaerobias (figura 4). La cantidad de efluente que no recibió tratamiento fue menor en comparación con lo reportado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2010), quienes observaron que en España el 80,9% de los efluentes porcinos no fueron tratados, mientras que el resto fue tratado mediante sistemas aeróbicos (3,8%), separación sólido-líquido (7,5%) y desecación (5,9%).

**Material de construcción de los sistemas de almacenamiento o tratamiento**

En cuanto a la construcción de los sistemas de almacenamiento es importante garantizar su impermeabilidad con la finalidad de evitar el riesgo de filtración y contaminación hacia las aguas superficiales o subterráneas. También se deben contemplar medidas para evitar riesgos de desbordamiento (García Sanz *et al.*, 2010). Sin embargo, se pudo evidenciar que el 74% de los establecimientos no impermeabilizaron los sistemas de almacenamiento o tratamiento (tierra). Solo el 15% utilizó membrana o geotextiles para impermeabilizar, un 7% lo realizó por medio de hormigón, y un 4% reportó usar bentonita. Sin embargo, se debe destacar que este menor porcentaje de productores fue el mayor generador de efluente, con una participación del 61% del efluente generado (figura 5).

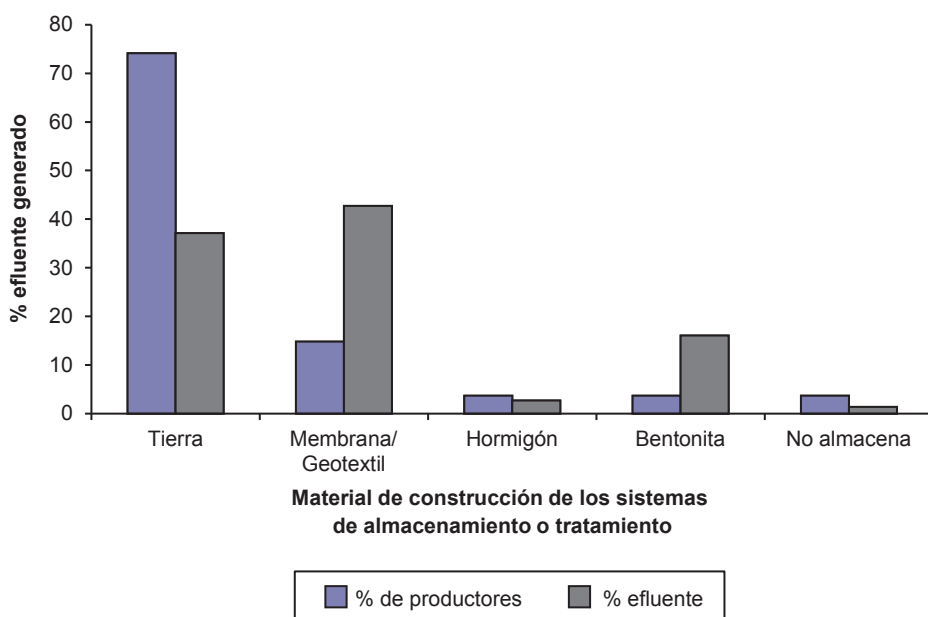
De los sistemas de almacenamiento o tratamiento, el 81% de los productores utilizaron diseños rectangulares,

un 11% cuadrado y el 8% circular. A su vez, todos los productores expresaron no verter otros residuos en los sistemas de almacenamiento. Por su parte, Smith *et al.* (2000) reportaron que en Inglaterra y Gales, el 15% del efluente porcino no fue almacenado, mientras que el 25% fue almacenado en tanques circulares, un 20%, en lagunas (ambos encima del nivel del suelo) y un 40%, en tanques y estructuras enterradas en el suelo.

**Uso agrícola del efluente porcino**

Aunque existen diversos sistemas de tratamiento de efluentes, en muchas ocasiones su ejecución está limitada por razones técnicas y/o económicas. Por lo tanto, el uso agrícola (aplicación al suelo) de los efluentes debe ser considerada como la principal opción de manejo (Teira-Esmatges, 2008; García Sanz *et al.*, 2010). El 68% del efluente generado fue gestionado de esta forma y representó al 37% de los productores. En cambio, la mayoría de los productores (52%) reportaron mantener los efluentes en los sistemas de almacenamiento (principalmente lagunas) y participaron con el 26% del efluente generado. El 6% del efluente restante fue volcado a cursos de agua o reutilizaron la fracción líquida para lavado de los galpones de encierre (otro) (figura 6).

De los efluentes que permanecieron en los sistemas de almacenamiento se observó una gran variabilidad en los años de antigüedad (1 a 20 años). A su vez, se debe destacar que en el momento de realizar la encuesta se presentaba un importante ascenso del nivel freático y por lo tanto pudo haber existido riesgo de filtración de los efluentes y contaminación de agua subterránea. Esto se produce debi-



**Figura 5.** Material de construcción de los sistemas de almacenamiento o tratamiento de los efluentes porcinos en el departamento Marcos Juárez, Córdoba.

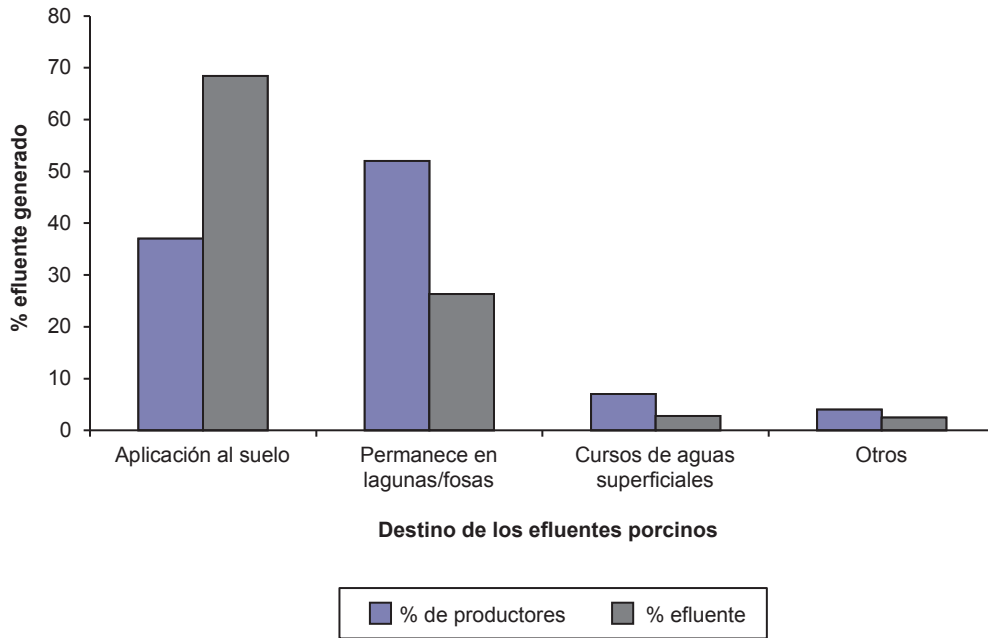


Figura 6. Destino de los efluentes porcinos en el departamento Marcos Juárez, Córdoba.

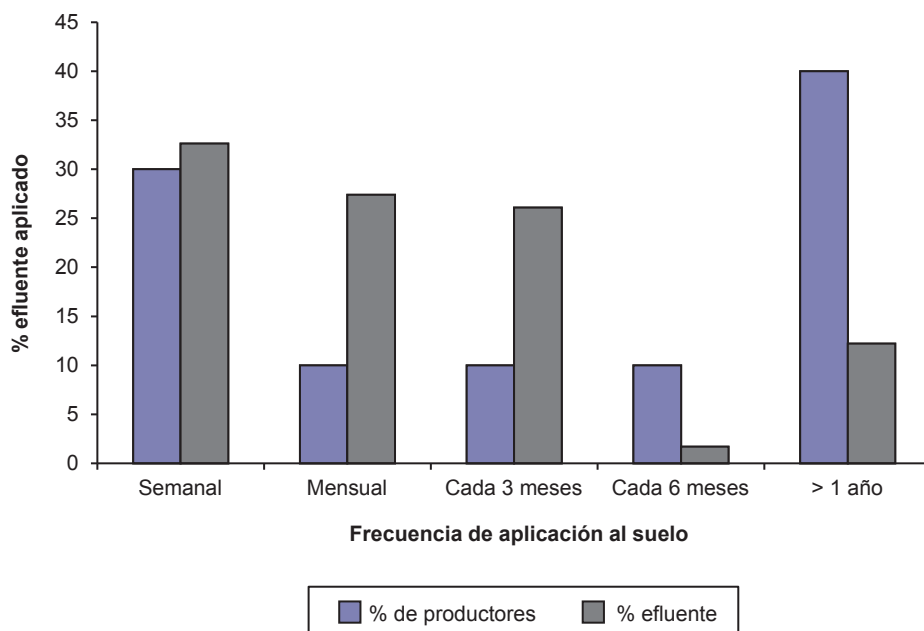


Figura 7. Frecuencia de aplicación al suelo de los efluentes porcinos en el departamento Marcos Juárez, Córdoba.

do a que los efluentes presentan alta carga de materia orgánica y nutrientes, generando problemas de eutrofización. Por esta misma razón, el vuelco directo a cursos de agua está prohibido, y solo los establecimientos que presenten

sistemas de tratamiento podrán verter sus efluentes a los cursos de agua cuando cumplan con la correspondiente autorización de vertido por parte del Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de la provincia.

Todas las aplicaciones de efluente porcino al suelo se realizaron en forma superficial, mediante estercoleras de abanico (90%) y cañón (10%) sin posterior incorporación. El porcentaje que utilizaron los efluentes porcinos con fines agronómicos fue menor en comparación con otros países. Por ejemplo, en España el 92% de los efluentes fueron destinados a la aplicación en superficies agrícolas debido a que los estiércoles animales no son clasificados como residuos cuando se utilizan en el marco de las explotaciones agrícolas. A su vez, en España utilizaron diferentes formas de aplicación, predominando las aplicaciones en abanico con posterior enterrado (74%), abanico sin enterrado (22%) y sistemas de aplicación en banda (4%) (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010). Mientras que en Inglaterra y Gales predominaron las aplicaciones superficiales por medio de estercoleras de abanico o tubos colgantes (81% de los productores y 67% del efluente generado) y en menor medida la aplicación con inyectores e irrigación móvil o estática (Smith *et al.*, 2000).

Las aplicaciones agrícolas de los efluentes deben realizarse correctamente para no superar la capacidad del agrosistema receptor (suelo), de lo contrario pueden producirse riesgos de contaminación y alteración del ambiente (García Sanz *et al.*, 2010). El 40% de los productores realizaron aplicaciones cada un año, principalmente en las estaciones de otoño-invierno, sobre rastrojos de cultivos. Un 30% realizó aplicaciones con una frecuencia semanal, principalmente aquellos con poca capacidad de almacenamiento. Y las aplicaciones mensuales, cada 3 meses y 6 meses representaron el 30% restante (10% cada una) (figura 7). A su vez, el 83% de los productores realizaron aplicaciones sobre cultivos anuales, como maíz, trigo y soja, y el 17% restante informó aplicarlo sobre pasturas perennes,

como alfalfa. Esto concuerda con lo reportado por Smith *et al.* (2000) en Inglaterra y Gales, donde las aplicaciones de efluente porcino predominaron en el otoño sobre rastrojo de cereales, mientras que las aplicaciones sobre pasturas tendieron a ser más uniforme durante todo el año.

El 50% de los productores encuestados realizaron al menos un análisis de efluente para conocer su composición, previo a las aplicaciones al suelo (principalmente químicos) o para evaluar la eficiencia de los sistemas de tratamiento (físico, químicos y microbiológicos). A su vez, un 40% expresó también realizar análisis de suelo previo a las aplicaciones, preferentemente variables químicas de fertilidad que realizan de rutina.

En cuanto al criterio de aplicación, la mayoría (60%) lo realizaron cuando se llenan las lagunas de efluente o se acumulan sólidos/sedimentos en estas. Un 20% de los productores reconoció saber los litros aplicados por superficie, un 10% en función de los nutrientes presentes en el efluente, principalmente nitrógeno, y el 10% restante según los requerimientos de los cultivos (nutrientes del efluente más nutrientes presentes en el suelo) (figura 8). A su vez, el 90% expresó no reducir la cantidad de fertilizantes minerales cuando aplicaron efluentes, utilizando finalmente altas dosis de  $N\ ha^{-1}$ . Esta práctica podría estar provocando excesos de nutrientes en el suelo, con posibles impactos ambientales. Por esta razón, García Sanz *et al.* (2010) y Biau *et al.* (2012) proponen como mejor alternativa agronómica y ambiental la sustitución total o parcial de los fertilizantes minerales por los efluentes. Smith *et al.* (2000) reportaron que el 80% de los productores porcinos encuestados del Reino Unido disminuyeron la entrada de fertilizantes cuando aplicaron efluentes.

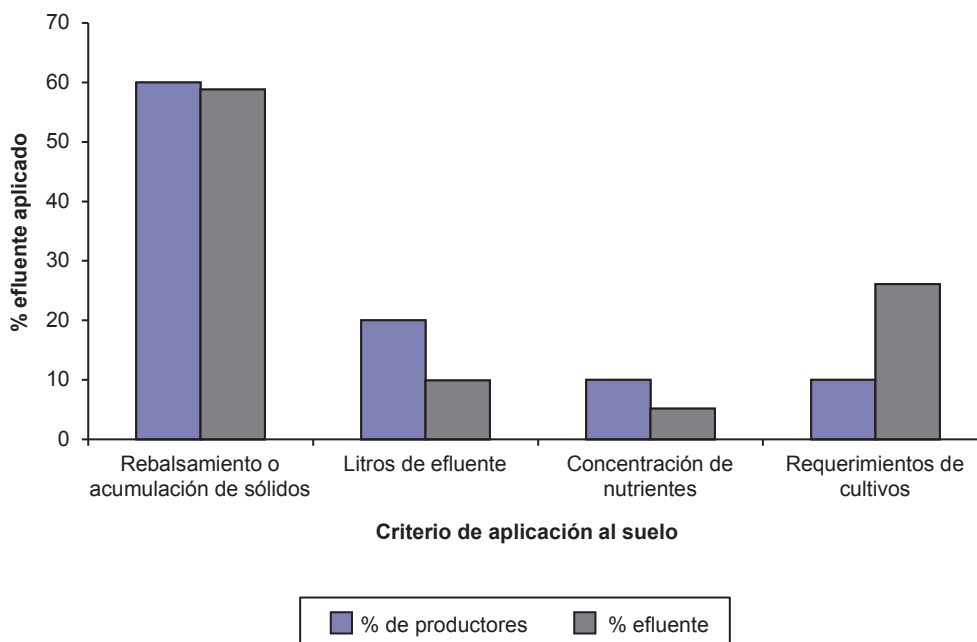


Figura. 8. Criterio de aplicación al suelo de los efluentes porcinos en el departamento Marcos Juárez, Córdoba.



## CONCLUSIONES

El volumen y distribución de efluente porcino se concentra en las pedanías pertenecientes a los departamentos sureste de la provincia de Córdoba. Además, teniendo en cuenta el nitrógeno generado en relación con la superficie agrícola disponible, la valorización agronómica del efluente porcino a nivel regional podría ser una alternativa de gestión.

Los productores porcinos del departamento Marcos Juárez, Córdoba, generalmente no conocen el volumen de efluente que generan, y lo almacenan en fosas o lagunas sin impermeabilizar por periodos prolongados. Esto puede provocar riesgos de filtración y contaminación directa hacia cursos de aguas superficiales o subterráneas. A su vez, reconocen el valor de los efluentes como enmiendas, pero realizan aplicaciones al suelo sin criterios agronómicos. Ignoran qué dosis, en qué momentos y en qué forma deben ser aplicados para maximizar el uso sus nutrientes. De esta forma, los productores porcinos continúan realizando una producción agrícola altamente dependiente de insumos externos, como los fertilizantes químicos, sin tener en cuenta los nutrientes que los efluentes están aportando al suelo. Como consecuencia, el exceso de entradas de nutrientes en el sistema puede provocar contaminación de los recursos naturales.

## AGRADECIMIENTOS

A los productores porcinos de la región, por su predisposición y colaboración en realizar las actividades de campo. El estudio fue financiado por el Proyecto "Tecnologías y estrategias de gestión de residuos y efluentes en sistemas agropecuarios y agroindustriales" (PNNAT 1128042) y el Proyecto "Aprovechamiento de residuos para aumentar el reciclado en el suelo. Sumideros de carbono y emisiones" (PNSUELO 1134042) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. Tesis Doctoral de Vanesa Pegoraro, EPG, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Córdoba, Directora: M Zubillaga (UBA).

## BIBLIOGRAFÍA

BEYLI, M.E.; BRUNORI, J.; CAMPAGNA, D.; COTTURA, G.; CRESPO, D.; DENEGRI, D.; DUCOMMUN, M.L.; FANER, C.; FIGUEROA, M.E.; FRANCO, R.; GIOVANNINI, F.; GOENAGA, P.; LOMELLO, V.; LLOVERAS, M.; MILLARES, P.; ODETTO, S.; PA-

NICHELLI, D.; PIETRANTONIO, J.; RODRÍGUEZ FAZZONE, M.; SUÁREZ, R.; SPINER, N.; ZIELINSKY, G. 2012. Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. ONU - FAO (FAO-INTA). Buenos Aires. 277 p.

BIAU, A.; SANTIVERI, F.; MIJANGOS, I.; LLOVERAS, J. 2012. The impact of organic and mineral fertilizers on soil quality parameters and the productivity of irrigated maize crops in semiarid regions. *European Journal of Soil Biology* 53, 56-61.

BLARASIN, M.; CABRERA, A.; MATTEODA, E. 2014. Aguas subterráneas de la provincia de Córdoba. (UniRío, Ed.). Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 147 p.

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.

DI RIENZO, J.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

GARCÍA SANZ, I.; BIGERIEGO MARTÍN DE SAAVEDRA, M.; CANALES CANALES, C.; COLMENARES PLANÁS, M. 2010. Guía de mejores técnicas disponibles del sector porcino. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino España.

IGLESIAS, D.H.; GHEZAN, G. 2013. Análisis de la cadena de carne porcina en Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (Disponible: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_cadena\\_de\\_carne\\_porcina\\_n12.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cadena_de_carne_porcina_n12.pdf) verificado: diciembre de 2018).

KULIGOWSKI, K.; POULSEN, T.G.; RUBÆK, G.H.; SØRENSEN, P. 2010. Plant-availability to barley of phosphorus in ash from thermally treated animal manure in comparison to other manure based materials and commercial fertilizer. *European Journal of Agronomy* 33 (4), 293-303.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. 2010. Caracterización de sistemas de gestión de deyecciones. Sector porcino intensivo. España. (Disponible: [http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Porcino\\_Intensivo\\_tcm30-105327.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Porcino_Intensivo_tcm30-105327.pdf) verificado: diciembre de 2018).

SENASA. 2017. Informes y estadísticas. (Disponible: <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/porcinos/informacion/informes-y-estadisticas#tramites> verificado: noviembre de 2018).

SMITH, K.A.; BREWER, A.J.; DAUVEN, A.; WILSON, D.W. 2000. A survey of the production and use of animal manures in England and Wales. I. Pig manure. *Soil Use and Management* 16, 124-132.

TEIRA-ESMATGES, M. 2008. Informe para la mejora de la gestión de los purines porcinos en Catalunya. Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya. Barcelona.