

## **DESARROLLO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS NO CONTAMINANTES EN LA REGIÓN PAMPEANA**

**BRAUN, R.O.**

**Facultad de Agronomía – UNLPam**

**Contacto: braun@agro.ulpam.edu.ar**

### **Resumen**

En la actualidad los sistemas de producción intensiva de cerdos se han intensificado, produciendo más carne con un incremento de 36% en los últimos cinco años en Argentina. Son generadores de grandes volúmenes de purines que crean un verdadero problema medioambiental. Con los cambios de sistemas de explotación del recurso suelo y la gran demanda de fertilizantes inorgánicos por parte de la agricultura, se dejaron de consumir estos residuos como fertilizante. Existen numerosos métodos de tratamientos de excretas, basados en principios mecánicos y biológicos y mezcla de los dos que actualmente se utilizan. Es imprescindible realizar un profundo análisis de cuál es el más apropiado según las características de la explotación y del medio que la rodea. El presente artículo hace referencia a un proyecto presentado a la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura).

**Palabras clave:** Efluentes líquidos y sólidos, tratamiento biológico, anaerobiosis, biogás.

### **Antecedentes y relevancia del Proyecto**

El manejo de purines porcinos ha tomado importancia por dos razones: una, la tendencia de aumentar el tamaño de los criaderos de cerdo en los sistemas de producción donde se genera una cantidad considerable de desechos, y dos, por el aumento de la conciencia frente a la protección del medio ambiente por parte de la sociedad (Braun, et al., 2020). Si se pudiera cuantificar la cantidad diaria de excretas producida por el número total de cabezas de cerdo que existen en el país en confinamiento, se obtendría una cantidad cercana a los 10.000 m<sup>3</sup> diarios en promedio, lo que genera un problema real en lo que respecta a manejo de desechos. La producción diaria de excretas y purines varía en función del tipo y peso vivo de cada especie animal, del alimento que consume, temperatura y humedad en que vive y, además, de la cantidad de agua de lavado que se utilice en las pistas de engorde y reproductores. Los principales parámetros, que caracterizan al purín son: flujo medio total diario (m<sup>3</sup> · día<sup>-1</sup>), demanda biológica de oxígeno DBO<sub>5</sub> (mg·l<sup>-1</sup>), sólidos volátiles (mg·l<sup>-1</sup>), nitrógeno total (mg·l<sup>-1</sup>) y fósforo (mg·l<sup>-1</sup>) (Braun, et al.; 2016). Se requieren también para el diseño de sistemas de lagunas aireadas: caudal, eficiencia de eliminación, tiempo de retención hidráulica (TRH), profundidad, constante de velocidad y factor de dispersión de la laguna. El residuo líquido puede ser tratado mediante sistemas naturales de lagunas abiertas o plantas de tratamiento aerobias, anaerobias y facultativas.

Las lagunas de estabilización se clasifican en: • Aeróbicas: soportan cargas orgánicas bajas y contienen oxígeno disuelto permanente en todo el volumen del líquido. • Anaeróbicas: se proyectan para altas cargas orgánicas y no contienen oxígeno disuelto. El proceso es semejante al de un digestor anaeróbico sin mezcla. • Facultativas: operan con una carga orgánica media. En las capas superiores hay un proceso aeróbico, y en las capas inferiores uno anaeróbico, donde se produce simultáneamente fermentación ácida y metánica (Muñoz, et. al.; 2021). Los objetivos de las lagunas anaeróbicas son tratamiento biológico y estabilización de residuos, control de olores, destrucción de patógenos (&gt; 90%), reducción de P y K que son contaminantes, almacenamiento de aguas residuales y reducción de la demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) hasta 75 – 90 % y de la demanda química de oxígeno (DQO). Diariamente, se generan alrededor de 0,25 Kg de DBO<sub>5</sub> y 0,75 kg de DQO por cada 100 kg, de peso vivo (PV) animal en los sistemas productivo del país. El pH lagunar varía entre 6 y 8, tendiendo a la neutralidad en la medida que las excretas sean más frescas. La alcalinidad y conductividad son propiedades más adecuadas del agua de lavado y de bebida, que de la excreta. En la fotografía 1 se detalla un tren de lagunas anaerobias cubiertas, lagunas facultativas y aeróbicas en funcionamiento en un establecimiento del departamento Chapaleufú de la provincia de La Pampa



Fotografía 1: Tren Lagunar anaeróbico- facultativo – aeróbico.

El grupo de investigación de la Facultad de Agronomía de la UNLPam analizó el proceso de funcionalidad en lagunas abiertas del lugar citado a través del análisis de los potenciales contaminantes al ambiente a partir del agregado de activadores biológicos bajo los slats de las fosas de criaderos porcinos (T1) y sin agregado (T2) a los 30 y 60 días del inicio del llenado lagunar (Cuadro 1). Los resultados son significativamente ventajosos para T1 porque las variables indican la estabilización de la MO hasta los productos finales CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> y las bacterias metanógenas crecen mejor cuanto mayor es la T° (T1).

Cuadro 1: Indicadores de contaminación en los espejos lagunas abiertos

Indicadores de contaminación	30 días del inicio		60 días del inicio	
	T1	T2	T1	T2
T° (°C)	25 (± 0,3) a	19 (± 0,2) b	34 (± 0,2) a	28 (± 0,4) b
pH	6,8 (±0,02) a	6,0 (±0,04) b	7,0 (±0,01) a	6,5 (± 0,05) b
Pot. Redox (voltios)	-0,50 (± 0,001) a	-0,43 (±0,003) b	-0,53 (±0,002) a	-0,55 (±0,003) b
Sulfuros (mg/L)	124 (± 10) a	209 (± 17) b	0,60 (±0,01) a	145 (± 11) b
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	4567 (±114) a	10907 (±203) b	715 (± 21) a	7765 (± 186) b
DQO (mg/L)	7564 (±177) a	15987 (±243) b	2108 (±97) a	5680 (±134) b
Escherichia coli (Col/100 ml)	876 (± 49) a	1432 (±75) b	173 (±11) a	435 (±38) b
Coliformes NMP (Col/100 ml)	4795 (±102) a	9675 (±246) b	554 (± 31) a	4536 (±189) b

Valores con igual letra en la fila no difieren estadísticamente (P < 0,05). Sobre valores críticos de distribución "t" a partir de varianzas iguales y test de una cola.

Fuente: Elaboración propia.

Los valores redox estables en T1 corresponden a un ambiente muy reductor, rico en hidrógeno gas, y por tanto, apropiado para el crecimiento de microorganismos anaerobios estrictos, que indican &lt; eliminación de SH<sub>2</sub>, &lt; DBO<sub>5</sub>, &lt; DQO, &lt; presencia de Escherichia coli y de Coliformes totales; y una posterior reducción de DBO<sub>5</sub> y DQO del medio.

Un &gt; pH en T1 benefició la presencia de estas bacterias que oxidan los sulfuros evitando la aparición de olores relacionados con la liberación de SH<sub>2</sub>. El agregado de activadores biológicos de acción enzimática, para incrementar la depuración anaerobia, aumentan la eliminación de MO en fosas de tiempos pequeños de retención. De acuerdo con lo expresado, se puede afirmar que entre las ventajas de las lagunas anaeróbicas tenemos: a) fácil de operar, b) reducen el potencial contaminante y c) se obtiene un efluente adecuado para riego agrícola (sobrenadante y tratado en las aeróbicas). Las lagunas anaeróbicas pueden ser cuadradas, rectangulares, elípticas o circulares, en promedio la dimensión es de 5 m<sup>3</sup> por cada 100 kg de PV animal. Cuando la concentración de sales totales supera los 5000 ppm, la acción de las bacterias anaeróbicas se inhibe. Hay que eliminar el líquido sobrenadante hasta la mitad de su contenido, usándolo para riego. Aproximadamente el 20% de las deyecciones sólidas no son biodegradables o se degradan lentamente. Tal el caso de cenizas, ligninas y celulosa. Estas se acumulan en el fondo y deben ser removidas, acción que se realiza cuando ocupan 1/3 del volumen de la laguna, y puede usarse como fertilizante.

Es importante separar los sólidos sedimentados para evitar que se sobrellenen las lagunas, los canales de riego y las estructuras de almacenamiento. El sedimento seco (cerdaza con 88-90% de MS) puede utilizarse en digestores anaeróbicos a partir de bacterias que descomponen el estiércol en gas metano cuyos beneficios son: a) control de olores, b) producción de energía, c) reducción de patógenos y conversión del amoníaco (Braun, et. al; 2023).

La presencia de sulfuros en las aguas residuales se debe en parte a la descomposición de la materia orgánica presente, procedente de la reducción bacteriana de los sulfatos. Un mayor pH beneficia la presencia de bacterias anaeróbicas que oxidan los sulfuros evitando la aparición de olores relacionados con la liberación de  $\text{SH}_2$ . Existen en el comercio sustratos biológicos para el manejo del estiércol en fosas y lagunas. Cambian la naturaleza de los compuestos causantes de malos olores por medio de un proceso de hidrólisis y oxidación biológica. Como resultado de estas reacciones se suprimen los patógenos, la DBO 5 y la DQO del estiércol se reducen drásticamente, pudiendo esperarse que haya reducciones del volumen de sólidos, en semanas, de hasta un 40%, y los olores disminuyen significativamente no sólo en el lugar de almacenamiento, sino también una vez desparramado en el campo. En tanto, también, 1000 kg de PV de cerdo producen por día 4,8 kg de sólidos sedimentarios, a su vez estos sólidos producen 2m<sup>3</sup> de biogás (propano) que generan 3,5 KW de energía/día. La producción de biogás en un sistema intensivo de producción de cerdos puede llegar a cubrir en gran medida la demanda energética del sistema aumentando la sustentabilidad del proceso productivo. El biodigestor es un depósito completamente cerrado, donde los residuos orgánicos y/o excrementos de animales se fermentan sin oxígeno para producir gas metano y un abono líquido rico en nutrientes. Se produce una fermentación que conlleva a la generación de gas (biogasificación) y metano (metanización), que pueden utilizarse para generar calor y/o electricidad (Braun, 2013). Para diseñar un biodigestor es necesario considerar la cantidad disponible de material orgánico a tratar continuamente, y la temperatura del sitio donde se vaya a instalar el sistema (a menor temperatura, menor actividad bacteriana y por tanto mayor TRH. Las principales ventajas de los biodigestores son: los residuos de la producción porcina no necesitan tratamiento antes de su inclusión en el biodigestor, sólo se debe controlar la relación carbono -nitrógeno, y obtención de energía como biogás, que puede ser empleado en la cocción de alimentos, calefacción de cerdos pequeños o reemplazo de combustible en el funcionamiento de motores. Esta producción neta de energía aumenta sensiblemente la rentabilidad de las explotaciones, especialmente las de gran tamaño. También, se reduce el problema de olores generado por el almacenamiento de estiércol en la granja y se mantiene el valor fertilizante del estiércol.

La mitad o más del nitrógeno orgánico, se convierte en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Una pequeña cantidad de fósforo (P) y potasio (K) se sedimenta como lodo en la mayoría de los digestores. La digestión anaerobia en un digestor puede reducir la DBO 5 y los sólidos suspendidos totales (SST) en un 60 – 90%. El estiércol digerido es más fácil de almacenar y de bombear. El área necesaria para el procesamiento de la excreta es menor si se compara con los sistemas de tratamiento aeróbicos. Para algunos materiales, el costo es relativamente bajo y se puede recuperar la inversión gracias a que se economiza en la compra de otras fuentes de energía y de abonos. La inversión en un proyecto de biogás se recupera rápidamente y permite costos de producción menores, a la vez que se crean fuentes adicionales de trabajo. El contenido del biodigestor, una vez que se vacía o limpia, es un buen abono orgánico, que puede ser utilizado en la producción de cultivos. El material descompuesto en forma líquida se denomina efluente y su composición química varía según el material original y puede ser aplicado a diferentes cultivos. Este efluente tiene la ventaja que no puede transmitir plagas ni enfermedades pues durante el proceso de transformación se alcanzan temperaturas que eliminan a los patógenos. Es importante precisar la obtención de productos complementarios como biogás y sus energías cogeneradas, eléctrica y térmica como así también, los biofertilizantes líquidos y sólidos obtenidos a través de los lodos digeridos, productos de alto valor nutritivo para el uso agrícola en forma de Compost y Fertiriego.

## Problema Científico

Existe la necesidad real de desarrollo en el tratamiento de efluentes en producción animal y la aplicación de otras fuentes de energía en procesos productivos para el abastecimiento eléctrico en zonas periféricas a las redes de distribución. El Estado Nacional ha puesto a la cadena de valor porcina como prioritaria en el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial para el decenio 2020 - 2030. Hoy las explotaciones al aire libre con manejo intensivo poseen escasa información sobre posibilidades viables de eliminación de efluentes. Las consecuencias medioambientales negativas de los combustibles fósiles y las preocupaciones sobre el suministro de petróleo y gas han estimulado la búsqueda de biocombustibles como energías alternativas. Éstas son diferentes fuentes energéticas que pueden ser consideradas renovables, y en este caso, los purines constituyen un potencial interesante en el ámbito del ciclo económico.

Las excretas, vistas por muchos como un contaminante ambiental de importancia, pueden generar recursos muy valiosos mediante su procesamiento, de forma tal que al reciclarse parte de la energía y de sus nutrientes, contribuyen a hacer sostenible la producción porcina y de otras especies animales integradas. La producción de biogás en un sistema intensivo de producción de cerdos puede llegar a cubrir en gran medida la demanda energética del sistema. Con el objetivo de cumplir con la responsabilidad ambiental, las empresas maximizan resultados y agregan valor a sus operaciones; pero lo deben hacer a través de proyectos e inversiones enfocados a la minimización de impactos ambientales para garantizar la seguridad y salud de su personal y de la sociedad en general.

## Objetivos e Hipótesis

Las carnes porcinas argentinas, como así también las otras carnes cuentan con ventajas comparativas que pueden ser valoradas por los mercados de alto poder adquisitivo. Las bondades nutricionales de la producción porcina en estas latitudes, compatibles con altos estándares de bienestar animal e impacto ambiental positivo, la homogeneidad genética de las razas carniceras dominantes, aspecto necesario para la consistencia exigida por los consumidores, son valiosos atributos que han sido malversados por falta de gestión. Transformar esas ventajas comparativas en competitivas no es tarea de emprendimientos aislados. Requiere la suma de esfuerzos en investigación, capacitación, comercialización, políticas de estado y cambio de actitud de los protagonistas del sector. Hoy los productos son vistos desde el consumidor y requiere que provengan de procesos limpios para el ambiente. Atento a lo descrito en el presente proyecto se pretende como objetivo realizar algunos modelos y cálculos para el tratamiento de excretas, purines y efluentes para sistemas de producción porcina, en base a los diferentes sistemas productivos y carga animal que poseen los productores de la región semiárida pampeana. Entre los modelos a construir como solución a estos residuos contaminantes se propone no sólo la producción de biogás, sino también el reciclado de agua de uso consuntivo en los sistemas de producción luego de tratamientos aeróbicos de los lagunares de deposición de efluentes. Se propone como hipótesis de trabajo que el mejoramiento de la capacidad formativa de los productores pampeanos fortalecerá el desempeño de integraciones para la producción sostenida, y será un claro ejemplo de la relación entre el sistema educativo y el sector productivo, que se pondrá de manifiesto, a través de las competencias que adquieran los sujetos mediante la formación técnica y actitudinal.

Potenciará el desarrollo sustentable de actividades, mercado de trabajo periurbano y rural, transferencia, e integración de unidades académicas en el nivel medio y universitario local, servicios a usuarios, desarrollo de tecnologías granjeras y finalmente, alternativas de vida digna para resolver la migración interna de individuos o familias desde regiones con escasa posibilidad de formación y desarrollo tecnológico. La capacitación de los pequeños y medianos productores porcinos de la región semiárida pampeana en aspectos productivos, ambientales, económicos, financieros, legales y comerciales se presenta como una de las mejores alternativas para transformar estos establecimientos en empresas sustentables, aumentando los ingresos del productor, mejorando en consecuencia, la calidad de vida del productor y su familia y evitando el éxodo del grupo familiar hacia las zonas urbanas con grandes posibilidades de carencias y fracasos en ambientes urbanos más complejos con dificultades de inserción laboral y social. También la ganadería, en una asociación equilibrada con la agricultura, puede dar lugar a sistemas alternativos de producción eficientes, e independientes del empleo de energía fósil extra.

## Metodología y Técnicas

La metodología del proyecto implica seis etapas: La primera de éstas será una investigación orientada a realizar un estudio acabado acerca de la disponibilidad y estacionalidad de los residuos orgánicos a lo largo de la región, basándose en la información proveniente del Plan Porcino Provincial y del Centro de Información de Actividades Porcinas (CIAP), además de la validación en terreno de estos resultados. En la segunda, se llevará a cabo una caracterización física y química de los residuos seleccionados en la etapa anterior, destacando aquellas propiedades que resulten importantes para el proceso de saneamiento de efluentes y de obtención de biogás. Junto a esto, se iniciará un ensayo en laboratorio con reactores a escala en los que se evaluará la eficiencia de producción de biogás de cada residuo seleccionado. En la tercera etapa, se ponderarán las propiedades más importantes para el proceso de degradación anaeróbica en lagunares abiertos y cerrados, generando así un Índice de producción de biogás que permitirá valorar los diversos residuos seleccionados, en función de su potencialidad para producir biogás. biosoles y biolíquidos. La cuarta consiste en realizar un estudio de factores ambientales que condicionen el proceso de digestión anaeróbica, facultativa y aeróbica generando mallas de información climática en un mapa, lo cual permitirán la elaboración

de isotermas y de zonas de disponibilidad hídrica logrando discriminar áreas con mayor aptitud para el establecimiento de biodigestores y dimensionamiento de tándem lagunares. La quinta etapa consiste en la elaboración de una evaluación de la viabilidad económica de la implementación de este tipo de tecnologías en diversas zonas de la región, con una evaluación económica del costo de obtención de biogás por unidad energética de acuerdo con el potencial productivo de la zona de estudio o del dimensionamiento de digestión a cielo abierto. Estos costos serán comparados con los costos que presentan otras alternativas energéticas. En la última etapa de este proyecto se reunirán los antecedentes obtenidos en las etapas anteriores, sumado a la distribución geográfica de la generación de residuos obtenida en la primera etapa del proyecto con el objetivo de realizar una zonificación de áreas con potencial de producción de biogás y biomasa residual para compost de fertilizantes sólidos y líquidos. Se pondrán en acción técnicas para:

- 1.- Diseños para almacenamiento de excretas: tanques, fosas y lagunas.
- 2.- Cálculo de: Máximo nº de cerdos, Volumen de excretas, Volumen de agua para lavado y agua de desperdicio, Cálculo volumen de lluvia.
- 3.- Métodos para: Tratamiento biológico y estabilización de residuos. Control de olores. Destrucción de patógenos (> 90%). Reducción de P y K. Almacenamiento de aguas residuales Reducción de la DBO 5 .
- 4.- Cálculo para: Producción de energía. Reducción de patógenos Conversión del amoníaco.
- 5.- Cálculo de: Dimensiones de lagunas. Dimensiones de fosas bajo los slats. Tiempo de retención hidráulica en las fosas (TRH). Periodos de descargas. Determinaciones de pH para oxidación de SH 2 a SO.
- 6.- Demostración a escala. Producción de biogás en biodigestores de polietileno Comprimido del biocombustible para generar presión. Poder Calorífico y potencialidad. Poder eléctrico y potencialidad. Otros procesos.
- 7.- Utilización de los residuos fermentados. Producción de biosoles para fertilizantes. Producción de biolíquidos para fertirriego.
- 8.- Sistema de Gestión Ambiental. ¿Cómo implementar normas en la región? Acciones correctivas para evaluar impacto ambiental. Planeamiento de gestión ambiental

## **Contribución al Conocimiento Científico y/o Tecnológico**

Los resultados a obtener mediante la ejecución de este proyecto cubrirán: \*El desarrollo de nuevas líneas de investigación que posibilitarán un manejo integrado de los recursos físicos y culturales, cuyo fin último será la transferencia de tecnologías apropiadas tendientes al manejo sustentable de las soluciones productivos.

\*Fortalecerá el mejoramiento de la capacidad tecnológica de los pequeños y medianos productores, disminuyendo así la brecha que presentan hoy la mayoría de las empresas porcinas con las que se han integrado en grandes confinamientos. \*Los conocimientos y la formación que adquirirán los pequeños productores. El proyecto es un claro ejemplo entre el sistema de formación que impartirán sus investigadores, como consecuencia de poner el proyecto en acción, y el sector productivo que se pondrá de manifiesto a través de la recepción de dicha

formación tecnológica. \*Definición y resolución de problemas a nivel local y regional en referencia a: efecto de degradación y riesgo ambiental, desarrollo sustentable, mercado de trabajo periurbano y rural, desarrollo de tecnologías granjeras. \* Mejoramiento técnico en producción porcina y subproductos, optimización de técnicas de alimentación, sanidad animal, diseño de instalaciones y modelos informáticos.

## **Formación de Recursos Humanos**

Las actividades de formación de RRHH que se relacionan con el Proyecto son: Capacitación Profesional Interdisciplinaria (Ingenieros Agrónomos, Ingenieros Zootecnistas, Veterinarios, Licenciados en Administración de Negocios Agropecuarios). Capacitación Universitaria (Estudiantes de la Universidad Nacional de La Pampa, universitarios de otras instituciones, becarios y tesis de grado y posgrado). Seminarios de Gestión Ambiental de Granjas Intensivas. Prácticas Universitarias en tratamiento de efluentes e Investigación en energías renovables no contaminantes. Investigación y Desarrollo en tipos de sistemas de tratamiento de efluentes para porcinos y otras especies de origen regional. Cursos de capacitación en manejo de efluentes para futuros productores. Seminarios de capacitación en funcionamiento y mantenimiento de Plantas de Biogás a través del uso de residuos ganaderos y biomasa. Seminarios de Gestión y Logística de aplicación de Biofertilizantes Sólidos y Líquidos. Visitas guiadas para estudiantes, productores y público en general interesados en vincularse al Sector Porcino.

## **Impacto del Proyecto**

Con el advenimiento del cuidado del ambiente y el uso de energías renovables no contaminantes, a partir de este proyecto, se pretende en la región semiárida pampeana satisfacer la necesidad imperiosa de promover la capacitación específica a pequeños productores porcinos, profesionales, alumnos, técnicos y operarios que el proceso productivo exige y su

vínculo con el ámbito académico, para disminuir un déficit por demás representativo en nuestras regiones y que es justamente el conocimiento práctico del uso de tecnologías de última generación con programas actualizados de producción porcina, con fuerte injerencia en el trabajo multidisciplinario; transformarse en un importante aporte socio-cultural para la región. El proyecto plantea objetivos socio-culturales que representan a futuro un crecimiento regional a nivel educativo y formativo, con el consecuente incentivo al desarrollo de emprendimientos productivos relacionados con la ganadería, la agricultura y el medio ambiente, realizando actividades formativas para acompañar el futuro funcionamiento de la explotación en su conjunto, como así también capacitar a potenciales productores y profesionales del país que quieran relacionarse con el sector agropecuario y agroindustrial.

## **Reflexiones finales**

Contar con un insumo clave como el biogás en la producción porcina implica una disminución de los costos de producción y se proporciona energía renovable en áreas rurales.

## **Bibliografía**

- Braun, R.O. 2013. Eliminación mediante impactos ambientales positivos de estiércoles y purines en las empresas porcinas. Producción de biogás. Informe de Actualización Técnica N° 28- INTA. Vol.1: 5 – 12. ISSN 1851 – 9245.
- Braun, R.O.; Pattacini, S. H; Cervellini, J.E.; Muñoz, M.V. 2016. Operating of pig manure in anaerobic lagoons with aggregated biological substrates. 67th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. EAAP Annual Meeting, Belfast, UK, August 29 - September 2, 2016. 3 p.
- Braun, R.O.; Ghiglione, F.A.; Muñoz, M.V.; Pattacini, S.H. 2020. La extensión en el ámbito de la universidad nacional de La Pampa con perspectiva al desarrollo y soberanía del pequeño y mediano productor porcino. En <https://t.co/8Y8CEIGd8I> FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 18 pp.
- Braun, R.O.; Ghiglione, F.A; Muñoz, M.V.; Dalla Vía, S. 2023. Aplicación de tecnologías disruptivas de manejo en alojamientos porcinos carentes de bienestar animal. Evaluación productiva, conductual y económica. Revista Ciencias Agropecuarias. Colombia. 1-6 p.
- Muñoz, M.V.; Ghiglione, F.A.; Dalla Vía, S.; Carrere, M.E. y Braun, R.O.2021. El sector primario e industrial porcino de Argentina. Arte Editorial Servicoop. ISBN: 978-987-88-2795-7. 100 pp.