

Universidad Empresarial Siglo 21



Carrera: Licenciatura en Gestión Ambiental
Trabajo final de grado. Manuscrito científico.

*“Manejo de efluentes porcinos en establecimientos del centro del Departamento Unión,
Córdoba”*

Autor: Panero, Lucas Nahuel.

Legajo: VAMB02319.

Tutor: Hoyos, Hernán Carlos.

Índice

ÍNDICE.....	1
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	2
ABSTRACT Y KEYWORDS.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
<i>Antecedentes</i>	5
<i>Tipos de producción</i>	6
<i>Legislación</i>	8
<i>Contexto general</i>	9
<i>Sistemas de recolección</i>	13
<i>Sistemas de tratamiento</i>	14
<i>Tratamiento en sistemas de lagunas</i>	14
<i>Digestión anaeróbica</i>	14
<i>Compostaje</i>	15
<i>Manejo de cadáveres</i>	15
<i>Objetivos</i>	17
MÉTODOS.....	18
<i>Población muestral</i>	18
<i>Herramienta de recolección de datos</i>	19
<i>Análisis de la información recabada</i>	19
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN.....	26
REFERENCIAS	35
ANEXOS.....	38

Resumen

La producción porcina es una de las actividades ganaderas más importantes de la zona Centro del Departamento Unión, Provincia de Córdoba, guardando una estrecha relación con la actividad agrícola. Como toda actividad productiva, la cría de cerdos genera impactos hacia el ambiente, siendo la generación y disposición de efluentes, el más representativo de ellos.

El presente trabajo tiene por objetivo enumerar y describir las distintas técnicas disponibles para el manejo de estos residuos y relevar aquellas utilizadas por los productores de la zona investigada. Además, busca conocer el marco legal de aplicación y el nivel de conocimiento que los productores tienen sobre el mismo.

Luego de la elaboración del marco teórico, se realizó una encuesta sobre una muestra de 7 productores cuyos establecimientos se encuentran en la zona geográfica comprendida entre las localidades de Idiazabal, Justiniano Posse, Bell Ville y Monte Maíz, sobre las rutas provinciales 3 y 6 (Departamento Unión, Córdoba).

Los resultados de las encuestas han mostrado relativa similitud con lo planteado en el marco teórico, ilustrando además un compromiso ambiental por parte de los productores, que queda plasmado en la elección de sus métodos productivos y en sus proyectos de mejora a corto-mediano plazo.

Finalmente, se detallan posibles lineamientos a seguir para complementar la presente investigación.

Palabras clave: producción porcina, impacto ambiental, efluentes, recursos, circularidad.

Abstract

Pig farming is one of the most important cattle industry activities in the central area of Departamento Unión, Provincia de Córdoba, being closely related to agriculture. As every productive activity, pig farming has impacts on the environment, being the effluent generation and disposal the most representative of them.

The current study's objective is to outline and describe the different techniques available to handle this waste, and research those of the breeders in the investigated area. Furthermore, it seeks to know the legal framework of the application and the level of knowledge the breeders have about it.

After having elaborated the theoretical framework, a survey was carried out to a group of seven breeders, whose establishments are in the geographic area among Idiazabal, Justiniano Posse, Bell Ville y Monte Maíz, on the provincial roads 3 and 6 (Departamento Unión, Córdoba).

The results of the survey have been relatively similar to the theoretical framework, evocating, also, an environmental commitment from the breeders, shown in the choice of the productive methods and in their short/medium-term projects of improvement.

Finally, possible outlines are described to accompanied the current research.

Keywords: pig farming, environmental impact, effluents, resources, circularity.

Introducción

La producción porcina es una de las actividades del sector agrícola-ganadero que más ha crecido en las últimas décadas, producto de un gran avance en materia de desarrollo tecnológico, acompañado de un incremento en el consumo a nivel mundial, que se traduce a su vez, en un aumento progresivo de la demanda de este tipo de carne en el mercado.

Este aumento en la producción, trae consigo una serie de desafíos, impulsados principalmente por la transición de una producción tradicional o ‘a campo’ hacia una producción intensiva en confinamiento.

En materia ambiental, estos desafíos se centran en encontrar la alternativa más viable, para tratar y disponer los desechos de la producción, en función de la composición de los mismos y las características del entorno físico en el que se encuentra el establecimiento, de manera que se reduzca al mínimo la afectación negativa al ambiente. Todo ello, bajo los lineamientos de la normativa ambiental vigente.

Antecedes

La producción porcina es una actividad bastante desarrollada en nuestro país por ser una alternativa rentable y un importante agregado de valor en lo que respecta a la actividad agrícola ganadera. Esta realidad no es ajena al departamento Unión, provincia de Córdoba, que se encuentra entre los mayores productores porcinos de la región.

Discriminando por tipo de carnes, el líder en carne bovina es Colón, con una producción de más de 70 mil toneladas anuales; en carne porcina se destaca Unión con 8,4 mil toneladas, y en carne aviar Río Cuarto, con 39,6 mil toneladas por año. (Garzón, Izaguirre, Rossetti, Torre y Vera, 2011).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2020), la provincia de Córdoba cuenta con 1.218.492 cabezas, que representan el 22,7% del total nacional, siendo superada solo por Buenos Aires. Del total detallado, 182.396 son madres, 18.647 son padrillos y el resto son lechones en distintos estadios etarios. En cuanto a unidades productivas, Córdoba cuenta con 13.061, el 12% del total nacional.

La ventaja económica generada por esta actividad, viene dada en gran medida por la posibilidad de importar al mundo una buena parte de la producción porcina local. Ya que, como menciona Horacio G. Gabosi (2011) “la carne de porcinos es la de mayor consumo mundial, alcanzando un promedio anual per cápita que ronda los 16 kilos” (p. 1).

Todo esto queda reflejado cuando año a año aumentan las toneladas de carne producidas, al igual que las inversiones de los privados para aprovechar una demanda que se mantiene en alza. Como indica INTAGRI (2019), la carne de cerdo es una importantísima fuente de proteína y es consumida tanto en países en desarrollo como en países desarrollados. Es la de mayor consumo a nivel global, lo que ha llevado a un crecimiento tanto en el número de cabezas como en el volumen de carne producida.

El aumento de producción enfocado a cumplir con la demanda de mercado, inevitablemente va a traer consigo un incremento de los potenciales impactos negativos al medio ambiente, básicamente por el mayor número de animales en espacios confinados, que a su vez conllevan mayor generación de desechos.

Al margen de todo lo expuesto anteriormente en materia económica, es importante que se tome conciencia sobre la gran cantidad de posibilidades innovadoras con la que cuenta la actividad porcina, de la cual se desprenden conceptos como, aprovechamiento energético de residuos pecuarios o uso agronómico de efluentes estabilizados, y demás actividades que además de disminuir el impacto negativo al ambiente, logran crear un sistema cerrado y autosuficiente donde se reduce el ingreso de nuevos recursos.

Este incremento de la demanda por parte de los consumidores viene acompañado por nuevas inquietudes o necesidades donde el cuidado del ambiente y los recursos se ubica en primera plana. De esta manera las empresas se ven obligadas por el mercado a innovar en estrategias limpias que reduzcan al máximo el consumo de recursos y energía y la generación de residuos.

Adhiriendo a todo lo dicho, en palabras de INTAGRI (2019):

Las granjas tecnificadas, tienen un gran impacto sobre la producción mundial de carne de calidad, tienden a mejorar su inocuidad por medio de la adopción de los sistemas de calidad y prácticas eficientes de producción, las cuales disminuyen los riesgos para la salud animal y humana, así como factores relacionados con la sanidad de los animales, seguridad alimentaria, criterios ambientales y normas de bienestar animal, que en conjunto son atributos cada vez más valorados por los consumidores, y por tanto, incluidos en los criterios de producción para generar mayor confianza en el producto final.

Tipos de producción

La clasificación de los sistemas de producción varía según el grado de “intensividad”, el número de madres, el tipo de animal que produce y el tipo de flujo de animales. A continuación, se presenta una clasificación elaborada por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNNE (2012).

Según el grado de intensividad: sistema de cría para subsistencia, sistema extensivo o tradicional a campo, sistema mixto o tradicional mejorado, sistema intensivo o altamente tecnificado. Según el número de madres: menos de 50 madres (de subsistencia), entre 51 y 200 madres (criadero comercial), más de 200 madres (grandes

establecimientos con personal en relación de dependencia afectado de manera directa y permanente).

Según el tipo de animales que produce:

- Granja de cría (Sitio 1), se dedica a la producción y venta de cerdos recién destetados. Contiene solo el pie de cría -tanto machos como hembras- y cerdos lactantes. Despacha los cerdos inmediatamente se destetan a una granja de recría.
- Granja de recría (Sitio 2), se encuentran a varios kilómetros de explotaciones con cerdos mayores por razones de bioseguridad y así evitar que los lechones entren en contacto con patógenos. Despacha los cerdos a granja de terminación, una vez alcanzado los 20-30kg.
- Granja de desarrollo y terminación (Sitio 3), compra los cerdos recriados y los alimenta hasta un peso aproximado de 100kg.

En este punto entonces, vemos que la producción se realiza en tres sitios alejados entre sí: Sitio 1 (granja de cría), Sitio 2 (granja de recría), Sitio 3 (granja de terminación). Estos pueden conformar una sola empresa, o pueden pertenecer a varios propietarios, cada uno al frente de una fase particular de la producción.

Por último, según el tipo de flujo de animales:

- Sistema de flujo continuo: todos los cerdos de una misma condición fisiológica y productiva se encuentran alojados en un único espacio, del cual entran y salen animales continuamente. Por ejemplo, las cerdas van entrando a parir a la sala de partos, que en todo momento contiene animales, y luego de lactar dejan la sala para darle lugar a otra cerda que tiene que parir, mientras otras continúan lactando. Implica un flujo continuo en el mismo sector de animales con edades muy diferentes. Su desventaja es que no permite el correcto lavado y desinfección de las instalaciones al no poder desocuparlas por completo.
- Sistema de flujo “Todo Adentro” – “Todo Afuera”: en estas granjas, también llamadas modulares, cada sección se encuentra subdividida en módulos. Cada módulo consiste en un número igual de jaulas o corrales. Este sistema permite que ingresen lotes de animales de igual estado fisiológico y productivo (“todo adentro”), y permanezca allí el tiempo establecido para luego abandonar el lugar de forma simultánea (“todo afuera”). Esta metodología permite la correcta desinfección para un mejor control sanitario, y la separación de los animales por edad.

Legislación

En lo relativo a la normativa, es responsabilidad del estado (provincial y/o nacional) velar por la protección y el cuidado de los recursos y medio ambiente en general, estableciendo políticas y brindando herramientas para reducir los impactos negativos a umbrales aceptables, donde la actividad productiva se vea beneficiada por la utilización del ambiente como facilitador de materia prima y receptor de desechos, sin que esto lo afecte de forma irremediable.

Los Sistemas Intensivos Concentrados de Producción Animal (SICPA), cuentan con un marco legal específico con ciertas directrices y parámetros que deben cumplimentar para poder ser habilitados. El objetivo principal de esta regulación busca, como dicta el artículo 4° de la ley 9.306 (2006), proteger la salud humana, los recursos naturales y la producción animal, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la reducción de los impactos negativos al ambiente.

A continuación, se detalla el marco legal de los SICPA en provincia de Córdoba.

- Ley provincial N°9306, de Regulación de los SICPA, anteriormente mencionada, buscará la protección ambiental mediante la implementación de monitoreos de diferente índole, la delimitación de zonas permitidas y zonas críticas, y la aplicación de la sanción correspondiente para los infractores que no cumplan con lo pactado en esta ley. La autoridad de aplicación en la actualidad es la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático (Ley Provincial N°9306, 2006).
- Ley provincial N°10208, como reza en su artículo 3, busca promover la participación ciudadana y la convivencia de las actividades humanas con el entorno, brindando información ambiental, fortaleciendo las vías de acceso a la información y exigiendo su obligatoriedad en los procesos administrativos de gestión ambiental. Todo lo anterior, mediante el cumplimiento de los presupuestos mínimos establecidos en la Ley Nacional N°25.675 -General del Ambiente-, y la Ley Provincial N°7343 (Ley Provincial N°10208 capítulo 3, 2014).
- Ley provincial N°7343 tiene por objetivo la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en todo el territorio de la Provincia de Córdoba (Ley N°7343 capítulo 1, 1985) mediante la utilización de instrumentos técnicos de carácter

interdisciplinaria, incluidos en su Decreto N° 2131/00 (Aviso de proyecto, EIA y auditoría ambiental).

•Decreto N° 847, se basa en los principios establecidos en la Ley N° 10208.

El presente decreto tiene como objeto establecer los mecanismos de control, fiscalización y seguimiento de las actividades antrópicas que se vinculan a la gestión en materia hídrica, [sic] fijar estándares de emisión o efluente, estándares tecnológicos y ambientales para los vertidos de efluentes líquidos a cuerpos receptores del dominio público provincial, promoviendo el uso de los recursos hídricos [sic] con visión de sustentabilidad (Poder Ejecutivo de Córdoba, 2016, p. 1).

La gestión del recurso hídrico se encuentra regulada por la Administración Provincial de Recursos Hídricos de Córdoba (APRHI).

•Ley Nacional N° 24501/91. Residuos peligrosos y Decreto reglamentario 831/93. La generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos quedarán sujetos a las disposiciones de la presente ley.

Contexto general

La producción intensiva de carne de cerdo, provoca impactos severos en el ambiente por la acumulación de desechos sólidos sin tratar y por la contaminación de diferentes cuerpos de agua donde son descargadas sus aguas residuales. Además de constituir un foco potencial de infección, los sitios donde son descargados los residuos sólidos porcinos representan una fuente importante de contaminación atmosférica, por las emisiones de gases como el amoníaco, el metano, el dióxido de carbono y el ácido sulfhídrico (Cervantes, F. J., Saldívar-Cabrales, J. y Yescas, J. F., 2007).

Podemos mencionar como residuos sólidos a los animales muertos, placentas, jeringas y demás material veterinario utilizado, que más allá de ser generados en menor cuantía, revisten especial importancia por su capacidad de ser potenciales agentes contaminantes y vectores de enfermedades. Los residuos líquidos provienen principalmente del agua de bebida, de la orina de los cerdos y el agua utilizada para el

lavado de las instalaciones (International Resources Group (IRG) y Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+L). 2009).

De todos los residuos generados revisten especial relevancia las excretas y demás restos orgánico (purines), que pueden contaminar el recurso suelo y agua al momento de su disposición final, por su gran volumen, por su concentración en áreas reducidas, y por ser fuente de nutrientes, metales pesados, drogas y patógenos. Sumado a la degradación de los recursos, tenemos la proliferación de plagas y la generación de olores indeseables (Vicari, 2012).

Citando a Maisonnave, Millares y Lamelas (2015):

“Una granja moderna requiere, indefectiblemente, de un sistema de recolección, conducción, tratamiento y almacenamiento de excretas ya que concentra un gran número de animales en una superficie de terreno relativamente pequeña.” (p. 11)

El manejo de efluentes es el conjunto de procedimientos o técnicas tendientes a disponer correctamente los efluentes o purines generados, de manera de evitar un potencial impacto negativo al medio ambiente. Este manejo no se basa solamente en la elección, planificación y posterior implementación de un sistema de tratamiento, sino que, además requiere de un seguimiento a través de monitoreos, planes de emergencia, registros de estado de operación, reparación y mantenimiento de equipos e instalaciones. Además, se debe contar con planes de acciones correctivas y capacitación para el personal del establecimiento (INIA, MINAGRI, 2005, citado por Vicari, 2012).

Las Buenas Prácticas de Manejo o BPM son una variedad de formas de trabajo y técnicas de producción en el ámbito de una granja de producción animal que buscan lograr el objetivo productivo esperado, respetando las características originales del medio ambiente y la salud de las personas involucradas (Maisonnave et al., 2015). Dentro de las BPM, se incluye sin lugar a dudas, el tratamiento de los efluentes.

Para los pequeños productores, las Buenas Prácticas pueden ser la herramienta que les permita acercarse a los niveles de producción de la agricultura empresarial, con el objetivo puesto en la producción de alimentos con mayores niveles de calidad e inocuidad. El desafío es implementar Buenas Prácticas a partir de programas de incentivos para la agricultura familiar, más que como una norma o exigencia que pueda

excluir de los mercados a los productores que no cumplen. Estos incentivos implican una estrategia integral, guiada por la innovación tecnológica, el uso de genética adecuada, un manejo eficiente de producción, organización y comercialización (FAO & INTA, 2012).

Refiriéndonos nuevamente a los tipos de producción, y relacionándolo ahora con la gestión de los efluentes, nos encontramos con dos metodologías diferentes, muy opuestas entre sí en muchos aspectos.

Por un lado, tenemos los sistemas de producción de cama profunda, donde se diseñan galpones sin piso de concreto o fosa, es decir, el piso es de tierra. En ellos se utiliza una cama de paja, que permite que se manejen las excretas de forma sólida y no líquida. Las ventajas ambientales de este sistema son: menor consumo de agua (se evita la limpieza de pisos y fosas), disminución de moscas y olores indeseables, y el aprovechamiento de la cama para compostaje y/o aplicación en suelos agrícolas como enmienda orgánica, disminuyendo la utilización de fertilizantes químicos y aumentando la carga de materia orgánica en el suelo (Araque, H.; González, C.; Sulbaran, L.; Quijada, J.; Viloría, F. y Vecchionacce, H., 2006).

Por otro lado, tenemos el sistema de producción en confinamiento, donde los animales son mantenidos en corrales con pisos enrejillados de concreto, que cuentan con fosas debajo. Estos sistemas requieren de grandes áreas destinadas al almacenamiento y tratamiento de estos residuos, llamados purines, que están formados por deyecciones sólidas y líquidas, sumado al agua de lavado y la de consumo del animal. Esto conlleva a grandes inversiones por parte de los productores, que en la mayoría de las veces no logran reducir el potencial contaminante de estos residuos (Araque et al. 2006).

Es por eso que observamos en esta diferenciación, una alternativa muy interesante en la producción con cama profunda, donde se puede apreciar las ventajas o aspectos positivos para el productor y la reducción del impacto negativo al ambiente.

El purín, está compuesto por cantidades importantes de hidratos de carbono, lípidos, aminoácidos, proteínas, urea y compuestos azufrados, así como contenidos elevados de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na). También contiene micronutrientes como hierro (Fe), cinc (Zn), cobre (Cu) y manganeso (Mn). Tanto la concentración de elementos que lo constituye como la generación por día de purín son variables, dependiendo de factores como: la raza, el estado fisiológico, la dieta a la que son sometidos y el tipo de almacenamiento, la cantidad

de agua utilizada en la limpieza, los productos utilizados en la desinfección y la época del año (FAO & INTA, 2012).

La presencia de nutrientes (K, P, N) en grandes concentraciones, materia orgánica, metales pesados y pesticidas, pueden afectar al suelo y agua, tanto cursos superficiales como agua subterránea. Además, se pueden producir emisiones a la atmósfera de gases como amoníaco (NH₃), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), por volatilización del efluente si no es tratado (FAO & INTA, 2012).

Los parámetros de medición utilizados para determinar la carga orgánica en el efluente son la DBO₅ (demanda biológica de oxígeno) y DQO (demanda química de oxígeno), ambos expresan la cantidad de oxígeno requerido para oxidar, mediante microorganismos y por acción química respectivamente, la materia orgánica presente en el agua residual (Peralta, J.M., Araya, A., Herrera, C. 2005, citado por Gallo y Gallo, 2016).

Como ya se mencionó, las nuevas tendencias de producción y manejo de estos sistemas incrementan el impacto al ambiente debido a un aumento en la cantidad de cabezas por establecimiento, y la predominancia de los sistemas intensivos, que representan un riesgo mucho mayor, ya que se intensifica la producción de desechos en áreas cada vez más reducidas.

Como detalla Vicari María Paula (2012):

Hasta la década del 90, en Argentina la producción era casi en su totalidad a campo, con lo cual los desechos porcinos eran absorbidos o utilizados como abono orgánico sin representar un problema para las explotaciones. Pero la actividad porcina a nivel nacional en los últimos años, pasó por un proceso de transformación comenzando a tener un vuelco cualitativo donde se observan cambios en la forma de producir carne. De esta forma, las producciones de pequeña escala comienzan a incorporar mayor tecnología y a aumentar el número de madres productivas, pasando de sistemas al aire libre a sistemas mixtos.

Mientras que Rodolfo Braun (2016) expresa:

El manejo de purines porcinos ha tomado importancia por dos razones: la primera, la tendencia de aumentar el tamaño de los criaderos de cerdo en los sistemas de

producción intensiva confinada en donde se genera una cantidad considerable de desechos, y la segunda, por el aumento de la conciencia frente a la protección del medioambiente por parte de la sociedad. (p. 227).

La contaminación no implica solo el deterioro provocado al ambiente, sino también una fuga de energía y nutrientes, como resultado de un proceso ineficiente o incompleto que desaprovecha los propios recursos que se generan en su círculo productivo (Cervantes et al. 2007).

Aquí volvemos a tomar el concepto de economía circular, donde el objetivo es la obtención de un sistema cerrado y autosuficiente, aprovechando la totalidad o gran parte de los desechos como insumo productivo.

En torno a esta idea, es que aparecen las distintas alternativas de gestión de los purines generados durante la producción porcina, presentándose como atractivas e innovadoras para los productores. Todo esto en el marco de un cambio progresivo de paradigma social y empresarial, donde se busca el consumo responsable y la disminución de las perturbaciones hacia el ambiente.

Sistemas de recolección

El sistema de recolección o captación de excretas es responsable de brindar un ambiente agradable, limpio y sano a los cerdos en producción. La utilización de uno u otro sistema se explica por la característica de manejo seco o húmedo de las excretas. En sistemas de cama profunda, como se detalló anteriormente, el efluente está compuesto por el material seco utilizado como cama que absorbe la orina y sostiene las deyecciones sólidas. El mismo es retirado por el personal de forma manual para su compostaje o disposición final (Maisonave et al., 2015).

En los sistemas húmedos (de piso emparrillado de cemento sólido, o “slat”), el efluente cae a la fosa y se mueve a favor de la pendiente o por método de bombeo hacia el sistema de almacenamiento. El tipo de sistema de recolección y almacenamiento de los efluentes previo al tratamiento, puede ser una laguna anaeróbica o una fosa profunda. El sistema de fosa profunda no es muy utilizado en nuestro país debido a que está indicado para latitudes con inviernos bien marcados y fríos como algunas regiones del norte de los Estados Unidos (Maisonave et al., 2015).

Sistemas de tratamiento

En el sistema de tratamiento lo que se busca es eliminar o disminuir la carga de contaminantes con el fin de garantizar una disposición final sin riesgo de ocasionar daños al medio ambiente ni a la salud humana. La elección del método de tratamiento dependerá de varios factores ambientales (clima, ubicación de la napa freática), las características del efluente a tratar, y de otras variables como son los aspectos económicos, técnicos, legales (normativas nacionales y/o provinciales aplicables), ubicación y tamaño del establecimiento (FAO & INTA, 2012).

Estos sistemas se pueden dividir en dos etapas: el tratamiento primario, en el cual el objetivo es la eliminación de una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del efluente. Y el tratamiento secundario, que busca la eliminación de los sólidos en suspensión, los compuestos orgánicos biodegradables y nutrientes (principalmente N y P). Incluye tratamientos biológicos y/o químicos (FAO & INTA, 2012).

El tratamiento primario incluye técnicas como la separación de sólidos y la utilización de sedimentadores, tamices o filtros. Suele ser considerado también como un pretratamiento.

Tratamiento en sistemas de lagunas

En nuestro país casi la totalidad del tratamiento de efluentes se lleva a cabo en sistemas de lagunas (Millares, 2011, citado por Vicari, 2012) debido a que es una técnica sencilla que elimina contaminantes, patógenos y microorganismos. Las mismas deben estar correctamente impermeabilizadas para evitar la contaminación de las napas freáticas y se recomienda previamente obtener purines con bajas concentraciones de carga orgánica, mediante la separación de sólidos por tratamiento primario. De este tratamiento se obtiene guano y aguas residuales. El guano puede ser reutilizado, y las aguas residuales son tratadas en el sistema de lagunas (Vicari, 2012).

Digestión anaeróbica

Como detallan Gallo, B. I. y Gallo, D. L. (2016) este es un proceso fermentativo que se caracteriza por la conversión de la materia orgánica a metano y CO₂, en ausencia de oxígeno y con la interacción de bacterianas y microorganismos.

Por su parte, Maisonnave et al. (2015) indican que este método puede realizarse a través de lagunas abiertas, lagunas cerradas o biodigestores. La elección del tipo de

proceso va a depender del uso que se le quiera dar al subproducto que se genere. En el caso de las lagunas, el uso principal es el aprovechamiento agronómico de los efluentes líquidos estabilizados en ferti-riego de cultivos.

Si nos referimos a los biodigestores, obtenemos por un lado un gas combustible que posee aproximadamente 66% de metano y 33% de dióxido de carbono, llamado biogás, y que puede ser utilizado para cocción de alimentos, calefacción de cerdos o reemplazo de combustibles en maquinaria. Y, por otro lado, el efluente líquido que como en el punto anterior, puede ser utilizado a campo para regar los cultivos (Gallo y Gallo, 2016).

El principal inconveniente de este tipo de tratamiento es la posibilidad de que se generen olores indeseables si el diseño no es correcto o la concentración de azufre, responsable de la formación de sulfhídrico, es mayor a 100mg/l (Braun, 2016).

Compostaje

Podemos definir al compostaje como:

La descomposición y estabilización biológica de substratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas, y que puede ser aplicado de forma beneficiosa al suelo (FAO & INTA, 2012, p. 252).

Este proceso es llevado a cabo por bacterias, hongos y microorganismos presentes en los purines. Las principales ventajas de esta técnica son la obtención de un material estabilizado, sin olor y con la posibilidad de ser utilizado como enmienda orgánica en cultivos, mejorando las propiedades físicas y químicas del suelo.

Manejo de cadáveres

Cuando hablamos de residuos o desechos que son consecuencia del normal desarrollo de la actividad porcina, no debemos omitir a los cadáveres de los cerdos, que revisten singular importancia por la potencial propagación de patógenos, actividad de roedores y contaminación de napas freáticas o cursos de agua superficiales.

Dentro de los métodos disponibles para gestionar estos residuos tenemos el enterramiento, la incineración, el rendering y el compostaje. El primero de ellos, conocido también como método de zanja, consiste básicamente en el entierro de los cadáveres en zanjas. Es una opción económica, utilizada ampliamente en establecimientos pequeños debido a su bajo costo de inversión, sin embargo, en granjas grandes esto significaría un impacto mucho mayor al ambiente. Es también ampliamente utilizado durante la aparición de epidemias (Alonso García-Mochales, Vilalta, 2021).

El método de incineración, consiste en la quema de los animales muertos. Existen varios métodos de los cuales, en mayor o menor medida, todos son muy contaminantes. La construcción de un incinerador representaría un costo bastante representativo. En términos de bioseguridad, la quema de cadáveres en la explotación evitará el transporte de animales muertos y la posible propagación de enfermedades, pero no serviría para la quema masiva en casos de epidemias (Alonso García-Mochales, Vilalta, 2021).

Por su parte, el rendering consiste en la comercialización de residuos generados por la industria frigorífica, como materia prima para otras industrias. Tiene la particular desventaja de tener que buscar un destino rápido para no permitir acumular pilas de cadáveres y así evitar que se propaguen enfermedades.

Por último, como ya se mencionó anteriormente, el compostaje se presenta como una de las alternativas más atractivas debido a que el impacto al ambiente es mínimo, y se transforma a un desecho en un recurso muy valioso. En este caso consiste en la disposición de los cadáveres en pilas, y efectuando volteos periódicos para permitir la aireación de la pila y así aumentar la velocidad de descomposición y evitar malos olores.

Entre las ventajas del compostaje tenemos la reducción en volumen del orden del 25-30%, disminución del contenido de humedad, la estabilización química del material, la disminución de olores y moscas, y la posibilidad de eliminar semillas de malezas y algunos patógenos si las temperaturas internas de la pila necesarias son alcanzadas y mantenidas por algunos días. Entre las desventajas contamos con la liberación de amoníaco (NH_3), que en los primeros estadios puede generar olores significativos y disminuir el valor fertilizante de la excreta, y posteriormente se producen emanaciones de Óxido Nitroso (N_2O). Además, el compostaje libera dióxido de carbono que reduce el contenido de materia orgánica del compost (Maisonave et al., 2015).

Dentro de la técnica del compostaje, haremos mención especial a una novedosa alternativa que está tomando fuerza en granjas de gran tamaño, el sistema de compostaje cerrado. También conocido como co-compostaje, este método permite que los residuos sólidos nunca entren en contacto directo con el exterior, evitando la pérdida de nutrientes por lixiviación, y evitando la contaminación medioambiental con patógenos.

Los cadáveres se depositan en el interior del compostador, donde son mezclados con virutas de madera y otros restos vegetales. El compostador, que consta de un tambor rotativo horizontal, se programa para girar una determinada cantidad de veces por día, esta rotación permite el intercambio de oxígeno de la muestra. También se mide el ingreso de aire y la temperatura del interior, para determinar la duración del proceso de descomposición, que dura aproximadamente 30 días. El producto final es un compuesto húmico estable, que puede ser utilizado como abono orgánico en lotes agrícolas. (Orden L., Ferrari, J. L., Castro J., 2020).

El ensayo llevado a cabo por la empresa MONTECOR, tuvo resultados positivos que posicionan al compostaje cerrado como una opción viable, que permite descomponer estos residuos cumpliendo con las condiciones ambientales y de bioseguridad. Este estudio, realizado en el marco del Proyecto de Investigación de Tratamiento y Valorización de Residuos Agropecuarios – I518 de INTA, tuvo lugar en un establecimiento de cría intensiva de la localidad de Monte Buey, Córdoba. (Orden et al., 2020).

Objetivos

El objetivo general de este trabajo es conocer la realidad de las explotaciones porcinas de la región centro del Departamento Unión, en materia de gestión de efluentes.

Los objetivos específicos se centran en:

- Determinar, dentro de las técnicas de manejo de efluentes disponibles, cuáles son empleadas por los productores.
- Conocer su nivel de compromiso con el ambiente y la sociedad, mediante el relevamiento de los métodos de tratamiento y disposición final utilizados en estos establecimientos.
- Valorar el conocimiento de los productores acerca de los múltiples beneficios que derivan de un aprovechamiento de estos residuos porcinos.

Métodos

Población muestral

Debido a ciertos inconvenientes que impidieron contar con la colaboración de distintas agencias y organismos, no se pudo obtener información oficial sobre los establecimientos que se encuentran en todo el departamento Unión, de modo que se procederá a encuestar a aquellos productores conocidos de la zona centro del departamento, gracias al aporte de distintos profesionales del rubro (Médicos Veterinarios e Ingenieros Agrónomos) que facilitaron el contacto de los mismos.

De esta forma se logró seleccionar una población muestral a encuestar de siete productores, quienes tienen sus establecimientos en la zona geográfica comprendida entre las localidades de Idiazabal, Justiniano Posse, Bell Ville y Monte Maíz, sobre la ruta 3 y 6 (Figura N°2). Los productores fueron contactados telefónicamente previo consentimiento, informándoles sobre el motivo del contacto y los detalles de la entrevista.



Figura N°1: *Ubicación del Departamento Unión dentro de la Provincia de Córdoba.*



Figura N°2: Área de investigación seleccionada.

Herramienta de recolección de datos

El relevamiento se llevará a cabo mediante una entrevista (anexo 1) a través de Google Forms. La misma consistirá de veintidós preguntas, de carácter mixto (cuantitativo y cualitativo), donde el encuestado elegirá, por pregunta, una opción de entre las propuestas, además de tener la posibilidad de redactar en las que lo considere necesario.

Análisis de la información recabada

En el análisis de los datos que se obtendrán, se evaluará de manera cuantitativa y cualitativa de acuerdo a las diferentes problemáticas que se plantearon a lo largo del proyecto. De esos datos recabados, los cuantitativos serán tabulados en planillas de cálculo tipo Excel. Los mismos serán graficados en forma de torta o de barras según el tipo de datos, buscando evaluar la frecuencia de ocurrencia de determinadas respuestas, con el objetivo de determinar si existe tendencia de algún fenómeno en la población evaluada. Mientras que los datos cualitativos obtenidos se organizarán y analizarán para poder establecer relaciones e interpretar la información recabada.

Resultados

Las entrevistas previstas pudieron ser realizadas correctamente y además fueron contestadas en su totalidad por los productores previamente identificados, quienes prestaron su consentimiento para participar en el estudio.

En el estudio se observa que la mayoría de los establecimientos cuentan con muchos años de experiencia en la actividad, como detalla el siguiente gráfico (figura N°3), un 85.7% lleva al menos 20 años produciendo carne de cerdo, y un 14.3% lleva no más de 5 años en el rubro.

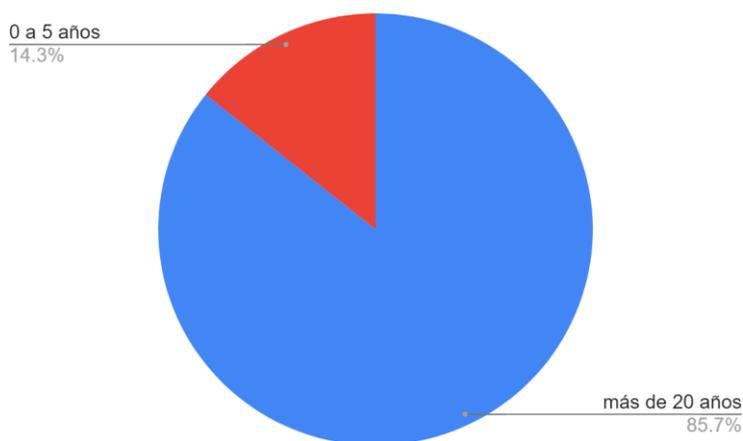


Figura N°3: *Porcentajes de rangos de antigüedad en la actividad.*

En cuanto a la capacidad de producción de los distintos establecimientos, nos encontramos con tamaños muy variados, con un 42.9% los sistemas que cuentan con más de 500 madres, con un 28.6% los establecimientos de entre 200 y 500 y otro 28.6% aquellos que no superan las 100 madres (Figura N°4).

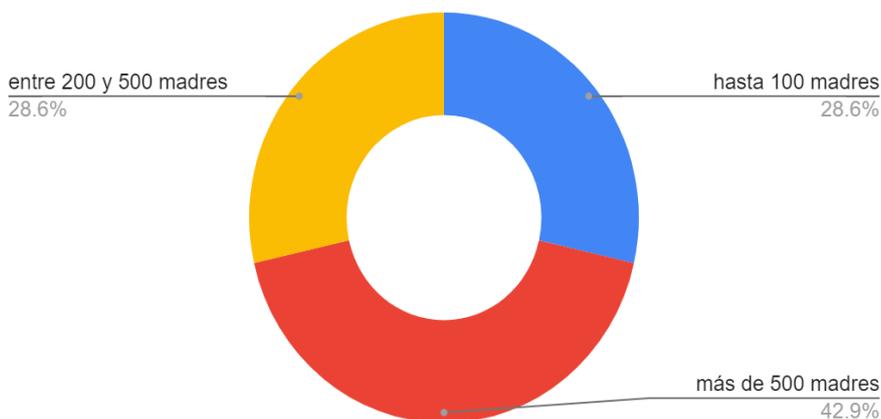


Figura N°4: *Clasificación de establecimientos según el número de madres.*

Otra clasificación de estos sistemas productivos es la vinculación con otra actividad paralela que generalmente se retroalimentan una con otra. Esta actividad suele desarrollarse frecuentemente en simultáneo con producción agrícola (sistema mixto), haciendo referencia a este tipo de clasificación, la totalidad (100 %) de los productores, utiliza como forma de producción los sistemas mixtos.

Esto se ve reflejado en el siguiente gráfico (Figura N°5), que indica que el 71.4% de los productores comenzó a implementar la cría de cerdos como un agregado de valor a la actividad agrícola.

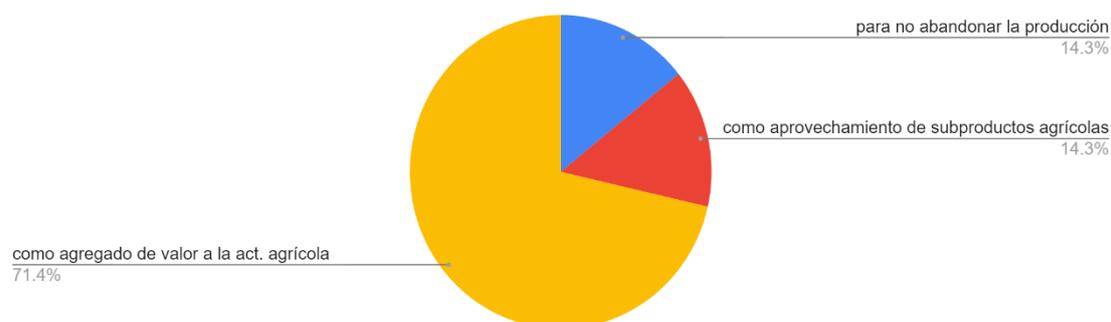


Figura N°5: *Porcentaje según motivo de inicio de producción.*

Por último, en cuanto a clasificaciones, diferenciamos a los establecimientos según su tipología de producción, y aquí encontramos, como se mencionó en el marco metodológico, granjas de cría (Sitio 1), granjas de recria (Sitio 2), granjas de terminación (Sitio 3) y granjas de ciclo completo. En este punto, casi la totalidad (85.7%) son granjas de ciclo completo, y un 14.3% granjas de recria (Sitio 2).

Con respecto al personal, observamos variabilidad en la cantidad de empleados, que lógicamente coincide con la capacidad con la que cuenta cada granja.

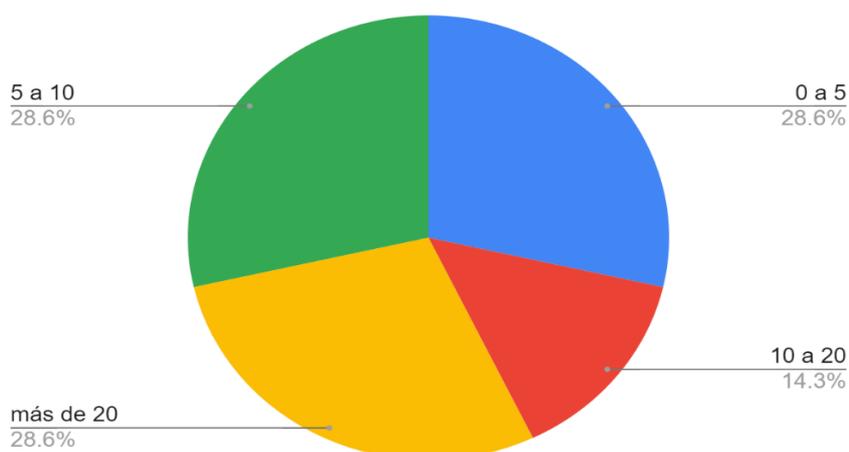


Figura N°6: *Clasificación según cantidad de personal.*

Haciendo referencia a la legislación y a la participación del Estado en materia de desarrollo productivo y cuidado ambiental dentro de la industria ganadera, se investigó acerca de la presencia del gobierno y demás organismos públicos, consultando a productores si consideraban que el Estado brindaba herramientas e incentivos suficientes y de manera eficiente.

Las opiniones de los encuestados fueron muy variadas, un grupo mayoritario (57.1%) indicó que el estado está ausente, otro grupo (28.6%) mencionó que el estado está presente pero todavía falta pulir ciertos detalles para articularse de mejor manera con los productores, mientras que el 14.3% opinó que el estado brinda recursos y herramientas escasos o de forma ineficiente.

Siguiendo con la línea anterior, se buscó averiguar si los particulares habían adquirido alguna vez algún tipo de crédito o incentivo económico que les permitiera hacer mejoras para modificar algún aspecto deficitario o bien aumentar la capacidad del sistema productivo. Las respuestas fueron negativas en su mayoría, con un 57.1%, mientras que el 28.6% adquirió entre 2 y 5 veces alguno de estos beneficios y el 14.3% lo hizo una sola vez.

De igual manera, se consultó a los encuestados si habían participado alguna vez de capacitaciones o charlas informativas en lo referido a regulación ambiental, obteniendo variadas respuestas. Un 28.6% no ha participado nunca de este tipo de encuentros, otro 28.6% lo hizo una vez, un último 28.6% entre 2 y 5 veces, y un 14.3% asistió más de 5 veces.

Cuando se les solicitó a los productores que indiquen que nivel de conocimiento tenían acerca de la normativa ambiental provincial y nacional, la gran mayoría (71.4%) indicó que estaba familiarizado con la misma, un 14.3% estaba muy bien informado, mientras que el resto no tenía mucha información al respecto (14.3%).

En lo referido al manejo de aguas residuales o efluentes del sistema, se encontró con que casi el total de los productores optan por utilizar lagunas como método de tratamiento, representando el 85.7% de los encuestados, mientras que el restante 14.3%, utiliza métodos combinados. En relación a esto, se ven los mismos porcentajes cuando se trata de la disposición final de estos purines una vez que se encuentran estabilizados. Donde la mayoría de los encuestados elige el uso agronómico de los mismos.

Relacionado con el punto anterior, el manejo de los cadáveres dentro de los establecimientos presenta diferentes realidades. El 42.9% de ellos utiliza el método de enterramiento en fosas, otro mismo porcentaje opta por la técnica de compostaje, y finalmente, el 14.3% cuenta con la novedosa técnica del rotoacelerador o compostaje cerrado (Figura N°7).

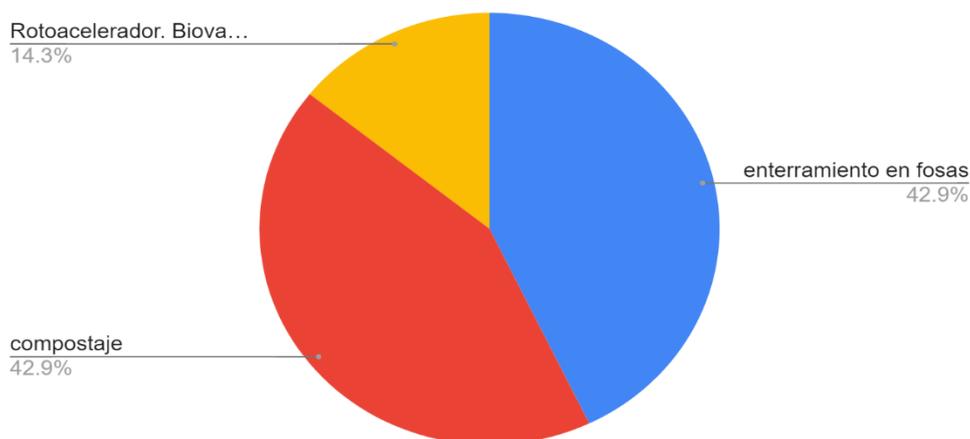


Figura N°7: *Métodos utilizados para el manejo de cadáveres.*

En cuanto a contingencias ambientales, se consultó a los encuestados que acciones llevarían a cabo en el caso de la ocurrencia de algún desastre o emergencia ambiental, derivado del derrame o desbordamiento del sistema de tratamiento o almacenamiento de efluentes. En este caso, el 28.6% expresó que no lo tenía claro, el 14.3% que abandonaría la actividad, mientras que el 42.9% indicó que cesarían la actividad inmediatamente, y que implementarían técnicas de movimiento de suelo con distintas herramientas y máquinas, para contenerlo en un área determinada y permitir que se incorpore al suelo para ser luego degradado. Un último productor no respondió la pregunta.

En relación al punto anterior, se intentó conocer si en algún momento habían tenido que implementar acciones de remediación por la ocurrencia de alguna contingencia, aquí el 57.1% indicó que no, y el 42.9% tuvo que hacerlo una vez.

Otro dato que se buscó relevar fue si estas explotaciones contaban con planes de monitoreos de diferentes parámetros, para analizar el nivel de polución de los diferentes recursos, y con qué frecuencia eran realizados. Solo uno de los productores no cuenta con un plan de monitoreo ambiental, a continuación, se ilustra en el gráfico la periodicidad de las mediciones de los demás productores (Figura N°8).

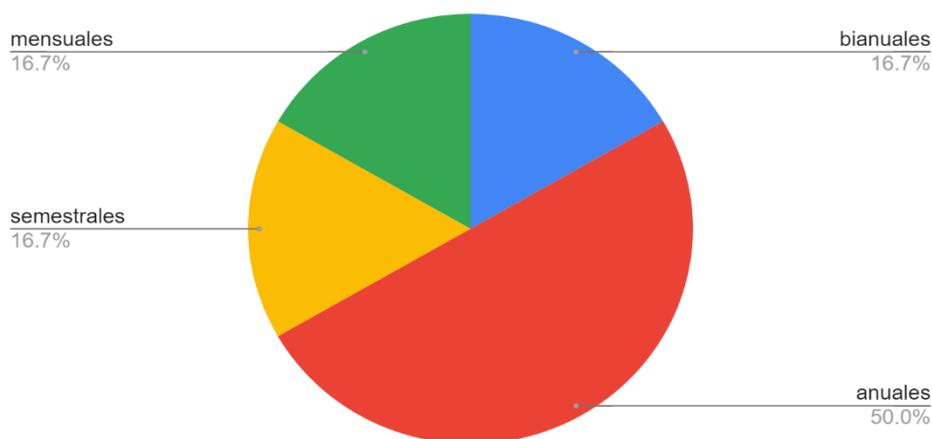


Figura N°8: *Periodicidad de monitoreos.*

También se consultó sobre la frecuencia de realización de charlas y capacitaciones al personal del establecimiento, en lo referido a efluentes, su generación y correcta gestión. Los resultados indican que el 28.6% no realiza tales prácticas, el 14.3% realiza charlas trimestrales, otro 14.3% semestrales, y el 42.9% de los productores brindan estas herramientas a sus empleados anualmente.

Finalmente, nos enfocamos en la economía y el desarrollo para tratar de inferir como afectan estos factores a la producción porcina en la zona de investigación. De esta forma, podemos observar como gran parte de los encuestados (42.9%) considera al factor económico como el principal desafío a la hora de implementar sistemas de tratamiento eficientes. El resto de las respuestas se relacionan con la falta de desarrollo tecnológico o técnicas innovadoras, y la ausencia de mano de obra calificada (Tabla N°1).

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan los productores porcinos?

<i>Factores</i>	<i>Número de Productores</i>
Factor económico	3
Ausencia de técnicas innovadoras	1
Falta de gente capacitada (Mano de obra calificada)	1
Falta de desarrollo tecnológico	1
Factor económico y ausencia de técnicas y tecnología	1

Tabla N°1: *Clasificación de factores limitantes para la actividad porcina.*

Del mismo modo, se preguntó a los particulares cuantas veces se había visto afectada su producción debido a los vaivenes de nuestra economía. Donde el 71.4% contestó que este factor afecta regularmente a su negocio. Además, otro punto invitaba a señalar que mejoras tenían proyectadas para realizar en sus instalaciones en el mediano-corto plazo. Aquí hubo respuestas muy variadas que a continuación se ven reflejadas. (Tabla N°2).

Clasificación de mejoras proyectadas por los establecimientos

<i>Mejoras Proyectadas</i>	<i>Número de Establecimientos</i>
Sobre Bioseguridad	1
Impermeabilización de lagunas	1
Agrandar la capacidad de la nave para terminación	1
Duplicar la capacidad del establecimiento	1
Incorporar separador de sólidos	2
Ninguna	1

Tabla N°2: *Mejoras proyectadas para los diferentes establecimientos.*

Finalmente, se les solicitó a los productores que dieran su opinión acerca de cómo veían el futuro de la explotación porcina en el país, donde uno de ellos lo calificó como regular o malo, y otros dos ven en desventaja a los establecimientos pequeños, en relación con las grandes granjas, incluso uno de ellos piensa que podría abandonar la actividad en los próximos años. El resto fue muy optimista, vislumbrando un futuro positivo debido a un mercado en crecimiento con demanda en alza, y buenas perspectivas de desarrollo.

Discusión

Los resultados de la investigación muestran la importancia que reviste la producción porcina en la zona estudiada, que coincide con un gran crecimiento del consumo de carne de cerdo a nivel nacional y mundial, como menciona Intagri (2019) en el párrafo 5 de la página 5. Se puede observar un importante potencial de crecimiento a corto-mediano plazo, principalmente en aquellos establecimientos denominados ‘grandes’.

No ocurre lo mismo en aquellos establecimientos ‘pequeños’ o como los define la UNNE (2012), ‘de subsistencia’, de menos de 200 madres, donde por factores económicos principalmente, como el precio de los insumos o la competencia con grandes productores se dificultaría su permanencia en el mercado.

En este punto sería interesante implementar programas como el de las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), descritas por FAO & INTA en la página 10 de este trabajo, funcionando como un incentivo para la agricultura familiar, que les permita acercarse a los niveles de producción de la agricultura empresarial.

En el área de investigación, se observa que casi la mitad de los productores encuestados cuentan con más de 500 madres dentro de sus instalaciones, y el resto se divide según su capacidad en granjas que tienen entre 200 y 500 madres (28.6%) y hasta 100 madres (28.6%).

Independientemente del tamaño del establecimiento, la mayoría coincidió en que el factor económico es la principal limitante para la producción, mientras que una minoría señaló a la falta de personal capacitado, desarrollo tecnológico y técnicas innovadoras como obstáculo a superar.

Según INTA (2011), las problemáticas que dificultan el éxito productivo de la actividad porcina son: inexistencia de un plan porcino nacional, falta de sistemas organizados de comercialización, dificultades para acceder al crédito, altos costos internos, escasa capacitación del productor y del personal asalariado, escasa cantidad de técnicos especializados en producción porcina, falta de registros y planificación de la producción, instalaciones pocos funcionales y ausencia de programas adecuados de manejo.

Por su parte, Braun (2016) enumera como limitantes a la falta de desarrollo, imposibilidad de mejorar la profesionalización de la gestión productiva y los recursos humanos, la negativa percepción del consumidor hacia la carne porcina y la falta de campaña de promoción y difusión de esta carne.

Al respecto, indica:

La problemática que enfrenta la actividad porcina en Argentina debe ser resuelta con la ayuda del sector público pero también con el compromiso de los privados para que sea un juego de suma positiva en el que todos ganen, incluyendo el medioambiente que es el recurso más importante y el que va a permitir la vida de las generaciones futuras. (p. 78).

Otro aspecto a destacar, que resalta la importancia de la producción porcina en el centro del Departamento Unión, es la necesidad de mano de obra que requieren estas unidades productivas. Esto genera puestos de trabajo, desarrollo, y mejora la economía de la zona. Esta actividad, particularmente en el área analizada y en casi toda la Provincia de Córdoba, ha ido creciendo mucho el último tiempo, reemplazando a los antiguos criaderos a campo por grandes granjas de producción más tecnificada.

La tipología de producción no varía mucho entre los productores encuestados, se encontró que el 85.7% son granjas de ciclo completo, y un 14.3% granjas de recría (Sitio 2). El ciclo completo incluye la etapa de cría del animal, el destete que precede a la etapa de recría, y finalmente la etapa de terminación, donde se engorda al animal hasta cierto peso para ser luego vendido para consumo humano.

Si se observa la antigüedad de los establecimientos estudiados, se puede ver que casi la totalidad de ellos cuenta con más de 20 años de actividad, debido a que son establecimientos 'heredados' de familias que llevan mucho tiempo en el rubro.

De igual manera, la totalidad de los criaderos relevados llevan a cabo un sistema mixto de producción (agrícola-ganadero) donde ambas actividades productivas se retroalimentan mutuamente, creando un circuito parcialmente cerrado, que reduce al mínimo el ingreso de insumos o materia prima desde fuera del sistema.

Así, parte de la producción agrícola puede ser utilizada como alimento de los animales, del mismo modo que, los subproductos originados por la simple estadía diaria de los cerdos en la granja pueden ser aplicados en los lotes cultivables como enmienda orgánica.

Como se mencionó anteriormente, la vinculación de estas dos actividades permite ahorrar en costos de insumos, reducir o eliminar la aplicación de fertilizantes químicos y dar una correcta disposición final a estos residuos evitando la contaminación de suelos y el recurso agua.

INTA (2011) resalta que la producción porcina asociada con la agricultura, ofrece especialmente al pequeño y mediano productor una excelente alternativa de diversificación de su empresa, aumentando sus ingresos y logrando la sostenibilidad a un menor riesgo. Aquí cobran importancia las pequeñas y medianas empresas, cuya limitante principal es el factor tierra.

Es importante aclarar que la mayoría de los autores define al sistema mixto o de producción combinado entre agricultura y crianza de porcinos, como la rotación de estas dos actividades sobre la misma superficie. Diferente al concepto que se estuvo abordando en este trabajo donde los animales se encuentran en confinamiento, pero sí existe un ida y vuelta permanente entre las dos actividades, con las ventajas que ya se describieron.

Una problemática que se identificó, fue la poca o nula relación entre los productores y el Estado. Donde la gran mayoría de los encuestados expresó que los organismos públicos estaban ausentes y sus gestiones eran ineficientes. A pesar de que la mayoría también indicó que estaban bastante familiarizados con la normativa ambiental vigente.

En contraste con lo anterior, tenemos al Programa de Acciones Sustentables para establecimientos SICPA, desarrollado recientemente por la Secretaría de Ambiente en conjunto con el Consejo Federal de Inversiones (CFI). Esta iniciativa tiene como objetivo el financiamiento para la inversión en capital humano y compra de infraestructura, equipamiento, tecnología y maquinaria destinada a promover la sustentabilidad de los procesos. Lo que se busca es promover la economía circular de los residuos pecuarios que se generan en establecimientos de producción porcina, avícola y feedlots de la provincia de Córdoba (Web de noticias Provincia de Córdoba, 2022).

Al respecto, más de la mitad de los productores encuestados indicaron que nunca han adquirido incentivos, créditos o programas de ayuda económica, mientras que los demás lo habían hecho al menos una vez.

El tratamiento de las aguas residuales es una de las técnicas incluidas dentro de las BPM (Buenas Prácticas de Manejo) detalladas en el párrafo 3, página 10. Con esto se busca reducir al mínimo posible el potencial impacto que estos residuos pueden generar en el ambiente.

Los métodos disponibles para tratar los efluentes provenientes del sistema están descritos en el apartado *Sistemas de Tratamiento*, página 13 del presente trabajo.

Los resultados de la investigación concuerdan con lo planteado en el marco teórico (párrafo 3, página 14) dado que la mayoría de los establecimientos utiliza lagunas de tratamiento como método de gestión de los purines.

Al respecto, Vicari (2012) indica que ésta es una técnica relativamente sencilla, que elimina contaminantes, patógenos y microorganismos. Permitiendo la obtención de un material orgánico estable, apto para ser aplicado como enmienda en lotes de cultivos, mejorando la fertilidad y la retención de agua.

Mientras que Braun (2016), enumera entre las ventajas del uso de lagunas la simplicidad, el bajo costo de inversión, la reducción de coliformes y la eliminación de patógenos, mínima maniobra de lodos y el manejo de altas cargas orgánicas. La operación y mantenimiento son mínimos, y consisten en el corte de vegetación en los bordes, remoción de sólidos flotantes y el monitoreo periódico del afluente y el efluente.

En comparación con otras técnicas de tratamiento, las lagunas tienen la ventaja de ser menos costosas en su construcción y requerir menos mantenimiento o tareas operativas. Pero como desventaja generan un producto final menos provechoso en comparación con la generación de biogas y la cogeneración de energía. Más aún si estos establecimientos no realizan explotación agrícola donde destinar el efluente tratado.

Como se observó en el punto anterior, métodos utilizados para el manejo de efluentes, la mayoría de los productores también opta por el uso agronómico de los efluentes como método de disposición final de los mismos.

Al momento del riego, hay que tener en cuenta cuatro parámetros:

- La salinidad del agua.
- La velocidad de infiltración del suelo.
- La calidad microbiológica del agua.
- El balance de nutrientes.

El exceso de sales en el suelo afecta sus condiciones físicas provocando compactación, pérdida de porosidad y reducción de la infiltración. En cuanto a concentración de nutrientes, si éstos exceden la demanda de los cultivos, puede provocar problemas. Por ejemplo, para el caso del nitrógeno, un exceso de este elemento durante la última etapa de crecimiento, puede resultar negativo, provocando un excesivo crecimiento vegetativo, madurez retrasada o un descenso en la calidad del cultivo. También el exceso de nitrógeno puede provocar la lixiviación de este compuesto hacia las napas, al no ser absorbido por completo por los cultivos (FAO & INTA, 2012).

El uso agronómico de los efluentes líquidos estabilizados es regulado por APHRI (Administración Provincial de Recursos Hídricos) en coordinación con la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba.

Haciendo referencia a lo expuesto en el apartado *'Manejo de cadáveres'* de la página 15, teniendo en cuenta la importancia que revisten al ser estos residuos patógenos, contamos con los siguientes métodos para su gestión: enterramiento en fosas, compostaje, incineración, rendering o la innovadora técnica del rotoacelerador, impulsada por una empresa de Monte Buey y adoptada por varios productores 'grandes' de la zona.

Maisonnave (2015), sostiene que el compostaje de cadáveres ha ido ganando terreno los últimos años debido a que permite reciclar nutrientes contenidos en los animales, disponer los cadáveres en zonas donde el enterramiento podría ser dificultoso (lluvias excesivas, suelos congelados), y disminuye la propagación de patógenos y la actividad de roedores.

Alonso García-Mochales et. al. (2021), creen que la elección óptima del método de eliminación de los cadáveres debe basarse en criterios económicos, de valor y recuperación de recursos, de bioseguridad y riesgo de transmisión de enfermedades, y de impacto ambiental. Resaltan la importancia de tener en cuenta primordialmente la bioseguridad en cada etapa del proceso a llevar a cabo, de manera de evitar posibles riesgos de propagación en los demás animales y el ambiente circundante.

El enterramiento y la incineración son considerados como las mejores alternativas en lo que a bioseguridad respecta, pero aquí los autores implícitamente posicionan a la primera de estas como la mejor opción debido a las desventajas que presenta la incineración: el gran costo de instalación del incinerador y la potencial contaminación si el sistema no funciona correctamente o se sobrepasa la capacidad del mismo.

Mientras que en el Manual de Buenas Prácticas Pecuarias de FAO & INTA (2012), también se insiste en la importancia de llevar a cabo acciones que garanticen la bioseguridad del establecimiento, incorporando como aspecto clave, la lejanía del sector de disposición de cadáveres con respecto al resto de la granja. Además, incluye la capacitación permanente del personal de manera que se evite que estos restos sean alimento de los demás animales. Y en concordancia con Alonso Mochales-García et. al. (2021) se considera que estos restos se deberían incinerar o enterrar en fosas de modo que se eliminen completamente los agentes infecciosos y la posibilidad de propagación.

Es preciso destacar las ventajas que derivan del compostaje o el rotoacelerador, ya que implementando alguna de estas técnicas, se está aprovechando las cualidades que poseen estos residuos y transformándolos de alguna manera en recursos. Evitando la potencial contaminación al disponerlos sin tratar y la fuga de energía y nutrientes que proviene de ellos, favoreciendo la circularidad del sistema.

Los resultados de la investigación dentro del área estudiada muestran variadas alternativas utilizadas por los distintos productores. Algunas de ellas son más sostenibles que otras en cuanto al riesgo de contaminación o propagación de enfermedades, o la obtención de un material estable para reintroducir al sistema, pero en sí, todas ellas, en mayor o menor medida son ambientalmente ‘amigables’ y están dentro de las acciones recomendadas por la bibliografía.

Los monitoreos son un conjunto de técnicas cuyo objetivo es medir ciertos parámetros de algún elemento en particular para determinar así, si existe o no contaminación de algún recurso. Nos brindan la información necesaria para evaluar la calidad ambiental. Existen diversos tipos de monitoreos, dependiendo de que se busca medir.

En lo que respecta a la cría de cerdos en confinamiento la medición que nos interesa, al ingreso y egreso del sistema de tratamiento, es la de los efluentes generados,

debido a que, por el tipo de actividad y la lejanía a núcleos urbanos (idealmente), es la generación de purines el impacto más representativo.

Tanto para la implementación de planes de monitoreos de efluentes como para la reutilización o vertido de los mismos, dentro de la provincia de Córdoba rige el Decreto 847/16 (página 7 de este trabajo), en el cual están detallados los lineamientos para el reúso, o bien disposición, del efluente líquido previamente estabilizado. Además, se clasifica a los efluentes y se describe el límite permitido de cada parámetro y la periodicidad de los análisis según el tipo de reúso (Poder Ejecutivo de Córdoba, 2016).

La realidad nos indica que, de los siete productores encuestados, seis de ellos cuentan con un plan para la realización de monitoreos, variando su periodicidad entre mediciones anuales, semestrales y mensuales (figura N° 8, página 24).

En cuanto a la ocurrencia de contingencias ambientales, como derrames o volcamientos, que generen contaminación de suelos, cursos de agua superficial o aguas subterráneas, los establecimientos deben contar con un plan de mitigación o remediación que incluya acciones o medidas correctivas para paliar los efectos adversos de estos sucesos. Como establece la Ley Provincial 10.208, Decreto Reglamentario 247/15, el Plan de Gestión Ambiental (PGA) debe garantizar las medidas de prevención, corrección y compensación para cada fase del proyecto.

Dentro del PGA, el Plan de Contingencias Ambientales tiene como objetivo salvaguardar la vida, el ambiente y las actividades socioeconómicas y culturales, vinculadas o no al proyecto en cuestión. Deberá contener un listado de las principales acciones que deben llevarse a cabo durante una contingencia.

Dentro de nuestra población muestral, menos de un tercio indicó que no tenía en claro que acciones realizar durante la ocurrencia de una contingencia ambiental, el resto de los productores enumeró tareas como: cesar la actividad de inmediato y utilizar maquinarias para contener el derrame, evitar la escorrentía y permitir que el material se incorpore al suelo.

Ya se resaltó anteriormente la importancia que reviste el flujo de información constante entre los distintos niveles del organigrama del establecimiento, de manera que todo funcione de manera dinámica y efectiva. Una correcta gestión de la empresa va a incluir una formación continua de los recursos humanos que la componen, y dentro de

esa formación se incluyen herramientas como las capacitaciones o charlas brindadas al personal de la granja.

El resultado de la investigación refleja que la gran mayoría de los productores capacita a sus empleados periódicamente en cuestiones técnicas que tienen que ver con la manipulación de los purines. El grupo de productores que no ha incorporado esta herramienta a su mapa de acción coincide con los establecimientos de menor capacidad y, por lo tanto, menor cantidad de personal, más cercanos quizás a lo que es una ‘producción familiar’, ligados también a las dificultades económicas e infraestructurales antes mencionadas como limitantes.

El objetivo primordial aquí será que cada uno de los niveles dentro del establecimiento tenga bien en claro cuál es su tarea, para así lograr un desempeño efectivo en su puesto, evitando accidentes indeseados que afecten la integridad física del personal y el equilibrio del medio ambiente, como también así conociendo que acciones realizar en caso de alguna emergencia.

“En el caso de los sistemas de producción, estos se intensifican cada vez más y demandan mayor eficiencia, y exigen de las personas una constante disposición al desarrollo permanente de sus competencias.” (Canosa, 2013, citado por Braun, 2016) (p. 186).

El presente trabajo cuenta con la debilidad de no haber obtenido la información oficial que nos permitiera trabajar con un padrón de todos los establecimientos porcinos del Departamento Unión, dificultando el contacto con los productores, afectando al tamaño ideal de la muestra y por lo tanto a la información recabada, y limitando así, la efectividad del estudio. Además, se considera que faltaron algunas preguntas claves a la hora de la elaboración del cuestionario.

Por lo mencionado anteriormente, y por tratarse de un sistema complejo, se deberá complementar con estudios posteriores profundizando en varios aspectos meramente técnicos relacionados al manejo específico de cada una de las alternativas aquí descriptas, tomando como lineamiento las debilidades previamente detalladas.

Una de las fortalezas de este trabajo, es que se cuenta con una fuente confiable de información si nos referimos a los encuestados, al tratarse de productores conocidos de la zona, recomendados por los profesionales (ingenieros agrónomos y veterinarios)

consultados. Además, esta investigación apunta a replantearnos y analizar la forma de producir carne de cerdo en el Centro del Departamento Unión, exponiendo las posibilidades de cambio y alternativas de producción y gestión de desechos.

Servirá de guía para futuros trabajos de investigación del sector académico, productivo e instituciones gubernamentales o dedicadas al desarrollo. Para la implementación de nuevos proyectos de aprovechamiento de purines tanto para privados como para organismos públicos, en la creación de nueva legislación o programas de capacitaciones para productores y empleados públicos.

Esta investigación demuestra que, a priori, los productores de la zona centro del Departamento Unión tienen incorporada la cuestión ambiental dentro de su estructura organizacional. Se observa compromiso por parte de ellos, esto queda demostrado en sus mejoras proyectadas, así como también por parte de los organismos y autoridades, poniendo a disposición proyectos que incentivan la inversión en infraestructura y favorecen el desarrollo de técnicas más sostenibles.

Por todo lo expuesto, y teniendo en cuenta las ventajas y las posibilidades de innovación que trae consigo la actividad y sus subproductos, se debería ahondar esfuerzos para articular de forma más efectiva ambos sectores, dejando bien en claro necesidades, responsabilidades y obligaciones de cada parte.

Sería interesante fortalecer la educación, la capacitación y la formación de profesionales idóneos en la materia, todo ello enfocado en el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible Agenda 2030, donde la actividad porcina cumpliría un rol protagónico en objetivos como: producción y consumo responsable, industria innovación e infraestructura, trabajo decente y crecimiento económico, y acción por el clima. De esta forma se podrá impulsar la actividad, generando más trabajo, recursos, desarrollo y evitando principalmente generar perjuicios al ambiente.

Referencias

- Alonso García-Mochales, C.; Vilalta C, (23 de marzo de 2021). Revisión práctica de la gestión de la eliminación de cadáveres en porcino (I). *3tres3*. Recuperado de: https://www.3tres3.com/es-ar/articulos/eliminacion-de-cadaveres-en-porcino-en-granja_3386/
- Araque, H.; González, C.; Sulbaran, L.; Quijada, J.; Vilorio, F. y Vecchionacce, H. (2006). *Alojamientos alternativos e impacto ambiental en la producción alternativa de cerdos*. Recuperado de: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/ALOJAMIENTOSALTERNATIVOS.pdf>
- Braun, R. O. (2016). *Producción Porcina: el complejo educativo-productivo de la actividad en Argentina – 1a ed.* Santa Rosa: Universidad Nacional de La Pampa. EdUNLPam.
- Cervantes, F. J., Saldívar-Cabrales, J. y Yescas, J. F. (2007) Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3 (1), (4-5). Recuperado de: <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v3-n1-1-estrategias-para-el-aprovechamiento-de-desechos.pdf>
- FAO & INTA (2012). *Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar*.
- Gabosi, H. G. (2011). Producción porcina Argentina “la mejor alternativa para agregar valor en origen” ¿Por qué? 1. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-0-produccion_porcina_argentina_horacio_gabosi.pdf
- Gallo, B. E., Gallo, D. L. (2016). *Dimensionamiento de instalaciones para el tratamiento de purines de una empresa porcina en confinamiento*. (Trabajo final de graduación). Universidad Nacional de La Pampa. Recuperado de: http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tesis/a_galdim042.pdf
- Garzón J. M.; Izaguirre A.; Rossetti V.; Torre N.; Vera M. L. (2011). Un estudio del desarrollo agroalimentario de los departamentos de Córdoba. *Instituto de Estudios*

sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana (IERAL) de Fundación Mediterránea, 9. Recuperado de:
https://www.ieral.org/images_db/noticias_archivos/1770.pdf

Gobierno de la Provincia de Córdoba, Ley N° 9306 (2006). Regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SICPA). Recuperado de:
https://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2015/03/250806_seccion1.pdf

Gobierno de la Provincia de Córdoba, Ley N°10208 (2014). Ley de Política Ambiental Provincial.

Gobierno de la Provincia de Córdoba, Ley N°7343 (1985). Principios rectores para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente. Recuperado de:
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/producciones_sostenibles/legislacion/provincial/archivos//000002-Aves%20y%20Porcinos/000006-C%C3%B3rdoba/007343-LEY%207343%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf

INTA (2011). Sistema intensivo de producción de cerdos a campo en combinación con agricultura. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Marcos Juárez.* Recuperado de:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-sistema_intensivo_de_produccion_de_cerdos_a_campo.pdf

Intagri. (2019). Sistemas de producción porcina. Recuperado de:
<https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/sistemas-de-produccion-porcina>

International Resources Group (IRG) y Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+L). (2009). *Guía de Producción más Limpia para la producción porcina.*

Maisonnave, R., Millares, P. y Lamelas, K. (2015). Buenas prácticas de manejo y utilización de efluentes porcinos. Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, (2020). *Anuario Porcino 2020.* Recuperado de: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/archivos/000005-Anuario/200000_Anuario%202020.pdf

- Orden L., Ferrari J. L. y Castro J. (2020). Gestión de cadáveres en una granja porcina: compostaje en un sistema rotativo cerrado. Recuperado de: [https://compostador.com.ar/gestion-de-cadaveres-en-una-granja-de-cria-porcina-compostaje-en-un-sistema-rotativo-cerrado/#:~:text=Una%20pr%C3%A1ctica%20habitual%20de%20manejo,cualquier%20da%C3%B1o%20al%20ambiente%20\(Guevara](https://compostador.com.ar/gestion-de-cadaveres-en-una-granja-de-cria-porcina-compostaje-en-un-sistema-rotativo-cerrado/#:~:text=Una%20pr%C3%A1ctica%20habitual%20de%20manejo,cualquier%20da%C3%B1o%20al%20ambiente%20(Guevara)
- Poder Ejecutivo de Córdoba (2016). Decreto N°847. Reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial.
- Poder Ejecutivo de Córdoba (2015). Decreto N°247. Anexo de Ley Provincial N°10208.
- Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias. *Producción de pequeños rumiantes y cerdos*. Recuperado de: <https://ppryc.files.wordpress.com/2012/06/sistemas-de-produccion3b3n-porcina1.pdf>
- Vicari, María P. (2012). *Efluentes en producción porcina en Argentina: generación, impacto ambiental y posibles tratamientos* (Tesis de grado). Universidad Católica Argentina. Recuperada de: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/319/1/doc.pdf>

Anexos

Anexo 1: Encuesta a productores.

Consentimiento informado:

La siguiente encuesta es para recabar información acerca de la realidad del Manejo de Efluentes en la producción porcina del departamento Unión, Córdoba. Los datos obtenidos serán analizados para una investigación académica en el marco del Trabajo Final de Grado del Sr. Lucas Nahuel Panero, DNI N° 41323174; estudiante de la carrera Lic. en Gestión Ambiental, de la Universidad Siglo 21.

Su participación voluntaria consiste en responder las preguntas honestamente, y no implica ninguna clase de riesgo para Usted.

Se asegura total confidencialidad de sus datos. Si lo desea, puede abandonar la encuesta en cualquier momento.

¿Acepta la participación en este cuestionario?

-Sí, acepto

1- Antigüedad en la actividad:

-0 a 5 años

-5 a 10 años

-10 a 15 años

-15 a 20 años

-más de 20 años

2- ¿Con qué capacidad cuenta su sistema de producción?

-hasta 100 madres

-entre 100 y 200 madres

-entre 200 y 500 madres

-más de 500 madres

3- ¿Su establecimiento se dedica exclusivamente a la actividad porcina o es un sistema integrado?

-exclusivamente porcino

-combina con otras especies animales (cuál/es)

-sistema mixto (agrícola-ganadero)

-otro (cual)

4- En caso de ser un sistema mixto, ¿cómo surge la decisión de implementar la actividad porcina?

-como un agregado de valor a la actividad agrícola

-por el aprovechamiento de tierras improductivas

-para el aprovechamiento de subproductos agrícolas

-otro (cual)

5- ¿Con qué cantidad de personal cuenta?

-de 0 a 5

-de 5 a 10

-de 10 a 20

-más de 20

6- ¿Qué tipo de producción realiza en su establecimiento?

-granja de cría (Sitio 1)

-granja de recría (Sitio 2)

-granja de cría y recría (Sitio 1 y 2)

-granja de terminación (sitio 3).

-ciclo completo.

7- ¿A qué mercado destina su producción?

-mercado interno

-mercado externo (exportaciones)

-un porcentaje en cada uno

8- ¿Cómo evalúa la presencia del estado en la industria ganadera? ¿Cree que hay suficiente apoyo a productores por parte de organismos y agencias gubernamentales? (incentivos económicos, créditos, información, capacitaciones)

-el Estado está presente y facilita herramientas eficientes para los productores.

-el estado está presente pero todavía falta pulir ciertos detalles para articularse de mejor manera con los productores.

-el estado brinda recursos y herramientas escasos o de forma ineficiente.

-el estado no está presente.

9- ¿Cuántas veces ha adquirido alguno de estos beneficios económicos en los últimos diez años?

-no he adquirido algunos de estos beneficios

-una vez

-de 2 a 5 veces

-más de 5 veces

10- ¿Ha participado alguna vez de capacitaciones o charlas informativas brindadas por organismos o entidades gubernamentales?

-una vez

-de 2 a 5 veces

-más de 5 veces

-no he participado

11- ¿Qué nivel de conocimiento tiene sobre la normativa nacional y/o provincial que regula la producción porcina?

-estoy muy bien informado al respecto

-estoy familiarizado

-no tengo mucha información

12- ¿De qué manera gestiona sus efluentes? ¿Qué métodos utiliza para tratarlos?

-lagunas de tratamiento

-separación de sólidos y lagunas de tratamiento

-biodigestores (generación de biogás)

-compostaje

-métodos combinados

-otro

13- ¿Cuál de los siguientes métodos utiliza como disposición final de sus efluentes una vez estabilizados?

-uso agronómico

-reutilización dentro del sistema

-comercialización

-vertido en curso superficial de agua

-otro (cual)

14- ¿Qué método utiliza para el manejo de cadáveres?

-enterramiento en fosas

-incineración

-compostaje

-biodigestores (generación de biogás)

-otro

15- ¿Qué mejora tiene proyectada para sus instalaciones a realizar en el corto-mediano plazo? (desarrollar)

16- ¿Qué haría en caso de emergencias o la ocurrencia de algún derrame o contingencia ambiental? ¿Cómo lo gestionaría? (desarrollar)

17- ¿Cuenta con un plan de acción para la realización de monitoreos periódicos? (efluente tratado, aire, agua subterránea y cursos superficiales)

-sí

-no

18- ¿Con qué periodicidad los realiza?

-trimestrales

-semestrales

-anuales

-bianuales

-otra

19- ¿Cuántas veces ha tenido que implementar acciones de remediación?

-nunca

-una vez

-de 2 a 5 veces

-más de 5 veces

20- ¿Cuál considera como el mayor desafío a la hora de implementar sistemas de tratamiento eficientes?

-el factor económico

-la falta de desarrollo tecnológico

-la ausencia de técnicas innovadoras

-la ausencia de profesionales capacitados

-otro

21- ¿Con qué frecuencia realiza capacitaciones o charlas informativas/de consulta con su personal sobre el manejo de efluentes?

-no realizo

-trimestralmente

-semestralmente

-anualmente

-otra

22- ¿Cuántas veces se vio afectada su producción debido a los vaivenes de nuestra economía?

-nunca

-una vez

-2 a 5 veces

-5 o más veces

-regularmente

23- ¿Cómo ve el futuro de la explotación porcina en nuestro país? (desarrollar)

24- Algún comentario para agregar: