
Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el sector porcícola en Colombia



Carlos Piñeiro Noguera
Gema Montalvo Bermejo

Dpto. de Ingeniería Ambiental y Proyectos
PigCHAMP Pro Europa, 2015

Asociación Porkcolombia
Fondo Nacional de la Porcicultura
Área Técnica

Contenido

CAPÍTULO 1. ESTUDIO DEL SECTOR	4
1.1. EL SECTOR PORCÍCOLA COLOMBIANO DENTRO DEL CONTEXTO MUNDIAL	4
1.2. EL SECTOR PORCÍCOLA EN COLOMBIA	5
CAPÍTULO 2. EFECTOS MEDIOAMBIENTALES DE LA GANADERÍA INTENSIVA	7
CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	8
3.1. PROCESO PRODUCTIVO	8
3.2. IMPLICACIONES MEDIOAMBIENTALES	10
CAPÍTULO 4. FUNDAMENTOS TÉCNICOS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS	12
4.1. FUNDAMENTOS PREVIOS: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES	12
4.2. USO EFICIENTE DEL AGUA	13
4.3. USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	14
4.4. ALIMENTACIÓN	15
4.5. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DESDE LOS ALOJAMIENTOS	15
4.6. TÉCNICAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DESDE EL ALMACENAMIENTO	17
4.7. TRATAMIENTO DE LA PORCINAZA Y EL ESTIÉRCOL	19
4.8. TÉCNICAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES E IMPACTOS DURANTE EL PROCESO DE APLICACIÓN DE LA PORCINAZA AL TERRENO CON FINES DE VALORIZACIÓN AGRÍCOLA.	21
4.9. TÉCNICAS PARA LA REDUCCIÓN DEL OLOR	23
4.10. TÉCNICAS PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE RUIDO	24
4.11. TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE OTROS RESIDUOS	24
CUADRO RESUMEN	27
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
GLOSARIO DE TÉRMINOS	33
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENTES	34

Carlos Piñeiro Noguera
Gema Montalvo Bermejo

Dpto. de Ingeniería Ambiental y Proyectos
PigCHAMP Pro Europa, 2015

José Fernando Naranjo Rátiva
Director Área Técnica

María Oliva Rodríguez Galindo
Coordinadora de Gestión Ambiental

Asociación Porkcolombia
Fondo Nacional de la Porcicultura
Área Técnica

Impresión Graphix Publicidad S.A.S

ISBN. 978-958-59135-1-6

CAPÍTULO 1.

Estudio del sector

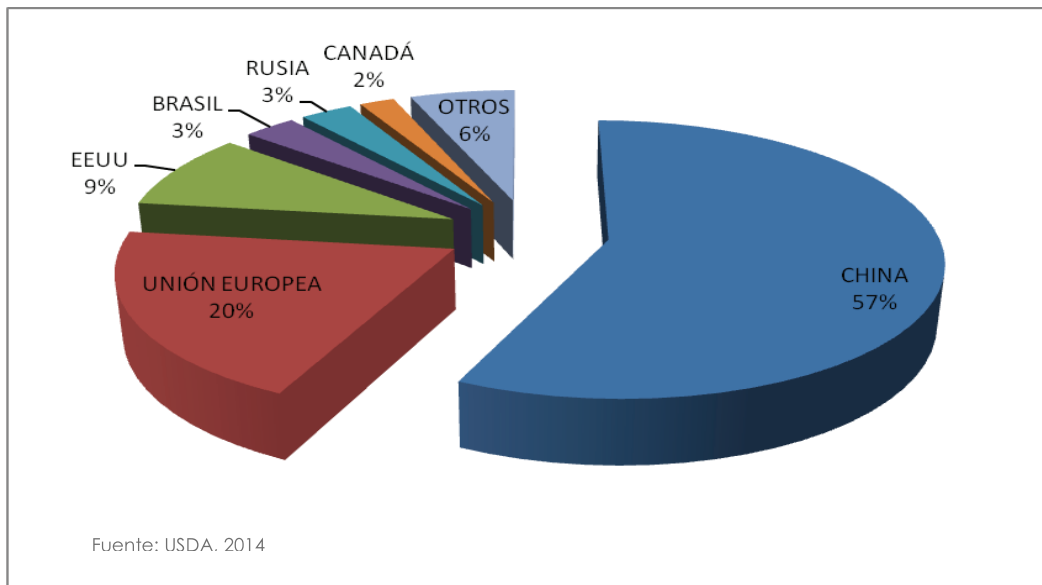
En este capítulo se presenta una aproximación general al sector de producción de cerdos en Colombia, analizándose las principales características del mismo, así como una revisión de los cambios habidos en los últimos años, puesto que han tenido gran influencia tanto desde el punto de vista económico como medioambiental. Se hace especial mención a la distribución geográfica de la producción de ganado porcícola por considerar que los datos de concentración de la producción ganadera a escala regional son un buen indicador de los problemas ambientales que se pueden esperar de esta actividad.

1.1. El sector porcícola colombiano dentro del contexto mundial

La producción porcina presenta una gran importancia dentro de la alimentación humana, ya que aporta más del 43% de la producción mundial de carne para consumo humano (FAO 2013), siendo en su conjunto el sector con mayor presencia dentro de la actividad agropecuaria.

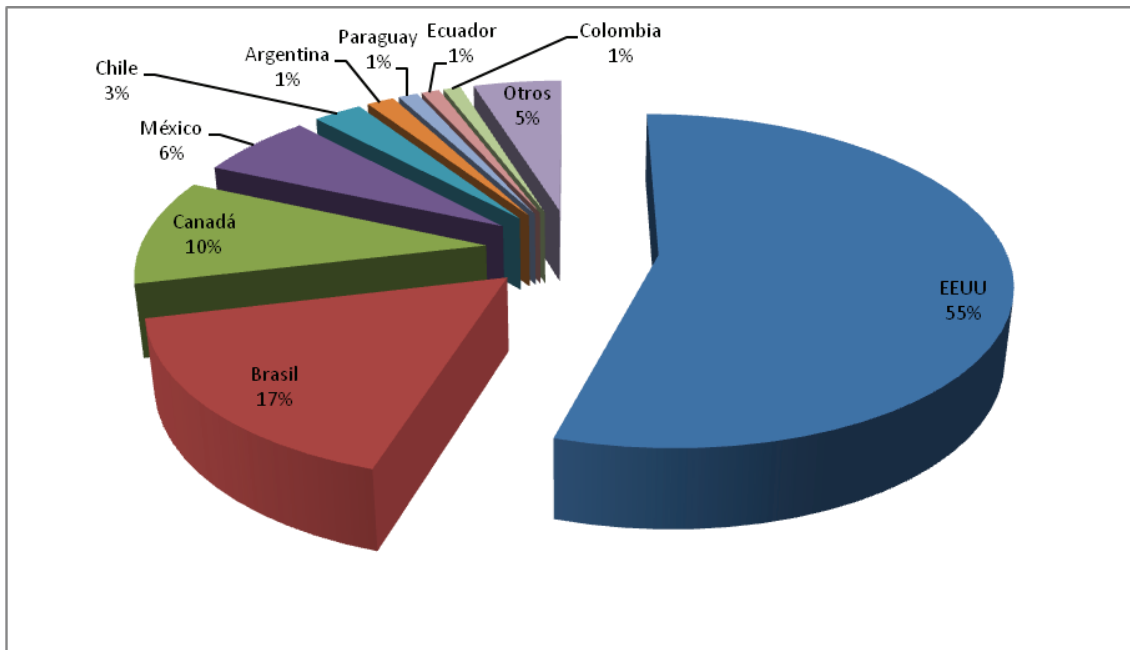
La distribución del censo es bastante heterogénea, concentrándose la mayor parte en Asia, con más de un 59%, seguido de Europa, con el 22%, y América del Norte y Central, con el 11%. China, la Unión Europea y Estados Unidos producen más del 86% del ganado porcino, equivalente a 1.086 millones de cabezas de cerdo. Dentro de la Unión Europea, destacan Alemania y España como principales productores. Otros grandes productores son Brasil, Rusia y Canadá (USDA, 2014).

Gráfico 1. Principales países del mundo productores de carne de cerdo en 2013



En América la mayor parte de la producción se encuentra en EEUU, Canadá, Brasil y México. Colombia, con 180000 toneladas, produce el 1% de la carne de cerdo en el continente americano, con una tendencia ascendente en los últimos años.

Gráfico 2. Distribución de la producción de carne de cerdo en el continente americano en 2010



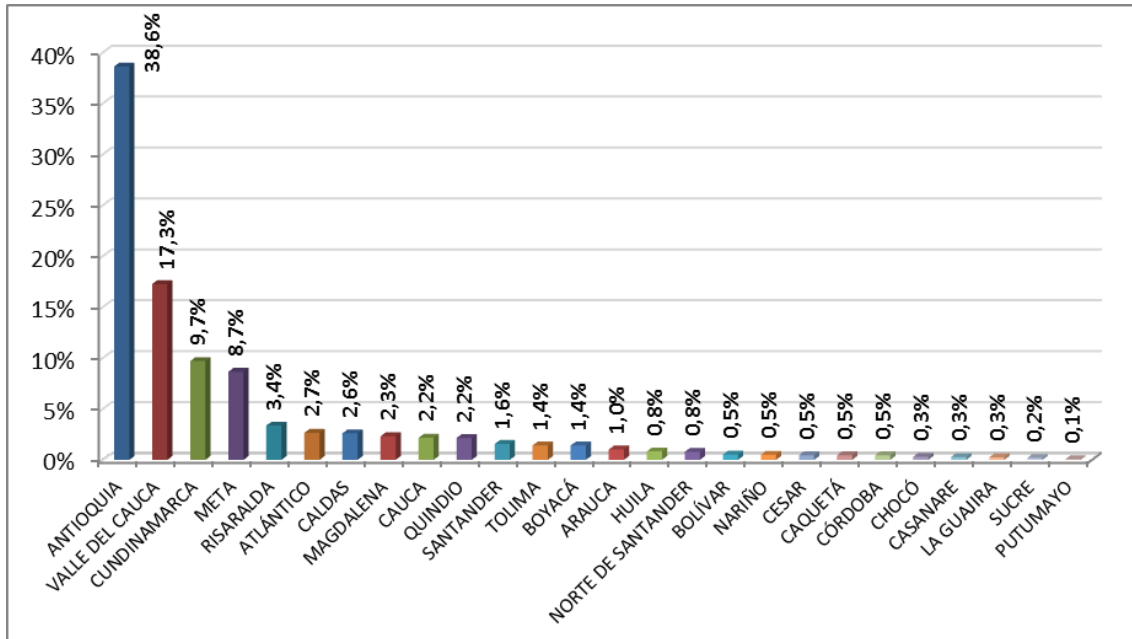
Fuente: FAO, 2010

1.2. El sector porcícola en Colombia

En Colombia hay cerca de 14000 granjas porcícolas con capacidad para la cría de más de 1,7 millones de cerdos, de las cuales 3838 se consideran granjas tecnificadas (con inventarios de cría o ciclo completo de 10 o más hembras; o 40 o más cerdos gordos).

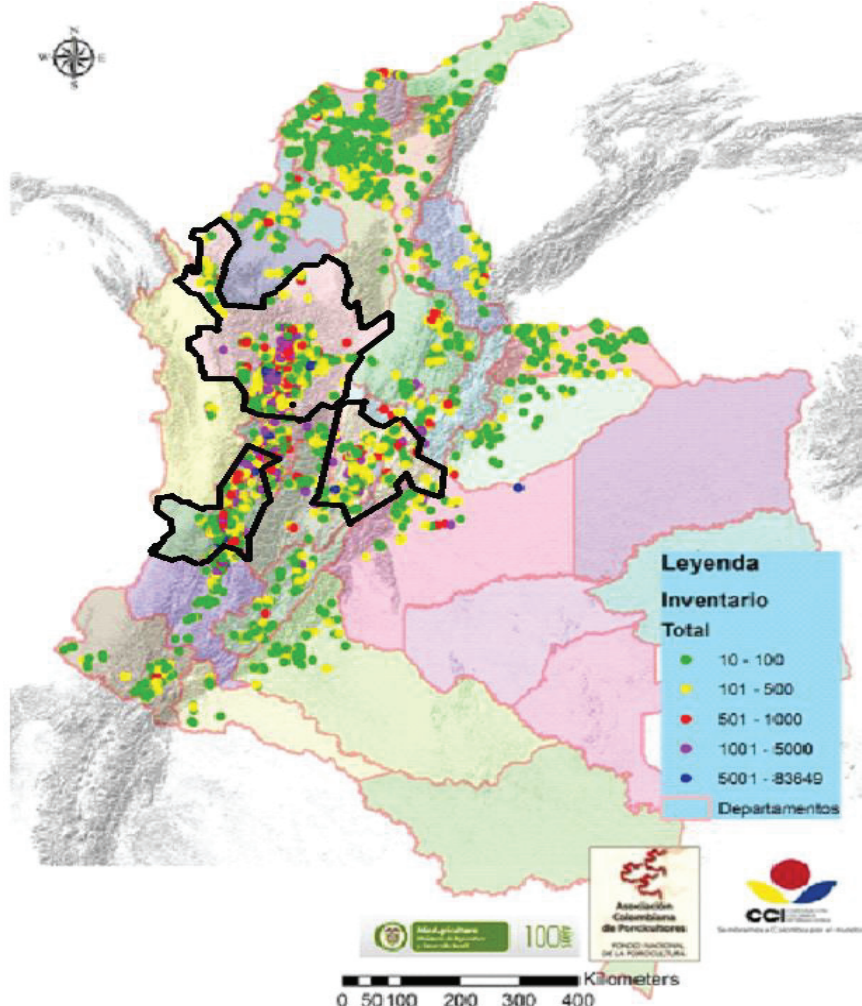
La mayor parte del censo está en los departamentos de Antioquia, Valle del cauca y Cundinamarca, que abarcan más del 60% de la producción porcícola. El gráfico 3 muestra la distribución del censo por departamento.

Gráfico 3. Distribución del censo porcícolas por departamentos



Se puede concluir que sólo un 27% de las granjas en Colombia se consideran tecnificadas y que éstas se encuentran muy concentradas en 3 departamentos, especialmente las granjas con más de 100 cabezas de ganado porcino.

Imagen 1. Distribución de las granjas según inventario de cerdos



CAPÍTULO 2.

Efectos medioambientales de la ganadería intensiva

Los principales efectos medioambientales ligados a las explotaciones ganaderas intensivas están relacionados con la producción de estiércoles y porcínaza debido a que, si bien son productos que inicialmente no contienen compuestos de alto riesgo medioambiental, la producción y acumulación de los mismos en grandes volúmenes pueden plantear problemas de gestión. Ahora bien, conviene precisar que el hecho de que el estiércol de algunas especies ganaderas, como el porcino intensivo, sea arrastrado de los galpones mediante el uso de agua, no implica que cambien sus características agronómicas y medioambientales intrínsecas, por lo que deberán catalogarse como cualquier otro tipo de compuesto orgánico.

En consecuencia, los problemas medioambientales que puedan surgir en su eliminación, están más ligados al volumen generado puntualmente en una zona determinada, o lo que es lo mismo, con la carga ganadera que con las características intrínsecas de los mismos.

A efectos medioambientales, este tipo de residuos se caracterizan principalmente por los siguientes parámetros:

- Alto contenido en materia orgánica
- Alto contenido en macronutrientes (N, P, K) y otros micronutrientes
- Generación de compuestos fácilmente volatilizables (NH₃, CH₄, N₂O)

Teniendo en cuenta lo anterior, los principales efectos medioambientales que pueden originarse y deben tenerse en consideración en relación con la actividad porcícola intensiva son los siguientes:

- Contaminación de aguas subterráneas por nitratos, ligado a las prácticas agrícolas incorrectas.
- Eutrofización de aguas superficiales
- Acidificación producida por NH₃
- Contribución al efecto invernadero producido por CO₂, CH₄, N₂O
- Problemas locales por el olor, el ruido y el polvo

CAPÍTULO 3.

Características del proceso productivo

3.1. Proceso productivo

El proceso de cría de ganado porcícola utiliza una serie de materias primas (insumos) para obtener el producto final que es el animal comercial para beneficio, cuyo peso es habitualmente de unos 110-125 kg.

La cría actual incluye la gestión y el manejo de varias fases de producción con diferentes tipos de animales y necesidades. Así, encontraremos:

➤ **Reproductores:** son cerdos seleccionados y adquiridos en una granja de genética especializada, que según su comportamiento y genética, transmiten a su descendencia las características para la producción de carne de calidad según las exigencias del mercado. El peso y edad al primer servicio es alrededor de los 130 kg a 150 kg y entre 7 ½ a 8 meses.

➤ **Hembras de reemplazo o reposición:** son hembras seleccionadas por sus condiciones genéticas que a futuro serán las madres de cría de la granja. Alcanzan su madurez sexual alrededor de los siete meses de edad y un peso de 130 kg a 150 kg.

➤ **Hembras en gestación:** una vez las hembras entran en la etapa reproductiva y son servidas (monta natural o inseminación artificial), comienza la gestación la cual dura 114 o 115 días (tres meses, tres semanas, tres días) hasta el momento del parto.



➤ **Hembras en lactancia:** desde el momento del parto, la hembra entra en otra etapa fisiológica denominada lactancia. En esta etapa la hembra permanece todo el tiempo con la camada hasta su destete. La duración de la lactancia varía de acuerdo al nivel tecnológico de la granja siendo en promedio de 25 días (rangos entre 21 y 28 días aproximadamente). Los lechones nacen con 1,4 kg de peso

aproximadamente y se destetan con un peso de 6,0 kg a 7,0 kg. Al finalizar esta etapa las hembras son trasladadas a la sección de montas (hembras vacías) y los lechones a los precebos.

➤ **Hembras vacías:** son aquellas hembras que han finalizado su lactancia o no fue efectiva su preñez (repetición, gestante vacía, aborto) y se preparan para una nueva gestación. A este periodo se le denomina días no productivos, puesto que la hembra no está gestando, ni lactando. Este período puede tener un rango de duración de 6 a 8 días.

➤ **Hembras de descarte:** son aquellas hembras que ya cumplieron su ciclo productivo o que por problemas fisiológicos o patológicos no entran en la etapa productiva, razón por la cual se descartan y se destinan a sacrificio.

➤ **Lechones lactantes:** son aquellos lechones que después del parto permanecen durante un tiempo con la madre, periodo en el cual se alimenta prácticamente de la leche materna, que brinda los nutrientes y defensas durante sus primeros días de vida. Este periodo puede tener un rango de 21 a 28 días aproximadamente.



➤ **Lechones en precebo:** son lechones que han sido destetados y llevados a una nueva instalación donde alcanzan un peso de 30 kg en promedio. En esta etapa se dan unas condiciones ambientales, de alimentación, de infraestructura y manejo especiales. Su duración es de aproximadamente 49 días (siete semanas). Al finalizar esta etapa los lechones pasan a los corrales de levante - engorde.

➤ **Cerdos en levante:** son animales de aproximadamente 10 semanas de edad que pesan alrededor de 30 kg. Se les alimenta con formulaciones especiales. En esta etapa duran entre 6 y 8 semanas, tiempo en el que alcanzan un peso entre los 50 kg a 60 kg.

➤ **Cerdos de engorde:** son animales que van desde los 50 kg a 60 kg hasta los 110 kg a 125 kg de peso, de acuerdo al mercado para su beneficio. La etapa de levante y engorde se puede realizar en el mismo corral desde que se reciben los lechones de los precebos o en corrales diferentes, teniendo en cuenta las necesidades de espacio que requieren. Desde



que nace el lechón hasta que sale al mercado para su beneficio transcurren entre 168 y 180 días.

Para facilitar el manejo de los animales, los porcicultores utilizan una variedad de esquemas o sistemas de producción para la cría de los cerdos, entre los cuales se encuentra el sistema de flujo continuo o todo dentro - todo afuera y las naves o galpones ubicados en un sitio, dos sitios o tres sitios dejando diferentes distancias que garanticen las condiciones sanitarias.

- **Granjas de flujo continuo:** son aquellas en donde los animales están entrando y saliendo constantemente de las diferentes áreas de acuerdo a su etapa fisiológica, ya sea que estén ubicadas en un mismo galpón o en diferentes galpones.
- **Manejo todo dentro – todo fuera (TD-TF):** se maneja el concepto de vacío sanitario. Son secciones pequeñas en un mismo galpón debidamente aisladas de las otras para que no tengan contacto. Los animales entran y salen al mismo tiempo de cada una de las secciones del corral que se tengan, de acuerdo a una programación previa; durante el vacío se realiza el respectivo lavado y desinfección. Esta práctica permite reducir las posibilidades de transmisión de enfermedades entre animales.
- **Granjas en un sitio:** son aquellas que en un mismo sitio tienen animales en diferentes fases fisiológicas (gestación, parideras, precebos, levante y engorde).
- **Granjas en dos o tres sitios:** son aquellas que tienen corrales especializados para cada una de las etapas fisiológicas del cerdo y se encuentran separadas operacionalmente y alejadas por lo menos 200 metros unas de las otras.

Respecto al tipo de construcciones, es posible encontrar diferentes tipos entre los cuales se encuentran los siguientes tipos de piso: Piso duro en concreto, pisos ranurados sobre piso lavable, pisos ranurados sobre fosa inundable y cama profunda específicamente para cerdos en levante - ceba. En función del tipo de piso, las deyecciones se manejarán en forma sólida o líquida.

3.2. Implicaciones medioambientales

Una vez conocida de manera global la problemática ambiental asociada a las granjas de producción porcina intensiva, es necesario identificar en qué puntos del proceso productivo se pueden producir riesgos de emisión de contaminantes. Así se podrá incidir sobre ellos en el momento de plantear estrategias de reducción o minimización de impactos. Por el mismo motivo es importante

conocer en qué puntos del sistema productivo se producen consumos de recursos y energía.

En el gráfico siguiente se muestra el ciclo de consumos y emisiones en sistema de producción porcina intensiva. La producción de porcínaza es el factor principal en la emisión de sustancias potencialmente contaminantes. Por esta razón se ha considerado oportuno dividir el proceso en tres etapas:

- Actividades desarrolladas en los alojamientos
- Almacenamiento de porcínaza y estiércoles
- Gestión de porcínaza y estiércoles

Cuadro 4. Ciclo de consumos y emisiones



CAPÍTULO 4.

Fundamentos técnicos para la reducción de impactos

En capítulos anteriores se han determinado los puntos del proceso productivo donde se pueden producir riesgos de emisiones contaminantes y consumos importantes de recursos. El objetivo de este capítulo es describir las principales estrategias y técnicas que, a priori, se podrían incorporar en cada uno de ellos para prevenir y reducir los impactos medioambientales.

4.1. Fundamentos previos: buenas prácticas ambientales

El cumplimiento de una serie de buenas prácticas medioambientales tanto a la hora de planificar y autorizar la actividad, como en el desarrollo posterior de la misma, es el punto de partida esencial a la hora de llevar a cabo cualquier estrategia preventiva.

Los puntos más importantes a considerar en este apartado son los siguientes:

- **Seleccionar de forma adecuada el lugar de ubicación de la actividad. Planeación ambiental.** Se debe tener presente que muchos de los impactos asociados a las producciones intensivas de ganado porcícola se producen, bien por una excesiva concentración de granjas porcícolas que sobrepasa la capacidad receptora del propio agrosistema, o bien por la disociación de la actividad ganadera y la actividad agrícola. Por lo tanto, una primera forma de prevenir es la planificación y ordenación sectorial. Los factores que se deben tener en cuenta en este apartado son:
 - **Ambientales y de bioseguridad:**
 - Distancia respecto a lugares medioambientalmente protegidos: humedales, cuerpos de agua, bosques naturales, zonas con alta probabilidad de riesgos por remoción de masa o inundación, áreas protegidas, etc.
 - Densidad porcícola y características del medio receptor
 - **Socioeconómicos y de Mercado:**
 - Distancia respecto a áreas sensibles, como por ejemplo los asentamientos humanos.
 - Desarrollo futuro del lugar, en cuanto otros usos compatibles
 - Distancia a las zonas de suministro de materias primas y envío de productos.
 - Vías para transporte de insumos y productos

- **Legales:** Conocer las normas y requisitos para el funcionamiento de la granja porcícola, certificado de uso del suelo-POT, EOTs, PBOTs) permisos y concesiones ambientales, reglamentos y trámites ambientales requeridos para desarrollar la actividad productiva.
 - **Operativos:** La capacidad disponible para proveerse de recursos, físicos, económicos, tecnológicos y humanos calificados, para implementar el control y la gestión ambiental.
- **Programar cursos de formación y entrenamiento del personal**
- **Realizar una buena planificación de las actividades,** teniendo en cuenta la compatibilidad de la actividad productiva con la prevención y minimización de los impactos ambientales.
 - **Establecer un programa de registros,** tanto de consumos de agua, alimento y energía, como de porcínaza, estiércoles y residuos generados, así como de su gestión posterior.
 - **Establecer un programa de reparación y mantenimiento** para asegurar que las infraestructuras y los equipos se mantienen en buen estado.
 - **Disponer de planes de emergencia** para hacer frente a incidencias e imprevistos.



4.2 Uso eficiente del agua

Las principales estrategias y técnicas a aplicar para el uso eficiente del agua en las granjas son las siguientes:

- Planificación y controles:
 - Establecer un control sobre el consumo de agua otorgado por la concesión dada por la autoridad ambiental.
 - Programar actividades de mantenimiento y aseo a la red de conducción, chupos y almacenamiento de agua.
 - Programar la limpieza de las instalaciones
 - Registrar el consumo de agua (consumo y lavado)



- Evaluar la efectividad de las estrategias de ahorro de agua implementadas.
- Acciones:
 - Implementar las acciones descritas en la ley 373/97 por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua.
 - Recolectar la excreta sólida mediante raspado o barrido en seco
 - Emplear hidrolavadoras de alta presión
 - Selección de chupos que eviten el derramamiento de agua
 - Realizar un correcto mantenimiento de tanques, tuberías y sistemas de conducción de agua.
 - Eliminar todas las fugas y malos acoples en las tuberías
 - Incorporar aguas lluvias en actividades de granja, siempre que no se comprometa la bioseguridad de la granja. O, al menos, separación de estas aguas evitando que entren a formar parte de la porcina.



4.3. Uso eficiente de la energía

Las medidas de mejora del uso eficiente de la energía implica, tanto buenas prácticas en la granja, como una selección adecuada del equipamiento y el diseño de las instalaciones. El empleo de estas medidas contribuye a la reducción de los costes anuales.

Los equipos básicos para la producción porcina comercial que consumen energía eléctrica son principalmente la calefacción, la ventilación, la refrigeración, la iluminación y la distribución del alimento. Las medidas generales que se pueden tomar son:

- Estudio de la ubicación y el diseño de los alojamientos teniendo en cuenta las características geográficas y climáticas del emplazamiento.
- Uso óptimo de los alojamientos disponibles
- Establecimiento de la densidad animal adecuada
- Ajuste de la temperatura y la ventilación a las necesidades de los animales en cada fase.
- Aislamiento térmico de los galpones.
- Mantenimiento de los sistemas de ventilación, evitando obstrucciones y acumulación de polvo.
- Registrar el consumo de energía.

4.4. Alimentación

La composición del alimento, su contenido en nutrientes y el sistema de aplicación (estrategias nutricionales) no sólo tienen una gran influencia en el rendimiento productivo de los animales, sino que además son un pilar fundamental dentro de la estrategia medioambiental de una granja a la hora de prevenir impactos. Como se ha indicado en otros apartados, las principales emisiones e impactos relacionados con la ganadería porcina están asociados a la producción y al manejo de la porcínaza. Reduciendo la excreción de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y, por lo tanto, su concentración en la porcínaza, podemos reducir las emisiones que se puedan producir a lo largo de todo el proceso (alojamientos, almacenamiento, gestión y aplicación agrícola).



Básicamente existen tres estrategias a considerar:

- Intentar **ajustar al máximo los aportes y los requerimientos** de nutrientes de los animales, teniendo en cuenta que éstos varían a lo largo del proceso productivo, es decir, alimentar con alimentos adaptados a cada fase.
- Ajustar al máximo el **equilibrio de nutrientes** en la formulación, en particular la proteína bruta, evitando su aporte en exceso. Para ello en muchas ocasiones será necesario suplementar las dietas con aminoácidos sintéticos.
- **Mejorar la absorción de nutrientes** utilizando materias primas de alta digestibilidad y/o incluyendo enzimas o aditivos capaces de mejorar la digestibilidad.

4.5. Reducción de las emisiones desde los alojamientos

Las principales emisiones que se producen en el interior de los alojamientos son las de tipo gaseoso (amoníaco principalmente). Las técnicas propuestas, pretenden prevenir y reducir las emisiones de este gas interviniendo en los procesos responsables de su formación y volatilización. Podemos establecer tres categorías de técnicas:

- **Aplicación de técnicas nutricionales**, descritas en el apartado anterior de este mismo capítulo.
- **Control del ambiente interior de los alojamientos:**

La reducción de la temperatura interior de los alojamientos y del flujo de aire sobre la superficie de la porcina pueden disminuir las emisiones de amoníaco. Pero hay que tener en cuenta que garantizar una adecuada temperatura y renovación del aire son dos premisas esenciales tanto para el bienestar de los animales como para el mantenimiento de sus rendimientos productivos. Por tanto, los sistemas de ventilación y climatización deben ajustarse siempre en función de las necesidades y el confort de los animales.

Por otra parte, una renovación insuficiente del aire unido a una temperatura excesivamente alta en el interior de los alojamientos puede modificar el comportamiento de los animales, haciendo que éstos ensucien las zonas limpias del corral y se aumenten las emisiones de amoníaco.

➤ **Aplicación de un diseño óptimo en los alojamientos:**

Las emisiones de amoníaco se pueden reducir sensiblemente combinando distintos tipos de suelo y fosas, junto a un manejo adecuado en la retirada de la porcina. Los principios básicos de actuación de las técnicas a considerar son los siguientes:

- Reducción de la superficie de emisión de la porcina (zona de intercambio entre la fase líquida y el aire).
- Retirada frecuente de la porcina desde las fosas hasta el sistema de almacenamiento exterior.
- Uso de superficies lisas y fáciles de limpiar
- Tratamientos adicionales (separación y aireación, por ejemplo) que permitan reutilizar la fracción líquida como agua de limpieza en la propia explotación denominados sistemas de *flushing*.

La utilización de materiales lisos y no porosos para las rejillas (plásticos, materiales metálicos y hormigones tratados) puede favorecer el drenaje de las deyecciones y reducir las emisiones. Además facilitan las tareas de limpieza, ahorrando agua y energía.

Respecto a la retirada de la porcina hacia el exterior de los alojamientos, hay que considerar dos aspectos:

- Cuanto mayor sea la frecuencia de retirada de porcina menores serán las emisiones producidas en el interior de los alojamientos.

- Aunque existen sistemas especiales de retirada de las deyecciones como el flushing o los rascadores, en general requieren una instalación compleja, más difícil y costosa de mantener. Éstos pueden sustituirse por sistemas manuales que permitan recoger la porcínaza con los elementos adecuados, de forma que permanezca el menor tiempo posible en el interior de los alojamientos, y trasladarlo hasta los lechos de secado o manejo de las excretas sólidas.



El empleo de cama en los alojamientos (paja, viruta de madera o cascarilla de arroz), que actualmente está justificada y favorecida por razones de bienestar animal, debe tener una especial consideración desde el punto de vista medioambiental. Está ampliamente aceptado y documentado que los sistemas de alojamiento sobre cama, si ésta no se renueva frecuentemente, incrementan las emisiones de amoníaco. Esto se debe a que el uso de cama aumenta



notablemente la superficie de emisión. Por otra parte el volteo constante de la cama por los animales favorece también el incremento de las emisiones.

Por tanto, en alojamientos sobre cama sólo se reducirán las emisiones si se establecen dos áreas diferenciadas, una limpia y otra sucia y se procede a la renovación muy frecuente de la cama.

4.6. Técnicas para la reducción de emisiones desde el almacenamiento

- **Almacenamiento de la porcínaza sólida**

Se denomina porcínaza sólida al material sólido que se obtiene de la recolección en seco de la excreta porcícola, por ejemplo mediante barrido. Este subproducto se debe almacenar sobre una superficie impermeable que disponga de un sistema de recogida de lixiviados que impida la contaminación de las aguas por infiltración o escorrentía. Se debe permitir el flujo de aire para que haya una

buena ventilación y evitar la entrada de agua para que no se moje la porcinaza seca. Un buen proceso de secado evita la generación de moscas y otros vectores y además reduce la sensación de olores ofensivos.



Es recomendable disponer de una capacidad de almacenamiento suficiente que garantice una adecuada gestión posterior.

Para disminuir los olores, se debe tener en cuenta la localización del estercolero en

función de los vientos dominantes. En algunos casos se puede considerar la implantación de barreras naturales, como árboles.

Para disminuir las emisiones se puede cubrir el estiércol, bien mediante la construcción de un cobertizo o bien mediante la colocación de una cubierta flexible (plástico).



➤ Almacenamiento de la porcinaza líquida

La porcinaza producida en los alojamientos se recoge y almacena en el exterior, en tanques estercoleros.

Un primer aspecto a considerar para la prevención de riesgos medioambientales



es definir y mantener una capacidad útil de almacenamiento que debe permitir retener la porcinaza producida durante aquellas épocas en las que desde el punto de vista agronómico y medioambiental esté desaconsejada su aplicación al campo. Sin embargo, la capacidad de

almacenamiento puede variar según las condiciones climáticas, geográficas o topográficas, entre otras, de la granja. Se debe tener en cuenta y prever estas condiciones ambientales para el diseño del almacenamiento. Una vez dimensionado el tanque de almacenamiento de acuerdo a la cantidad de porcinaza generada, al tipo de cultivo a fertilizar y a las demás variables, se le deben sumar 50 cm de altura como borde libre de seguridad con el fin de evitar los posibles reboses.

Para evitar riesgo de contaminación de las aguas profundas, se debe vigilar las características constructivas de los equipamientos de almacenamiento, de

manera que se garantice su total estanqueidad evitándose cualquier riesgo de fuga o de pérdidas por infiltración. Su construcción puede ser en concreto, geomembrana o en mampostería impermeabilizada.

Es recomendable su ubicación en un sitio de fácil acceso para su mantenimiento y operación, distante por lo menos 10 metros de cualquier edificación, a mínimo 30 metros de las fuentes de agua superficiales, en un terreno no inundable y preferiblemente ubicado en la parte baja de las instalaciones de tal manera que la gravedad ayude al desplazamiento de la porcínaza hasta el tanque. Al tanque estercolero no le puede ingresar aguas lluvias de escorrentía o por conexiones erradas en la red de conducción de la porcínaza.

Para el dimensionamiento de un tanque estercolero se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = (A+B) \times N \times T$$

A= kilogramos de porcínaza por animal y día

B= Litros de agua de lavado por animal y día

N= Número de animales de la explotación

T= Número de días de almacenaje, se recomienda como mínimo 3 días de capacidad de almacenamiento.

Para reducir las emisiones al aire en el almacenamiento de porcínaza es importante reducir la evaporación de gases desde la superficie. Se puede mantener un nivel de evaporación bajo si la agitación de la porcínaza es mínima, favoreciendo así la aparición de costra en su superficie.

Además, se pueden emplear diferentes cubiertas para reducir las emisiones y los olores en el almacenamiento. Las cubiertas son un sistema bastante efectivo, pero pueden tener problemas de manejo y de costes, especialmente en lagunas de oxidación.

Las cubiertas pueden ser de tipo fijo (rígidas o flexibles) o bien de tipo flotante (costra natural, paja picada o arcillas expansivas, por ejemplo). Nunca deben ser herméticas a fin de evitar la acumulación de gases como el metano que supongan riesgo de explosión, salvo en el caso de que se diseñen biodigestores, en cuyo caso el diseño y la estructura cambia completamente.

4.7. Tratamiento de la porcínaza y el estiércol

El tratamiento de la porcínaza o el estiércol no comprende una sola técnica, sino una secuencia de diferentes tratamientos, donde la eficacia del proceso y los beneficios medioambientales se pueden ver afectados por:

- Las características de la porcínaza o del estiércol
- Las características del tratamiento individual aplicado
- La forma en que las técnicas se aplican

El objetivo es, en primer lugar, disminuir las emisiones de nitrógeno y fósforo al medio ambiente. La evaluación del tratamiento debe incluir la valorización potencial del producto obtenido: biogás, compostaje o porcínaza homogénea para aplicar al campo.

En los últimos años se ha despertado un interés creciente por el desarrollo de programas y planes para la depuración de efluentes de actividades pecuarias. Las plantas de depuración para granjas individuales deben ser de fácil manejo y tener un bajo coste de inversión y funcionamiento.

Teniendo en cuenta la localización de las granjas y los cultivos limítrofes, se puede considerar aconsejable someter a la porcínaza a un proceso mecánico de bajo coste que permita una separación de fracciones que facilite su reutilización en agricultura. Los principales sistemas de tratamiento se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- **Sistemas de separación mecánica** mediante tamices, centrífugas, sistemas de filtración, ultrafiltración u ósmosis, según el grado de eficacia que se quiera alcanzar. El uso de estos equipos no debe tener como objetivo la depuración de la porcínaza, sino que su instalación debe orientarse a mejorar el manejo de la fracción líquida de la porcínaza, resultante del tamizado, facilitando su uso en fertirrigación. Respecto a las instalaciones de centrifugación, filtración y ultrafiltración, todas ellas tienen un alto coste de inversión, mantenimiento y funcionamiento, por lo que, teniendo en cuenta que únicamente con su uso no se alcanzan los valores de vertido, estos sistemas sólo deben considerarse hasta el límite definido por la disponibilidad de tierra de cultivo donde aplicar los efluentes.
- **Sistema físico-químico** a base de cal y cloruro férrico o la adición de polielectrolitos y floculantes a la porcínaza permiten reducir la carga orgánica, pero sin llegar a los límites que marca la normativa sobre vertidos. La alta concentración de amoníaco en el efluente después estos tratamientos dificulta la reutilización del mismo como agua de lavado de la granja.
- **Sistemas de evaporadores de paneles**, basados en la aplicación de un sistema de núcleo de interfase, como soporte físico de intercambio entre agua y aire. Para el correcto funcionamiento de estos núcleos en

necesario realizar un tratamiento de separación previo de la porcínaza. El propio funcionamiento de estos equipos unido a los sistemas complementarios que se deben instalar, dificulta la transferencia de esta tecnología al sector. Además, con este sistema las emisiones de amoníaco son muy elevadas.

- **Sistemas biológicos** en lagunas de oxidación que incluyen la combinación de procesos aerobios, anaerobios y anóxicos, cuyo manejo resulta complejo y, en la mayoría de los casos, económicamente inviables para ser asumidos por el ganadero.

En general, y con la información disponible hasta la fecha, estos sistemas son eficaces, pero caros y lentos. Así, someter las deyecciones porcícolas a procesos de depuración es técnicamente posible pero en general son económicamente inviables para los productores por los altos costos de inversión y mantenimiento.

Por lo tanto, se deberá estudiar cada caso de forma individual, y sólo serán recomendables en los casos en que sea necesario reducir la carga de nutrientes o el volumen de porcínaza hasta un nivel que permita distribuirlos en la superficie agraria con que cuente la explotación sin sobrepasar las dosis máximas recomendadas. La aplicación directa de las deyecciones al campo, utilizando buenas prácticas agronómicas, será siempre la opción prioritaria, la más barata y la que permite un mayor aprovechamiento del nitrógeno disponible en las deyecciones animales.

4.8. Técnicas para la reducción de emisiones e impactos durante el proceso de aplicación de la porcínaza al terreno con fines de valorización agrícola.

Como se indicó en el apartado anterior, la aplicación directa de las deyecciones al campo será siempre la opción prioritaria. El uso de la porcínaza como abono implica una serie de ventajas como son:

- Reducción del uso de fertilizantes minerales, cuyo proceso de fabricación es altamente contaminante.
- Mejoramiento de las condiciones físicas del suelo
- Aumento de la capacidad del suelo para retener humedad
- Mejoramiento de la aireación del suelo
- Mejoramiento de la composición química del suelo, originando una liberación lenta del nitrógeno, fósforo y potasio.



Las técnicas a aplicar se basan en ajustar las cantidades de porcínaza aportadas a las necesidades previsibles del cultivo, de manera que se eviten las pérdidas de nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente). Este ajuste se puede realizar mediante un estudio individualizado utilizando la técnica de balances de nutrientes. Otra forma de abordar el problema es definir una carga ganadera máxima en función de la superficie, el cultivo y naturaleza del terreno disponible, lo cual se puede evidenciar fácilmente a través de plan de fertilización realizado por Asoporicultores-FNP.

Un correcto abonado se debe enmarcar en los planes de fertilización de la granja, que deben diseñarse según las normas y directrices establecidos por las autoridades. Al aplicar la porcínaza debe tenerse en consideración:

- Que la aplicación esté sujeta a un análisis o estudio de suelos representativo de las áreas a fertilizar, es decir, determinar el grado en que el suelo es capaz de asimilar los aportes que ofrece la porcínaza.
- Como con cualquier otro fertilizante, es necesario tener en cuenta las características físicas del suelo y su grado de permeabilidad cuando se realice el plan de abonado.
- Conocer las necesidades nutricionales de los cultivos plantados o a establecer a lo largo de su ciclo vegetativo.
- Realizar un análisis de laboratorio para caracterizar el contenido de nutrientes de la porcínaza líquida.
- Contar con suficiente área de terreno, conocer el volumen de porcínaza producida, los nutrientes en ella contenidos, y el tipo de cultivo.
- Evaluar los tipos de cultivo: se deben tener en cuenta las necesidades de fertilizante del cultivo, el tipo de suelo y el periodo vegetativo.
- Disponer de un tanque de almacenamiento o estercolero, que permita almacenar la porcínaza líquida y de esta forma hacer las aplicaciones controladas en los momentos climatológicos y vegetativos más adecuados.
- Contar con un sistema de aplicación que permita suministrarle a los cultivos las dosis calculadas.
- Llevar el registro de los lotes fertilizados con la fecha de aplicación, cantidad de terreno fertilizado o número de plantas y dosis aplicadas.

De lo contrario podrían generarse problemas medioambientales, principalmente por contaminación con nitratos. En general, el elemento que se cuantifica a la hora de realizar un abonado con porcínaza es el nitrógeno. Es necesario para cada caso definir las cantidades máximas de porcínaza a aportar y las épocas adecuadas para la aplicación.

4.9. Técnicas para la reducción del olor

El olor es un impacto que se hace muy perceptible cuando las prácticas productivas de la granja son inadecuadas y en la medida en la que se implementen buenas prácticas ambientales, se previene o reduce su generación.

Para el control de olores es importante **establecer procedimientos** adecuados que consideren:

- El registro y atención a las quejas
- Protocolos con horarios y frecuencias para la limpieza y remoción de excretas al interior (con frecuencia diaria), y en el exterior de la granja (canales, desagües, sifones, accesos, cajas de registro, sistemas de conducción de aguas residuales, etc.)
- La dirección predominante del viento, para disminuir los efectos sobre poblaciones vecinas.
- El manejo adecuado de los tanques de almacenamiento de la porcínaza.
- La identificación de áreas y puntos críticos del proceso productivo, el monitoreo de zonas propensas a la generación de olores o fuentes directas.
- La Articulación a planes de respuesta o contingencia específicos

Además, **existen distintas estrategias** como son:

- Alimentar con dietas bajas en proteína, lo que permite reducir las emisiones de amoníaco, uno de los principales componentes del olor.
- Evitar el flujo de aire sobre los fosos interiores y los sistemas de almacenamiento de los estiércoles.
- Cubrir los estercoleros y los tanques de almacenamiento de porcínaza
- Tener en cuenta las condiciones meteorológicas (especialmente el viento) a la hora de aplicar la porcínaza a los cultivos.
- Establecer barreras entre los focos emisores y los focos sensibles. La siembra de barreras vivas ayudan a mitigar el impacto visual, y también a reducir la dispersión olores inherentes de la producción que pueden afectar a comunidades aledañas. Las especies de árboles y arbustos que se seleccionen, la densidad de siembra y el cuidado forestal, dependerán de la zona donde se ubique la granja, y para ello se sugiere solicitar orientación específica a las entidades competentes.

Existen otras técnicas para disminuir los olores (biofiltros, biodegradación o dilución de la concentración del purín, por ejemplo) pero la complejidad de

manejo, sus efectos colaterales o su coste los limitan. El uso de productos desodorizantes o enmascaradores del olor tampoco ofrecen buenos resultados.

4.10. Técnicas para la reducción de las emisiones de ruido

El ruido producido en este tipo de instalaciones no se considera un problema medioambiental grave, pero puede tener relevancia en granjas situadas en las proximidades de núcleos habitados. Sin embargo, el ruido es un factor a considerar desde el punto de vista del bienestar de los animales y en los planes de prevención de riesgos laborales a aplicar en los sistemas productivos porcícolas. Por ello, se debe dotar de elementos de protección a los operarios de la granja, como protectores auditivos individuales.

En general, se puede **reducir el ruido**:

- Planificando las actividades de la granja
- Usando barreras naturales
- Aplicando equipamientos más silenciosos

4.11. Técnicas para la gestión de otros residuos

Los residuos generados en las instalaciones deberán gestionarse conforme a su naturaleza, categoría legal y a los mecanismos previstos en las normas de aplicación.

Los **principales residuos generados** en los sistemas de producción porcícola, que deben tener una gestión singularizada son:

- **Los cadáveres animales**
- **Los envases que contengan restos de productos zoonos sanitarios** y otros materiales usados en las prácticas de sanidad animal (agujas o jeringas, por ejemplo).

Para el **manejo y tratamiento de cadáveres**, fetos, placentas y amputaciones toda granja porcícola deberá destinar un sitio específico, con el fin de no disponerlos a campo abierto o arrojarlos a fuentes hídricas, lo cual ocasionaría olores desagradables, proliferación de moscas roedores y artrópodos, presencia de aves carroñeras y en general contaminación del ambiente.

El compostaje es una opción segura para el procesamiento del material orgánico, debido a la reducción de costos de infraestructura, facilidad para el manejo, aprovechamiento del material procesado, disminución de riesgos biológicos y en términos generales



Respecto al **manejo de otros residuos** se recomienda:

- **Separar los residuos** para facilitar su manejo y disposición final, identificando el tipo de residuo generado: orgánico, inorgánico o especial.
- Destinar un **lugar específico para el almacenamiento** temporal de los residuos, que no implique riesgos para el ambiente (por ejemplo, que no se localice en las franjas de cursos de agua, ríos o quebradas).
- Situar **contenedores apropiados** para la recolección y almacenamiento temporal de residuos, debidamente etiquetados, y asegurándose que sean impermeables y resistentes, de boca ancha y con tapa.
- Promover la **separación de los residuos**, evitando dejar residuos dispersos o enterrados en los terrenos de la finca.
- Realizar el **almacenamiento temporal periódicamente**, ubicándolos de modo que no estimulen la proliferación de olores, roedores o vectores.



- Colocar los **envases de vidrio** no contaminados con material biológico en un lugar adecuado hasta el momento en que exista una cantidad suficiente para entregarlos a organizaciones de reciclaje.
- Siempre que el vidrio se destine a reciclaje, **debe separarse el transparente del de color** (ámbar, verde, etc.)
- Los **empaques de alimentos balanceados pueden ser reutilizados** dentro de la finca o regresados al proveedor de alimento, evitando ser enterrados o dejarlos en la finca sin uso.
- Llevar **registros** del material reciclado y entregado.
- **Evaluar en grupo** si las prácticas de orden y aseo implementadas se cumplen, de lo contrario se recomienda buscar estrategias para su implementación.
- **Reconocer las rutas y frecuencias de transporte** de residuos para disposición en los sitios autorizados, así como de los gestores y contactar empresas recicladoras para gestionar su venta.

Los residuos peligrosos y ordinarios que se generen en la granja se entregarán, según lo establecido en el decreto 4741 de 2005 y en el decreto 2981 de 2013.

Los residuos hospitalarios o similares se consideran residuos peligrosos. Éstos deben



depositarse en un recipiente con tapa tipo pedal, adaptado con bolsa roja, y se inactivan mediante aspersion con atomizador, utilizando un químico desactivante. Las agujas, bisturís, ampolletas, etc... se disponen en guardián de seguridad. Después de inactivados los RHS se trasladan al almacenamiento central y se entregan exclusivamente a un gestor autorizado especializado en el

manejo y tratamiento de este tipo de residuos.

CUADRO RESUMEN

ETAPA	PUNTO CRÍTICO	TÉCNICAS <i>Herramientas de intervención</i>	EFFECTO <i>Principio de actuación</i>	Parámetro medioambiental afectado
PREVIOS	Condiciones del sitio de ubicación	Legislación	Prevención	Todos
	Educación y formación.	Códigos de buenas prácticas	Prevención	
	Planificación de actividades	Formación	Reducción de riesgos	
	Programa de registros	Códigos de buenas prácticas	Prevención	
	Planes de emergencia	Formación	Prevención	
	Reparación y mantenimiento	Códigos de buenas prácticas	Prevención	
USO DEL AGUA	Planificación de actividades	Uso eficiente del agua	Disminución de los consumos anuales Y del volumen de porcinaza líquida	Consumos
	Control de consumos			
	Reparación y mantenimiento			
USO DE LA ENERGÍA	Estudio de la ubicación y diseño	Uso eficiente de la energía	Disminución de los efectos medioambientales ligados a la producción de energía	CO₂ Consumos
	Ajuste de la densidad animal y parámetros ambientales			
	Reparación y mantenimiento			
	Registro y control			
MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN	Formulación de dietas adaptadas	Alimentación en fases	Reducción de: - Excreción de nutrientes - Emisiones atmosféricas - Volumen de porcinaza por menor consumo de agua	Amoniaco Nitrógeno total Fósforo total
		Dietas bajas en proteína suplementadas con aminoácidos si es necesario		
		Aplicación de dietas formuladas con materias primas altamente digestibles y con enzimas (fitasas)	Mejora de la digestibilidad del fósforo Ligera mejora de la digestibilidad de la proteína	P total NH₃ N total
		Uso de otros aditivos, como probióticos	Reducción de la excreción de nutrientes	N total P total

ETAPA	PUNTO CRÍTICO	TÉCNICAS <i>Herramientas de intervención</i>	EFFECTO <i>Principio de actuación</i>	Parámetro medioambiental afectado
ALOJAMIENTOS	Diseño de alojamientos Manejo Técnicas complementarias	Reducción de la superficie de emisión: enrejillado parcial o foso reducido	Disminución de las emisiones atmosféricas	Amoniaco principalmente CO2, CH4, N2O, Olor
		Retirada frecuente de la porcinaza		
		Uso de superficies fáciles de limpiar		
		Tratamientos adicionales (separación sólido, aireación, ...)		
ALMACÉN DE PORCINAZA Y ESTIÉRCOL	Porcinaza sólida	Diseño del estercolero y localización	Disminución de las emisiones a la atmósfera, al suelo y a las aguas	NH3 principalmente CO2, CH4, N2O, Olor N, P
		Capacidad de almacenamiento	Prevención Reducción de riesgos Mejora del uso agrícola	Todos
		Coberturas	Mejora del uso agrícola	NH3 CH4 Olor
	Porcinaza líquida	Diseño de fosas y tanques. Impermeabilización	Disminución de las emisiones a la atmósfera, al suelo y a las aguas	NH3 principalmente CO2, CH4, N2O, Olor N, P
		Capacidad de almacenamiento	Prevención Reducción de riesgos Mejora del uso agrícola	Todos
		Coberturas	Disminución de las emisiones a la atmósfera	NH3 CH4 Olor

ETAPA	PUNTO CRÍTICO	TÉCNICAS <i>Herramientas de intervención</i>	EFEECTO <i>Principio de actuación</i>	Parámetro medioambiental afectado
TRATAMIENTO DE PORCINAZA SÓLIDA Y LÍQUIDA	Porcinaza sólida y líquida	Separación mecánica	Facilidad en el uso posterior de la porcinaza Reducción de la concentración de N y P en la fracción líquida	Efecto despreciable sobre las emisiones
		Separación físico-química	Facilidad en el uso posterior de la porcinaza Reducción de la concentración de N y P en la fracción líquida	Efecto despreciable sobre las emisiones
		Lagunas anaeróbicas	Disminución de la carga en materia orgánica	DBO, DQO Olor, CH₄, N₂O
		Aireación	Oxigenación de componentes químicos	NH₃ Olor
		Compostaje	Mejora de las características agrícolas	Olor, NH₃
		Evaporación y secado	Mejora del manejo Reducción de volumen	Olor, NH₃
		APLICACIÓN AGRÍCOLA	Plan de gestión	Buenas Prácticas Agrícolas
Balance de nutrientes	Mejora de los rendimientos agrícolas Disminución de emisiones al suelo y a las aguas			N, P

ETAPA	PUNTO CRÍTICO	TÉCNICAS <i>Herramientas de intervención</i>	EFECTO <i>Principio de actuación</i>	Parámetro medioambiental afectado
OLOR	Todo el proceso	Planificación de actividades	Disminuir la emisión de olores	Olores
		Uso de barreras naturales		
		Reducción del contenido de proteína de la dieta		
RUIDOS	En los alojamientos	Planificación de actividades	Disminuir la emisión de ruido	Ruido
		Uso de barreras naturales		
		Aplicación de equipamiento de mínimo ruido		
OTROS RESIDUOS	Cadáveres animales, residuos anatomopatológicos	Recogida para tratamiento en planta	Gestión de residuos	Residuos
		Compostaje	Generación de abono	Residuos
	Envases y otros residuos	Gestor autorizado	Gestión de residuos	Residuos
		Separación de residuos en lugares específicos		
		Registro		

 EFECTO POSITIVO (DISMINUCIÓN)

 EFECTO NEGATIVO (AUMENTO)

CAPÍTULO 5.

Conclusiones y recomendaciones

El concepto de Mejor Técnica Disponible (MTD) en el sector porcícola nacional ha adquirido una gran importancia con la normativa actual, especialmente en el caso de la normativa de olores, que considera la implementación de las MTDs dentro del Plan de Reducción de Impactos de Olores Ofensivos - PRIO como una acción a desarrollar e implementar por los productores a quien se les solicite.

La información ofrecida en este documento relativa a las MTDs para el sector de cría intensiva de cerdos, debe entenderse como una guía en un sentido amplio. Pretende, sin prescribir ninguna técnica concreta, acercar la información actualmente disponible a fin de facilitar la incorporación al proceso productivo de técnicas y estrategias que permitan una reducción de las emisiones e impactos contaminantes y que a la vez sean compatibles con el mantenimiento de la competitividad de las instalaciones porcícolas colombianas.

Las peculiaridades de este sector productivo han hecho que la descripción de las técnicas sea especialmente abierta, apostándose por técnicas sencillas y fáciles de incorporar en el contexto productivo colombiano.

Para que la viabilidad económica del sector porcícola no se ponga en riesgo con la aplicación de técnicas de reducción de emisiones, además de tener en cuenta la eficacia de las distintas tecnologías, deberán considerarse sus costos de aplicación. Es necesario alcanzar un equilibrio entre la aplicación de las MTDs y la inversión total que debe realizar el poricultor, puesto que exigir tecnologías complejas y que requieran una elevada inversión, puede hacer peligrar la competitividad de las granjas colombianas y acabar con su rentabilidad.

La implementación racional de estas técnicas ayudará a hacer un mejor uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro del desarrollo de las actividades propias de la producción de carne de cerdo. Así, el sector porcícola muestra su compromiso con una producción sostenible, optimizando el uso de los recursos (suelo, aire y agua) y gestionando de manera adecuada los diferentes residuos y subproductos generados en cada una de las granjas. Se considera que estos subproductos, siempre que se manejen adecuadamente, son de gran valor para el sector agrícola del país, permiten reducir costos de producción, disminuir el uso de insumos químicos utilizados como fertilizantes (altamente contaminante) y generar un valor agregado para la industria porcícola y agrícola del país que incrementan la competitividad y rentabilidad del sector agropecuario colombiano.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

EMISIONES: La expulsión a la atmósfera, al agua o al suelo de sustancias, vibraciones, calor o ruido procedentes de forma directa o indirecta de fuentes puntuales o difusas de una fuente.

ESTIÉRCOL: Término general que abarca cualquier material orgánico que proporciona materia orgánica a los suelos, además de nutrientes para las plantas, normalmente en menor concentración que los fertilizantes inorgánicos. Suele proceder de los alojamientos de todo tipo de ganado, conteniendo una mezcla de heces, orina, restos de pienso y agua.

FOSOS: Almacenamiento subterráneo con paredes y suelo estanco y tapadera continua o enrejillada usado para cortos periodos de almacenamiento de la porcínaza o aguas sucias de una granja, antes de ser transferido a un almacenamiento principal.

PORCINAZA LÍQUIDA: Término general que abarca cualquier estiércol proveniente de los alojamientos animales, que fluye por gravedad y es bombeado. Hay diferentes tipos de estiércol líquido, dependiendo de la especie animal alojada, del sistema de almacenamiento y del tratamiento aplicado.

PORCINAZA SÓLIDA: Durante el manejo del estiércol, éste puede someterse a procesos de separación, obteniéndose una fracción líquida y una fracción sólida. Las fracciones sólidas más comunes incluyen: - Sólido (principalmente cama de paja y heces) que queda después de la filtración o lixiviado de la fracción líquida en alojamientos de ganado sobre cama o en suelo en pendiente, por ejemplo en estabulación. - Sólidos o materiales fibrosos derivados de la separación mecánica del purín.

RESIDUO ORGÁNICO: Materia orgánica procedente de mataderos o subproductos de la industria agropecuaria, alimentaria o de otras industrias.

RESIDUO: Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

SUELO ENREJILLADO: Suelo de metal, hormigón o plástico, con ranuras por las que caen las heces y la orina del ganado a un canal o un foso ubicado debajo.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENTES

- European Commission, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (BREF).
- European Commission, 2015. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (IRPP-BREF). Under revision.
- FAO, 2010. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- FAO, 2013. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)-Perspectivas Agrícolas 2013-2022.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente de España. 2010. Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector Porcino. http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/guiamtdssectorporcino_tcm7-5872.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Asociación Colombiana de Procultores. Fondo Nacional de la Porcicultura. 2014. Guía Ambiental para el Subsector Procícola. Segunda Edición.
- Ministerio del Medio Ambiente. Asociación Colombiana de Procultores. Fondo Nacional de la Porcicultura. 2002. Guía Ambiental para el Subsector Procícola. Primera Edición.
- Pain, B., Menzi, H. 2003. Glossary of terms on livestock manure management. Ramiran. Recycling Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture Network.
- PIC, 2014. Capítulo 13. Análisis de la Industria Porcina en Latinoamérica.
- USDA, 2014. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.



Calle 37 No. 16-52- Bogotá – Colombia
PBX: (1) 2 48 67 77 – FAX (1) 312 50 08 Celular: 3114801076
e-mail: contacto@porkcolombia.co
mrodriguez@porkcolombia.co - jnaranjo@porkcolombia.co
www.porkcolombia.co