

Tipo de artículo: Artículos de investigación científica y tecnológica

Área temática: Gestión y Sostenibilidad Ambiental

Análisis Comparativo de Programas de Gestión de Residuos Sólidos y Líquidos de Origen Orgánico en Granjas Porcícolas de ASOPROAGRO en el municipio de Guadalajara de Buga – Valle del Cauca.

Comparative Analysis of Solid and Liquid Waste Management Programs of Organic Origin in ASOPROAGRO Pig Farms in the municipality of Guadalajara de Buga - Valle del Cauca.

Resumen

El constante crecimiento de la demanda de proteína de origen animal ha propiciado un crecimiento desordenado del sector porcícola no tecnificado en Colombia, llegando a que solo el 27% de los sistemas porcícolas son tecnificados. Reconociendo la problemática ambiental a nivel global asociada con el manejo de los residuos orgánicos de las actividades ganaderas intensivas, se requiere identificar los puntos del proceso productivo que generan riesgo para el medio ambiente y de esta manera implementar alternativas su gestión. En tal sentido se aplicó una encuesta a 23 granjas de acuerdo a la normativa vigente un cumplimiento de 58% de criterios fundamentales, 53% de criterios mayores y 60% de criterios menores. Se determinó que la mayoría de las granjas porcícolas tiene un manejo inadecuado de los desechos sólidos y líquidos. Lo cual se traduce a un efecto negativo en el ambiente. A pesar de las normas y programas de gestión establecidos las granjas tienen criterios propios de manejo.

Palabras clave: Contaminación, Gestión, Producción animal, residuos, sostenibilidad

Abstract

The constant growth of the demand for protein of animal origin has led to a disorderly growth of the non-technical pig sector in Colombia, reaching that only 27% of the pig systems are technified. Recognizing the environmental problems at a global level associated with the management of organic waste from intensive livestock activities, it is necessary to identify the points of the production process that generate risk for the environment and thus implement management alternatives. In this sense, a survey was applied to 23 farms according to current regulations, compliance with 58% of fundamental criteria, 53% of major criteria and 60% of minor criteria. Most pig farms were found to have inadequate solid and liquid waste management. This translates to a negative effect on the environment. Despite established management rules and programs, farms have their own management criteria.

Keywords: Pollution, Management, Animal production, waste, sustainability

Introducción

La producción porcina es de gran importancia dentro de la alimentación humana, aportando 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 a nivel mundial. En Colombia se ha evidenciado en los últimos años una expansión del sector

porcícola dentro de la economía nacional con señales como el aumento sostenido del sacrificio, pese a esto es de vital importancia mencionar que aún existe un alto margen de ilegalidad e informalidad en la actividad porcina el cual se estima para el año 2013 un promedio de 25% de la población total según cifras del Fondo Nacional de la Porcicultura (Díaz., 2013).

Se estima que aproximadamente existen 14.000 granjas porcícolas con capacidad para la cría, de las cuales solo el 27% se consideran tecnificadas (Piñeiro C M. G., 2015), situación que es realmente preocupante en relación a que el grado de tecnificación de los sistemas productivos es inversamente proporcional a los impactos ambientales que generan. En términos generales los efectos medio ambientales de las explotaciones porcinas se relacionan con la producción, tratamiento y gestión de grandes volúmenes de porcinaza y purines. Dentro de los principales efectos medio ambientales que se pueden derivar de un mal manejo de estos residuos se destacan la contaminación de aguas subterráneas, la eutrofización de aguas superficiales, generación de gases efecto invernadero, emisión de olores ofensivos y ruido (Piñeiro., 2015).

Por su parte para Colombia el constante crecimiento de la demanda de proteína de origen animal ha propiciado un crecimiento desordenado del sector porcícola no tecnificado, situación de la cual es posible evidenciar la problemática ambiental en la que está inmerso el sector porcino por tal motivo se requiere generar un cambio en el manejo de sus aspectos ambientales. Para esto es necesario ajustar una metodología económica, práctica y eficaz para el manejo de los residuos sólidos y líquidos de origen orgánico, que permita la implementación del modelo de economía circular dentro del sector porcícola, modelo que esta interrelacionado con el desarrollo sostenible del sector y por ende de la región

basándose en el principio de cerrar los ciclos de vida de las materias primas, productos, servicios y residuos, alcanzando su máxima utilidad durante el mayor tiempo posible, reduciendo al máximo la generación de residuos y así reduciendo la huella ecológica de la actividad, aumentando su valor pues además de reciclar los residuos, mediante los diferentes procesos estos pueden pasar a ser subproductos de interés para otros grupos productivos estableciendo una simbiosis industrial en donde las salidas de un sistema se transforman en entradas para otro.

En el Municipio de Guadalajara de Buga departamento del Valle del Cauca existe una importante producción porcícola para la cual se requiere tener mayor conocimiento de sus formas de producción y de manejo de residuos. El objetivo de esta investigación fue analizar los programas de gestión de residuos sólidos y líquidos de origen orgánico en granjas porcícolas pertenecientes a la asociación ASOPROAGRO a través de, establecer el nivel de cumplimiento de la normatividad vigente sobre manejo de residuos sólidos y líquidos de origen orgánico para tres sistemas de producción porcícola pertenecientes a la asociación ASOPROAGRO.

El problema en estudio ha sido investigado por diferentes autores, destacando en la tabla 1 los principales aspectos así:

Tabla 1. Aspectos relevantes de investigaciones previas en producción porcícola:

Estudio	Autor	Aporte
Categorización de nueve etapas, junto con una versión de la jerarquía de desperdicio	García et al 2016.	Consideró importante con su estudio lograr una mejor comprensión de los diferentes tipos de desperdicio de

aplicada a los productos alimenticios

alimentos y utilizar este conocimiento para respaldar decisiones en la gestión más sostenible del desperdicio de alimentos.

En su estudio realizaron encuestas en 55 granjas porcícolas grandes, medianas y pequeñas, con la finalidad de levantar información primaria sobre el manejo de los residuos sólidos, localizadas en la región Valles de San Nicolás-Antioquia.	Duque et al 2016.	Los resultados dan cuenta de serios problemas ambientales respecto al manejo de los residuos sólidos, debido a la falta de cultura y conocimiento sobre el manejo, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de los mismos, impactando de forma negativa el medio ambiente.
Estudiaron las operaciones de alimentación de animales confinados (CAFO), es decir granjas con una alta densidad animal	Heaney et al 2015.	El estudio demostró la calidad del agua microbiana en las aguas superficiales proximales a los CAFO porcinos. En general, el 40%, el 23% y el 61% de las muestras excedieron las pautas estatales y federales de calidad del agua recreativa para coliformes fecales, E. coli y Enterococcus.
Realizaron medidas repetidas sobre la contaminación del aire, el estrés y la presión arterial durante aproximadamente 2 semanas en vecinos de operaciones porcinas.	Wing et al 2013.	Encontraron que al igual que el ruido y otros estresores ambientales repetitivos, los malos olores pueden estar asociados con aumentos agudos de la presión arterial que podrían contribuir al desarrollo de hipertensión crónica.
Estudiaron 22 granjas porcícolas localizadas en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá.	Pulido 2011.	Encontraron que hay diferencias en la generación de residuos peligrosos donde las variables claves son: sistema productivo, presencia de laboratorio en granja y número de animales, y se evidencian en residuos generados como los biosanitarios, corto-punzantes y residuos químicos.
Realizo estudios de cómo usar desechos porcinos para convertirlos en biogás.	Cervantes 2007.	De esta manera plantea minimizar los impactos ambientales de este sector pecuario, generando biogás utilizando los desechos porcinos y aguas

residuales.

Marco Teórico:

Biosistemas Integrados: Son sistemas de producción orgánica sostenible que minimizan la producción de desechos y evidencian la disminución del impacto ambiental que estos generan; siendo de igual manera una alternativa comercial para los diferentes sistemas de producción (Castro.,2015). Enfocándonos en el gran volumen de residuos orgánicos generado por la actividad porcícola bajo los conceptos planteados dentro de la economía circular encontramos que se puede generar un estrecho vínculo con las actividades de tipo agrícola, generando procesos de producción agroecológica que han sido llamados en la economía circular como ciclos virtuosos. En la actualidad existen diversos biosistemas integrados que pueden ser implementados en el sector porcícola, cada uno de ellos con sus fortalezas y debilidades, los cuales contribuyen a disminuir los efectos ambientales de la actividad y generan una materia prima de interés para diversos procesos en la producción agropecuaria (Castro., 2015)

De acuerdo con cada sistema de producción porcícola debe desarrollar un diagnóstico para establecer qué biosistema integrado se ajusta a sus características productivas de según aspectos como la disponibilidad de espacio, el volumen de generación de residuos y capacidad (Técnica, Tecnológica y Económica), a continuación, se definen algunos modelos de biosistemas integrados que se pueden aplicar a la producción porcícola a pequeña y mediana escala (Castro., 2015)

Compostaje, es un proceso biológico aerobio, que consiste en la descomposición de la materia orgánica hasta su forma más estable. El proceso exige mantener una adecuada

relación Carbono – Nitrógeno, es decir 25 a 1. Para esto debemos tener en cuenta que las excretas porcinas presentan aproximadamente 5 partes de carbono por 1 de nitrógeno siendo necesario durante el desarrollo de este método mezclar las excretas con otras fuentes de carbono disponibles al interior del sistema productivo. Este proceso permite la gestión de todo tipo de residuos sólidos de tipo orgánico generados dentro del sistema productivo y su proceso tiene una duración que varía entre 60 – 90 días(Castro., 2015)

Dentro de las ventajas que presenta este sistema encontramos un secado rápido del material con temperaturas elevadas, un producto final apto para ser utilizado como abono orgánico o enmienda de suelos con características físicas que facilitan su transporte y manipulación, permite gestionar grandes volúmenes de residuos a un costo razonable. Por otra parte, se cuentan con desventajas como la necesidad de un área exclusiva para el manejo y su extensión debe ser acorde con el volumen de residuos generados, requiere mano de obra para las actividades de volteo que mantienen la condición aeróbica del material y la necesidad de personal capacitado que dirija el proceso de manera que se mantenga la eficiencia (U. Nacional., 2016).

- La Lombricultura, es una opción para el manejo principalmente de la porcínaza sólida, la actividad se desarrolla en cajones de madera, cemento o plásticos, esta actividad requiere un estricto control de la humedad del sustrato la cual debe ser estable y homogénea entre el 70 – 80%. La especie utilizada para esta actividad es la Lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*) utilizada por su longevidad, prolificidad, alta capacidad digestiva y resistencia a la temperatura y alta densidad. Dentro de las ventajas de este sistema se presenta la posibilidad de implementarlo en espacios reducidos, obtención de un producto final estable y de alto valor comercial, inversión inicial baja. Su principal desventaja es que requiere

gran cantidad de mano de obra y materiales para su establecimiento a gran escala. (U. Nacional., 2016)

Los Biodigestores, es un tratamiento para la gestión de la porcínaza líquida en el cual por medio de la digestión anaeróbica de la materia orgánica se genera biogás y un efluente de alto valor para ser usado como acondicionador de suelos o fertilizante en algunos cultivos. Para la ejecución de este proceso se presentan diversos diseños y modelos siendo el más popular en nuestro país el taiwanés o tipo chorizo, esto por la buena relación costo / beneficio que presenta (U. Nacional., 2016)

Tradicionalmente el biogás generado en los procesos de biodigestión ha sido aprovechado al interior de los sistemas productivos para generar calefacción, procesos de desinfección por flameo y para la preparación de alimentos, sin embargo el modelo utilizado actualmente en Europa presenta la alternativa de adicionar al sistema un generador de energía eléctrica presentando este último resultados eficientes a partir de una población de 100 porcinos de ceba volumen con el cual es posible que el sistema sea auto sostenible en referencia a su consumo de energía eléctrica 100% renovable, surgiendo la posibilidad de comercializar energía eléctrica en sistemas de mayor volumen: (U. Nacional., 2016) La principal ventaja de este sistema son los beneficios económicos ya que por sus resultados se disminuyen los costos destinados a la calefacción de animales y servicios domésticos de gas y en el caso europeo de energía eléctrica, igualmente se obtiene un efluente final que presenta unas características fertilizantes importantes para ser utilizado en otros sectores del sistema de producción. Su principal desventaja es el alto costo de implementación (U. Nacional., 2016) Los biosistemas integrados que se presentan para ser implementados en los sistemas de producción porcícola pequeños y medianos cumplen con los principios fundamentales

de la economía circular ya que pueden generar beneficios económicos al darle valor agregado a sus subproductos y simultáneamente esta se están gestionando de manera adecuada y eficiente las externalidades generadas por el uso de los recursos suelo, aire y agua (U. Nacional., 2016)

Manejo de desechos sólidos: La gestión de residuos sólidos incluye los procesos de reducción, reutilización, reciclado, acondicionamiento y disposición final. Para poder llevar a cabo estos procesos se requiere la separación de dichos residuos en la fuente de los mismos, por lo que, la señalización resulta de suma importancia. La generación de residuos sólidos puede categorizarse en tres tipos, en función de su procedencia (Guevara et al., 2012)

- Residuos sólidos orgánicos. Constituidos por las excretas de los cerdos, quienes en promedio producen al menos un decimo del peso vivo día-1 animal-1. Se estima que desde el destete hasta su sacrificio producen 1.36 Kg de heces día-1, y que una hembra y sus cerdos pueden producir 13 toneladas de excretas por año, con un contenido de materia seca del 10%. Asimismo, aunque en menor cuantía la mortalidad, el alimento, placentas y restos de material para la cama de hembras en lactancia (paja, periódico y aserrín) (Guevara et al., 2012).

- Residuos sólidos domésticos. La mayor parte de estos son vidrio, plástico, papel, sacos, y materiales de oficina.

• Residuos sólidos peligrosos. Dentro de estos residuos se incluyen todos aquellos provenientes de productos farmacológicos, y biológicos que son resultado de su mal manejo (productos vencidos, dañados, jeringas, agujas, navajas, etc.)(Guevara et al. 2012).La cantidad de desechos sólidos que se producen en las granjas porcinas está en relación a la cantidad de animales existentes, al grado de tecnificación de las mismas y a la capacitación del personal (Guevara et al., 2012).

Los desechos sólidos más importantes y viables de controlar son el alimento, el estiércol y las basuras.

Excremento sin procesamiento. Favorece la contaminación de los campos y por tanto de ríos y mantos freáticos. El manejo del excremento como fertilizante ha contribuido a la degradación de los suelos, por lo que, debe ser utilizado en función de la superficie del terreno, tipo (riego o seco) y época. La cantidad anual máxima de excremento a aplicar al terreno será aquella que contenga 170 Kg de Nitrógeno por hectárea y año. No obstante, durante los primeros programas de actuación cuatrienal, se podrá permitir una cantidad de estiércol que contenga hasta 210 Kg por hectárea y año. Su uso como abono deberá respetar una distancia de al menos 200 m respecto a los núcleos urbanos. La presencia de metales pesados u compuestos orgánicos en el excremento puede contribuir a una menor calidad de suelo, por lo que, es necesaria su identificación y cuantificación. Este excremento sin procesamiento tradicionalmente ha sido utilizado en (Guevara et al., 2012).

Alimentación: El empleo de excretas en la alimentación animal demanda baja infraestructura y tecnología, además de requerir poca energía para su procesamiento y así contribuir en la disminución de los costos de producción por concepto de alimentación. Las excretas porcinas pueden

considerarse un ingrediente con niveles medios de minerales, fibra, proteína y extracto etéreo. Es importante señalar que su uso como alimento, debe ser cuidadosamente tratado para evitar la contaminación por parásitos, virus o bacterias que alteren el estado sanitario de la granja (Guevara et al., 2012).

Generación de gas metano. Se puede utilizar el excremento para producir gas metano y con ello proveer de energía, la cual es utilizada para calentar agua para regaderas, o los sistemas de calefacción de las naves para lechones (Guevara et al., 2012).

Basura. Envases de medicamentos, otros materiales sanitarios y de oficina. Los envases de medicamentos, desinfectantes, detergentes y productos de limpieza, que no son peligrosos, deben ser desechados conforme a la normativa, debiendo ser depositados en recipientes homologados. Los equipo o envases médico-clínico como recipientes de bacterinas o vacunas, agujas, jeringas, guantes desechables, cuchillas de bisturí, o vacutainers, deben ser depositados en contenedores especiales, los cuales se almacenan separados del resto de residuos, así como, desinfectados o inactivados para su envío y posterior eliminación ya que son considerados como materiales peligrosos (Guevara et al., 2012). El resto de los residuos sanitarios, constituidos principalmente por envases de medicamentos (no biológicos), no tienen la categorización legal de peligrosos, pero tampoco son asimilables a urbanos, por lo que también, deben almacenarse en contenedores especiales y gestionarse como corresponde. Una vez separados y almacenados los distintos productos considerados como basura y los residuos considerados como tóxicos, se solicita que sean retirados de la granja por los organismos pertinentes El resto de residuos que no son considerados peligrosos se retiran de forma directa en los contenedores ubicados en la granja para su

eliminación y retiro por parte del municipio. No es recomendable la utilización de recipientes vacíos (desechados) para almacenar alimentos, agua u otras sustancias que puedan ser consumidas por las personas o proporcionadas a los animales por equivocación. Por otra parte, cajas de cartón, bolsas de papel o plástico, así como de poliuretano, son también almacenadas y enviadas como productos no tóxicos, urbanos, de acuerdo a la normativa (Guevara et al., 2012).

Manejo de líquidos. Los desechos líquidos generados en una granja porcina, provienen de diferentes fuentes, dentro de las que se encuentran: Bebederos, limpieza de las instalaciones, baño, regadera y cocina utilizada por los empleados de la granja, vados de entradas, agua de lluvia, aspersores para los animales, áreas verdes, orines, orines mezclados con excremento, tanto de animales como de humanos, parte del agua incluida en los alimentos. Uno de los componentes líquidos que se producen en los sistemas porcícolas en grandes cantidades son los purines, los cuales son una mezcla de diferentes materiales con un contenido medio de humedad superior al 85%. Dado sus componentes, orgánicos, los purines se pueden considerar como un abono de gran valor para la agricultura (Guevara et al., 2012).

Sin embargo, pueden representar un problema ambiental en zonas con altas concentraciones ganaderas, ocasionando un exceso de contaminantes hacia el suelo, debido a la acumulación de minerales (Fósforo, Zinc, Cobre, entre otros), atmósfera (malos olores debido a los compuestos amoniacales y descomposición orgánica) y al agua (contaminación por Nitrato, ión altamente soluble) (Guevara et al., 2012).

Dentro de la gestión de purines y con base a las normativas vigentes, se pueden utilizar metodologías para tratar de disminuir la cantidad de deyecciones producidas y el manejo de las mismas. Cuando sea utilizado para abono, se deberá justificar el cumplimiento del régimen de distancias de los cursos de agua, fuentes, pozos, núcleos de población, etc. en la dispersión de purines. Cuando la gestión se haga mediante otros sistemas, deberá justificarse adecuadamente el tratamiento aplicado. Si la gestión la realiza una empresa externa, se dispondrá del correspondiente contrato de aceptación. Si es el propio titular de la instalación quién lleva a cabo la gestión de este residuo, deberá someter a los trámites oportunos el sistema de tratamiento instalado (Guevara et al., 2012).

Con respecto a los lugares de almacenamiento de purines (ejem. fosas de purín, balsas, fosas de decantación y lagunas), la frecuencia de vaciado, ha de estar en torno a los 4-5 vaciados anuales y siempre antes de superar los $2/3$ de su capacidad, además de garantizar una capacidad total para su retención, en especial durante las épocas en que no es factible su utilización para cultivos (4 a 6 meses) evitando presentar fugas por derrames o infiltraciones al subsuelo, lo anterior de acuerdo con la normatividad existente. Tomando en cuenta que existen zonas vulnerables a la contaminación por Nitratos procedentes de fuentes agrarias. Otra manera de gestionar los purines, es tomando en cuenta que la mayor parte de las emisiones gaseosas se producen durante la fase de almacenamiento de las deyecciones en las fosas y durante su aplicación agrícola, por lo que, una manera sencilla para reducir la contaminación atmosférica de la explotación es a través del cubrimiento de las fosas de purines, lo cual puede transformar el depósito en un reactor de biogás de bajo coste que trabaja a temperatura ambiente (Guevara et al., 2012).

Aunque ningún tratamiento es capaz de hacer desaparecer completamente los purines, existen algunos componentes que se pueden eliminar mediante su transformación en compuestos gaseosos: el agua (se transforma en vapor de agua), la materia orgánica (se transforma en dióxido de Carbono) y el Nitrógeno (se transforma en Nitrógeno molecular). El resto de componentes únicamente se pueden separar o concentrar (Guevara et al., 2012).

Por lo anterior, un manejo que es recomendable implementar es la separación de sólidos, con lo cual facilita el manejo posterior de los productos obtenidos. Por otro lado, el agua residual, es agua cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes, que conllevan al deterioro de la calidad física, química o biológica de la misma. El agua residual se caracteriza por su mal olor, por poseer altos contenidos de sólidos totales, coliformes fecales y materia orgánica. Además de poseer considerables cantidades de nutrientes (minerales y compuestos nitrogenados) los cuales inciden directamente en la calidad del agua del afluente receptor (Guevara et al. 2012).

Los principales efectos de la actividad porcícola a tener en cuenta son:

- Cuerpos de Agua superficial: El impacto negativo está relacionado con la calidad del agua para consumo humano afectación generada por el vertimiento de porcínazas crudas, este aspecto principalmente se evalúa en función de la demanda de oxígeno del agua dado que su aumento ocasiona efectos no deseados. Debido a la deficiente gestión de los residuos sólidos y líquidos de la producción porcícola se pueden afectar las aguas superficiales cuando los microorganismos del agua deben asimilar la materia orgánica contenida en los vertimientos incrementando su biomasa, igualmente por el elevado contenido de nitrógeno

y/o fósforo de los vertimientos se altera el equilibrio de las masas de agua provocando el fenómeno conocido como eutrofización, que permite una mayor proliferación de algas y plantas acuáticas generando una disminución del oxígeno disuelto en el agua limitando sus usos normales y la disponibilidad de este recurso para la fauna que vive en el agua (SAC ., 2002).

- **Cuerpos de Agua subterráneas:** este es el principal riesgo que se presenta cuando se realiza el aprovechamiento de la porcínaza líquida como biofertilizante, ya que cuando se realiza una aplicación excesiva o sin el adecuado conocimiento técnico se presenta la posibilidad de la infiltración de nitratos que puede ser un contaminante para las masas de agua subterránea afectando su uso normal esto se presenta en especial si la fertilización no se realiza de acuerdo a un análisis de suelos y orientado preferiblemente por un ingeniero agrónomo (SAC ., 2002).

- **Suelo:** Cuando se realiza el vertimiento de residuos de porcicultura de manera continuada e indiscriminada, la fracción sólida del estiércol genera una acción mecánica negativa consistente en el taponamiento de los poros del suelo, reduciendo la capacidad de drenaje del terreno generando posteriormente una degradación estructural del suelo y finalmente se genera una acción biológica con el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los animales y el hombre (SAC, 2002).

- **Aire:** en general se puede considerar que las principales emisiones de interés medio ambiental son el amoníaco y el metano. El amoníaco se volatiliza en los alojamientos porcinos proveniente de la orina de los animales, sus consecuencias principalmente son la participación en diferentes reacciones químicas generando la acidificación y enriquecimiento del suelo con nitrógeno lo que puede conllevar a la acidificación mismo.

Por su parte el metano se produce de la descomposición bacteriana de materia orgánica en condiciones anaeróbicas, este posteriormente sufre un doble proceso de oxidación dando origen al CO₂ uno de los principales gases de efecto invernadero, esta reacción da como resultado la formación de ozono si se produce en áreas de gran polución, pero si la atmosfera donde ocurre la oxidación del metano está relativamente limpia no se produce el ozono sino que lo destruye aumentando la capacidad de auto limpieza de la atmosfera. En el aire también es de alta importancia el tema de las sustancias que generan olores ofensivos, los cuales son derivados principalmente de los procesos de degradación biológica de las sustancias contenidas en los excrementos. Finalmente está el polvo orgánico que se genera en algunas de las actividades realizadas dentro de los alojamientos porcinos (SAC, 2002).

Materiales y métodos:

El presente estudio tiene un enfoque descriptivo cuantitativo. La población con la que se realizó el trabajo fueron los socios de la Asociación ASOPROAGRO, la cual se ubica en el corregimiento de Monterey zona rural media del municipio de Guadalajara de Buga departamento del Valle del Cauca, en la actualidad la asociación cuenta con 30 socios los cuales se encuentran clasificados como pequeños y medianos productores dedicados en su gran mayoría a la porcicultura de ciclo completo. Se seleccionó de manera aleatoria una muestra de 23 predios para ser evaluados, el tamaño de la muestra se calculó con un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 90%.

Se visitaron los diferentes predios aplicando en cada uno de ellos la lista de chequeo provista por la Resolución ICA 2640 del 2007 para la evaluación del cumplimiento de las buenas prácticas ganaderas en porcícolas, la información obtenida de esta lista de chequeo nos permitió dar cumplimiento a los objetivos relacionados con la caracterización de las granjas y el establecimiento del nivel de cumplimiento de la normatividad vigente. Se eligió esta lista de chequeo dado que su margen de evaluación contempla la totalidad de los aspectos relacionados con la actividad porcina.

Se complementó esta lista de chequeo con entrevistas a los operarios y/o propietarios de los sistemas de producción, y recolección de datos por observación in situ, conociendo los mecanismos de gestión actual de los residuos sólidos y líquidos de origen orgánico.

Los resultados obtenidos fueron analizados de acuerdo al diseño completamente aleatorizado.

Los resultados obtenidos se analizaron usando pruebas estadísticas para comprobar la normalidad de las observaciones y su homocedasticidad. Finalmente se realizó un análisis de varianza para evidenciar diferencias entre las metodologías ensayadas.

Resultados y discusión:

En las visitas realizadas a los predios dedicados a la producción porcícolas se hicieron, para cada una, listas de chequeo del cumplimiento de la Resolución 2640 de 2007, esta herramienta califica una totalidad de 68 criterios clasificados en Fundamentales, Mayores y Menores. La normatividad establece que un predio debe dar cumplimiento mínimo a 100% de los criterios fundamentales, 85% de los criterios Mayores y un 60% de los criterios

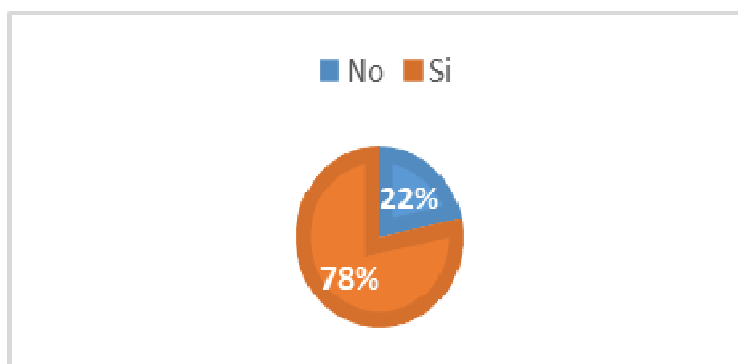
Menores, para obtener la certificación en buenas prácticas ganaderas en la producción porcina.

A continuación, se detallan los resultados de la aplicación de la lista de chequeo dispuesta en la resolución 2640 del 2013:

En cuanto a sanidad animal y bioseguridad

En cuanto al registro sanitario ante el ICA, el 78 % de los establecimientos cuentan con la realización de este trámite, el 22% de ellos no poseen el trámite siendo un total de 5 establecimientos, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Predios que cuentan con Registro ante el ICA.



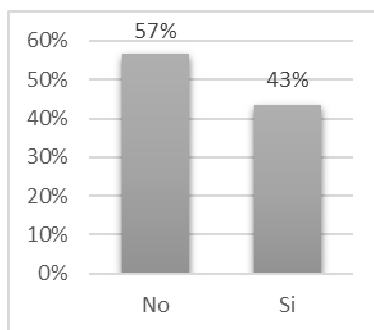
Fuente: Elaboración Propia

El 83% de los establecimientos realiza los procesos de vacunación e identificación de los animales a diferencia del 17% restante. Por otro lado, el 96% de los establecimientos cuenta con una delimitación de su predio por medio de un cerco perimetral, sólo un

establecimiento no tiene implementado este requisito. El 48% de los establecimientos realiza un registro de ingreso de visitantes el 52% restante no lo hace.

Más del 50% de los predios tiene establecido un procedimiento de aclimatación. Sin embargo, a pesar de que las áreas para la cuarentena son fundamental para aislar enfermedades y disminuir pérdidas económicas, más del 50% de los establecimientos no cuentan con esta área dentro de sus predios como lo indica la figura 2.

Figura No. 2: Predios que cuentan con área de Cuarentena.



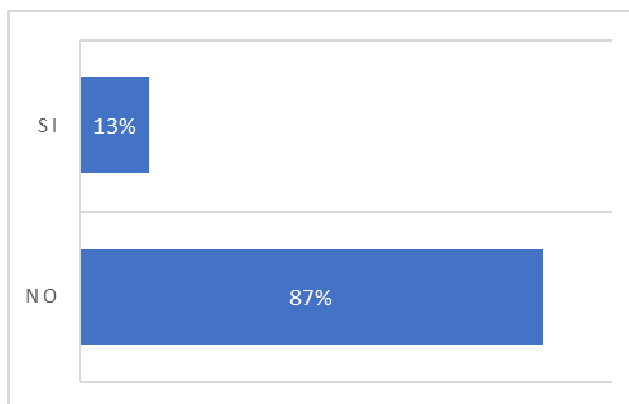
Fuente: elaboración Propia.

El 74% de los predios no realiza un manejo especial para animales enfermos, el 91% de ellos no cuenta con un plan de atención de emergencias y el 78% no cuentan con un plan sanitario formulado de manera adecuada por un médico veterinario.

Veintidós de los encuestados hacen la respectiva identificación individual o por lotes de los animales presentes en la línea de producción, el 52% de los encuestados prohíbe el de carne de cerdo dentro de las instalaciones de la granja de acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente.

Sólo el 13% de los establecimientos desarrolla un registro de diagnóstico y seguimiento de enfermedades en granja, orientado por un médico veterinario (figura 3).

Figura No. 3: Predios que cuentan con Registro de diagnóstico y seguimiento de enfermedades.



Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla No. 2 se observa que el 96% de los establecimientos cuenta con un procedimiento documentado sobre la adquisición de animales donde se especifica que provienen de granjas registradas ante el ICA e incluye los requisitos sanitarios que deben cumplir previo al ingreso de la granja.

Tabla No. 2: Predios que cuentan con procedimiento para la adquisición de animales

P1.13	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NO	1	4%
SI	22	96%

Fuente: Elaboración Propia.

El 65% de los predios tiene asistencia técnica por un médico veterinario, el 96% de los establecimientos no cuenta con autorización para realizar vertimientos o al menos una constancia de inicio del trámite, el 70% de los predios cuenta con un procedimiento documentado para el manejo porcínico sólido y líquido y el 57% hace proceso de disposición de la mortalidad y placentas con alguno de los métodos avalados por la normatividad.

El 91% de las empresas no hace desinfección de vehículos para su ingreso a la granja, lo cual es congruente con el 70% de ellos que no tiene un programa de limpieza y desinfección este 70% es congruente con el resultado de la entrevista realizada a los 23 predios.

En cuanto al suministro y la calidad de agua

En cuanto a la calidad del agua tal como se muestra en la tabla 3, sólo 2 de los predios si hace una evaluación microbiológica con una frecuencia anual, el 52% de los predios cuenta con infraestructura para el almacenamiento de agua que permita 24 horas de actividades, el 65% de los predios tiene el recurso hídrico de manera legal; destacándose en este aspecto el abastecimiento por acueductos rurales; y por último sólo el 9% de los predios implementa acciones correctivas que permitan mejorar la calidad de agua.

Tabla No 3: Predios que cuentan con Análisis microbiológico de calidad de agua.

P2.1	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NO	21	91%
SI	2	9%

Fuente: Elaboración Propia.

Control de medicamentos veterinarios e insumos agropecuarios

El 100% de los predios cuenta con registro ICA de insumos, no utilizan de materias primas de origen químico como promotores de crecimiento, no utilizan sustancias prohibidas, conocen la vigencia de los insumos agropecuarios, hacen un adecuado manejo de medicamentos de control especial, no utilizan alimentos medicados para los animales, no usan promotores de crecimiento y no usan de residuos, vísceras y carne en la alimentación.

El 91% dispone almacenamiento adecuado para medicamentos y equipos veterinarios y el mismo porcentaje hace un adecuado almacenamiento de alimentos para animales; de estos el 43% clasifica los insumos veterinarios y el 87% tiene implementado un registro para el control del inventario de alimentos para animales.

Por otro lado, en la tabla No. 4 se puede observar que sólo el 39% de los predios posee infraestructura para el almacenamiento y transporte de productos biológicos que asegure la conservación de la cadena de frío requerida por estos productos.

Tabla No. 4: Predios que cuentan con infraestructura para el almacenamiento y transporte de productos biológicos.

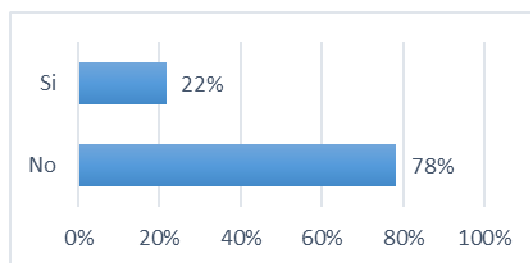
P3.8	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NO	14	61%
SI	9	39%

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 4 se observa que solo el 22% de los establecimientos cuenta con un responsable para la aplicación, almacenamiento, mantenimiento, distribución e inventario de los medicamentos y biológicos veterinarios debidamente designado por el Médico Veterinario de manera formal.

Figura No. 4: Predios que cuentan con responsable para el manejo de medicamentos.

Fuente:

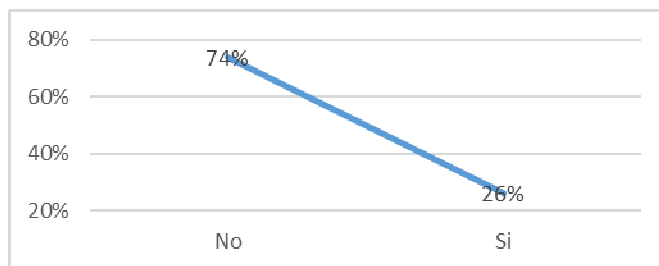


Elaboración Propia.

El 43% de las empresas tienen un adecuado manejo del inventario de medicamentos y biológicos veterinarios, sólo el 39% cuenta con prescripción veterinaria para el uso de los medicamentos, el 36% de estos respeta el tiempo de retiro establecidos para los medicamentos veterinarios y el 36% cuenta con los instrumentos adecuados para la administración de medicamentos y biológicos veterinarios, todos los aspectos anteriores con un porcentaje de cumplimiento menor al 50.

Sólo el 26% de los predios hace la debida notificación de efectos indeseables relacionados con la aplicación de medicamentos veterinarios como lo indica la figura 5.

Figura No. 5: Predios que cuentan con procedimiento para Notificación de efectos indeseables.



Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a las instalaciones y otras áreas

El 100% de las granjas cuentan con una ubicación, tienen demarcados los pasillos para traslado de porcinos, tienen paredes y pisos en materiales aptos para la actividad, y adecuadas instalaciones de suministro (recepción de materias primas e insumos – despacho de animales).

El 52% de los predios cuenta con identificación de las diferentes áreas de producción como consta en la tabla No. 5.

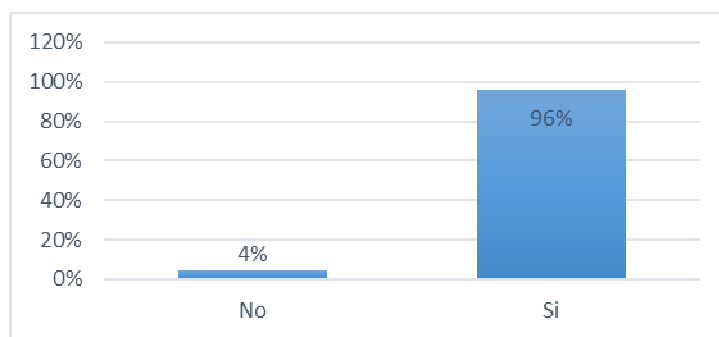
Tabla No. 5: Predios que cuentan con identificación de áreas.

P4.4	PORCENTAJE
NO	48%
SI	52%

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura número 6 se observa que el 96% de los predios cuenta con instalaciones adecuadas para cada una de las etapas productivas desarrolladas en sus actividades.

Figura No. 6: Predios que cuentan con instalaciones de acuerdo a la etapa productiva.



Fuente: Elaboración Propia.

El 96% de los predios tiene instalaciones de servicios sanitarios y comedores adecuadas para sus operarios y visitantes. De igual manera el 83% y 43% de los predios cuenta con adecuados sistemas de ventilación y pediluvios.

Registros y documentación

Sólo el 39% de las empresas mantiene un archivo de todos los registros, el 43% de los predios tiene un registro o ficha individual de cada reproductor y de lotes para otras etapas

y el 87% de ellos cuenta un archivo con guías sanitarias de movilización de los animales que han ingresado al predio.

En cuanto al programa de manejo integrado de plagas

De acuerdo a lo encontrado en las repuestas de las entrevistas, solo el 30% de los predios hace clasificación de basuras a diferencia de un alto porcentaje que no lo hace (70%). En cuanto al manejo y disposición de residuos peligrosos sólo el 35% de los predios lo hace de manera adecuada y el 70% tiene acciones para el control de roedores insectos y aves silvestres.

Bienestar animal

El 100% de los predios cuenta con disponibilidad de agua y alimento, condiciones, instalaciones y elementos para el manejo animal. Sólo el 39% realiza intervenciones quirúrgicas y no quirúrgicas con personal debidamente capacitado y bajo condiciones adecuadas de higiene y seguridad.

En cuanto al personal

Menos del 40% de las empresas hacen un chequeo anual al estado de salud del personal, el 100% de los empleados cuentan con dotación y elementos de protección personal en todos los predios. El 57% de los predios cuenta con equipo básico de primeros auxilios.

De los 23 establecimientos sólo el 30% cuenta con seguridad social para sus colaboradores como se observa en la tabla No. 6.

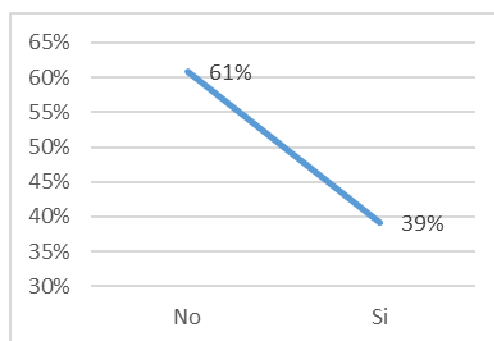
Tabla No. 6: Predios que sus colaboradores cuentan con seguridad social.

P8.3	PORCENTAJE
NO	70%
SI	30%

Fuente: Elaboración Propia

Más del 60% de los predios no capacita a su personal, lo cual es congruente con los resultados de la entrevista, sólo el 39% de los predios permite que los operarios asistan o realicen actividades de capacitación como se muestra en la figura 7.

Figura No. 7: Predios que cuentan con Programa de capacitación al personal.



Fuente: Elaboración Propia.

De los anteriores resultados de la lista de chequeo que se muestra en la tabla No. 7, los apartados en cuanto a sanidad animal y bioseguridad presentan una media de cumplimiento del 50%, en suministro y calidad de agua presentaron una media de 34%, en el control de medicamentos veterinarios e insumos agropecuarios una media de 75%, en las instalaciones y otras áreas con media de 83%, en los registros y documentación la media es de 57%, en el programa de manejo integrado de plagas la media es 45%, en bienestar animal la media es 85% y en personal la media es 53%.

Tabla No. 7: Resumen de resultados lista de chequeo en 23 predios de acuerdo con la Res. ICA 2640/2007.

RESULTADOS																				\bar{X}					
F	1	1				1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	24	4	4	13	23	3	0	3	20	20	6	5	8	8	5	7	5	7	14	6	3	6	6	6	
My	1	2				1	1	2			2	2	2	1	2	2	2	2		2	2	2	2	2	
	37	9	1	20	37	4	5	8	33	34	2	1	2	9	3	4	8	6	25	2	2	4	4	4	
Mn	4	2	3	4	4	2	1	3	4	4	2	2	2	3	2	3	2	3	4	2	3	3	3	3	
% DE CUMPLIMIENTO																				\bar{X}					
F	2	10	5	5			5	4	5			6	6	7	7	6	7	6	7		6	5	6	6	6
	4	0	8	8	54	96	4	2	4	83	83	7	3	5	5	3	1	3	1	58	7	4	7	7	7
M y	4		4	5			3	3	7			5	5	5	4	5	6	7	6		5	5	6	6	6
	0	93	8	3	50	93	5	8	0	83	85	5	3	5	8	8	0	0	5	63	5	5	0	0	1
M n	10	5	7	10	10	5	2	7	10	10	5	5	5	7	5	7	5	7	10	5	7	7	7	7	
	4	0	0	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0	5	0	5	0	0	5	5	5	1
CERTIFICABLE																									
	n	n			N	n	n	n			n	n	n	n	n	n	n	n		n	n	n	n	n	
	Si	o	o	no	o	o	o	o	no	no	o	o	o	o	o	o	o	o	no	o	o	o	o	o	

Fuente: Elaboración Propia.

La media de la información recolectada arroja que estos sistemas de producción porcícola alcanzan un cumplimiento de 58% de criterios Fundamentales (F), 53% de criterios Mayores (My) y 60% de criterios Menores (Mn). En otras palabras, es posible identificar las grandes falencias en materia legal y sanitaria con las cuales se mantienen en funcionamiento estos sistemas de producción.

Resultados y hallazgos de la entrevista:

A partir de la entrevista aplicada a 23 empresas que constó de 10 preguntas como lo indica la tabla No. 8, se obtuvieron los resultados y análisis que se presentan a continuación y se apoyan en las figuras No 8, 9, 10 y las tablas No 9, 10, 11.

Tabla No.8: Preguntas realizadas en la entrevista.

PREGUNTAS	
1	¿En el predio cuenta con un programa de limpieza y desinfección implementado?
2	¿Actualmente cuenta con permiso para realizar vertimientos?
3	¿Realiza tratamiento a la porcinaza sólida y líquida, previo a su disposición?
4	Actualmente cuenta con concesión para la captación de aguas superficiales y/o profundas?
5	¿Dentro de su predio realiza manejo de los residuos?
6	¿Cómo realiza la disposición de residuos peligrosos de manera adecuada?
7	¿Asiste o realiza actividades de capacitación para sus operarios?
8	¿Considera útil el desarrollo de infraestructura y actividades para el manejo de los residuos de su granja?
9	¿Dentro de los objetivos de su granja aspira alcanzar la certificación en BPG para porcinos?
10	¿Dentro de la planeación de su actividad contempla legalizar el manejo de los vertimientos?

Fuente: Elaboración Propia.

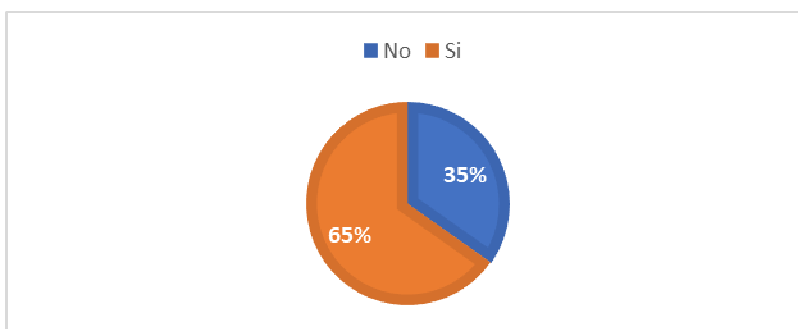
La primera pregunta para la muestra fue si el predio en el cual operan cuenta con un programa de limpieza y desinfección implementado actualmente, el 70% indica que no y el 30% que sí. Los programas de desinfección en este tipo de establecimientos son muy importantes a través de esto se puede eliminar patógenos, polvo y endotoxinas del entorno, se puede detectar los ciclos de infección a través de las rutas cerdo-a-cerdo, eliminar agentes infecciosos procedentes de la contaminación de los edificios y el equipos con

heces, orina, secreciones y estiércol infectados, eliminar la supervivencia de agentes infecciosos en nichos biológicos tales como el suministro de agua, entre otros. Lo anterior, cual supone que el 70% de los establecimientos presentan un riesgo diario y alto de presentar contaminación y enfermedades.

El 96% de las empresas afirma no contar con un permiso de vertimientos el 4% si, lo que significa que una sola empresa cuenta con este permiso. Por otro lado, el 70% de las empresas afirma realizar tratamiento a la porcínaza s3lida y líquida previamente a su disposición el otro 30% no. Aunque más del 50 % de los predios afirma realizar tratamiento a la porcínaza este tratamiento no se encuentra documentado, ni se ha validado su eficiencia. El hecho de que más del 90% de los establecimientos no cuenta con un permiso de vertimientos, que se debe tener por obligatoriedad como lo estipula la ley, deja claro que no existe un control que evite la generación de impactos ambientales negativos.

Actualmente quince de los encuestados afirman contar con la concesión para la captación de aguas superficiales y/o profundas ocho de ellos no, se detalla a continuación en la figura No. 8:

Figura No. 8: Predios que cuentan con Concesión para la captación de aguas superficiales y/o profundas.



Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla No. 9 se presentan los resultados a la pregunta 5 la cual indaga si la empresa realiza un adecuado manejo de residuos en cuanto a clasificación de residuos, estas son las respuestas:

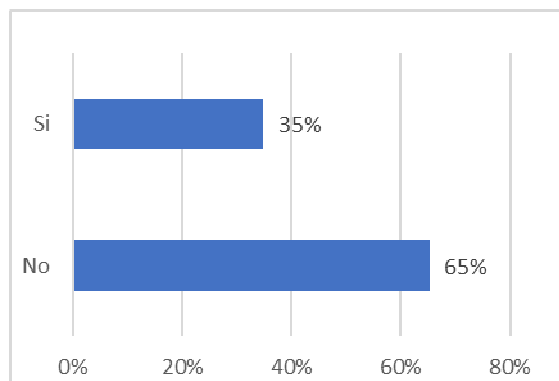
Tabla No. 9: Manejo de los residuos en el predio

P5	RESPUESTA	PORCENTAJE
NO	16	70%
SI	7	30%
TOTAL	23	100%

Fuente: Elaboración Propia.

El 65% de los encuestados no realiza una adecuada disposición de residuos peligrosos el 35% de ellos si como se detalla a continuación como se plasma en la figura 9:

Figura No. 9: Predios que realizan adecuada disposición de residuos peligrosos.

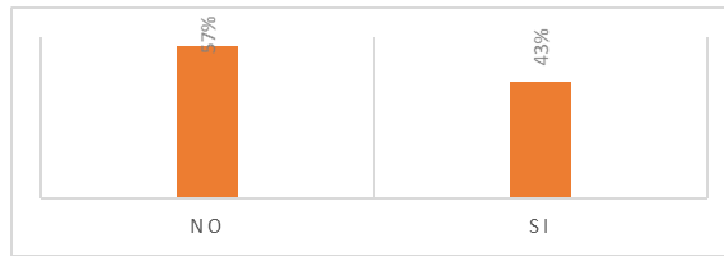


Fuente: Elaboración Propia.

La disposición de residuos ya sean peligrosos o no en este tipo de predios lo debe tener de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015.

A la pregunta siete que indaga si las empresas realizan capacitaciones a sus operarios la respuesta fue que 14 de las 23 de empresas no realiza capacitaciones a sus operarios, el 9 restante sí, tal como se plasma en la figura No. 10.

Figura No. 10: Asistencia o realización de actividades de capacitación para operarios.



Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado de la pregunta No. 8 podemos observar que más del 50% de los encuestados no considera útil el desarrollo de infraestructura y actividades para el manejo de los residuos de su granja.

De otro lado el 70% de los encuestados aspira alcanzar la certificación en BPG para porcinos, y dentro de la planeación de su actividad el 74% de los encuestados planea legalizar el vertimiento de residuos. Las siglas BPG son siglas para Buenas Prácticas Ganaderas un sistema de aseguramiento de inocuidad dirigido a la producción primaria entre ellas la porcina, su objetivo es la gestión de riesgos biológicos, físicos y químicos generados en el predio y que pudieran afectar la salud de los consumidores. Al observar los resultados de esta estas entrevistas se evidencia que todos los predios deben hacer una serie de ajustes en los mismos para poder aspirar a una certificación de tal tipo.

Al enfrentar los resultados de las preguntas cinco y siete, que consisten en indagar si en el predio se realiza un adecuado manejo de los residuos y si se les realizan capacitaciones a los operarios, este análisis cruzado arrojó que del total de los encuestados 10 respondieron No a las dos preguntas, por lo tanto, se podría asumir que el 43% no es consciente de la importancia de tener un buen manejo de los residuos. Dicho análisis puede observarse a continuación en la tabla No. 10.

Tabla No. 10: Comparativo resultados pregunta 7 vs pregunta 5.

P7 VS P5	NO	SI
NO	10	4
SI	6	3

Fuente: Elaboración Propia.

Al enfrentar los resultados las preguntas dos y diez que consisten en indagar si en el predio se cuenta con un permiso para realizar vertimientos y si dentro de la planeación tienen contemplado legalizar los vertimientos de residuos lanzan el siguiente resultado, plasmados en la tabla. 11.

Tabla No. 11: Comparativo resultados pregunta 2 vs pregunta 10.

P2 VS P10	NO	SI
NO	16	1
SI	6	0

Fuente: Elaboración Propia.

Sólo uno de los encuestados afirma contar con un permiso para vertimientos de residuos seis de ellos afirman contemplar legalizar el vertimiento de residuos en un futuro, pero el 70% de estos no lo considera.

Se realizó un análisis cruzado de los predios que capacitan a su personal y los resultados que estos obtuvieron en la lista de chequeo de la resolución ICA 2640/2007. De este análisis se concluyó que estas variables son directamente proporcionales, observando que el 39% de la muestra equivalente a 9 predios, respondieron afirmativamente sobre la realización de capacitaciones, en estos predios se presentan resultados superiores al promedio en el global de la lista de chequeo de la resolución ICA 2640/2007, en otras palabras podemos decir que los predios que realizan capacitaciones a su personal se

encuentran más cerca de obtener la certificación en BPG y gestionan mejor sus sistemas de producción y sus residuos.

La media presentada en la entrevista es de 41%, esto quiere decir que aproximadamente 9 de los 23 predios verificados cumplen o respondieron afirmativamente con los requisitos indicados en la entrevista.

Al momento de implementar acciones con el objetivo de disminuir los efectos ambientales negativos que genera la actividad porcícola es preciso aclarar la etapa de desarrollo del sistema de producción en especial porque para proyectos nuevos se debe iniciar desde evaluar si la ubicación del predio es la adecuada, teniendo en cuenta factores como la densidad de establecimientos porcícolas en la zona, ubicación de áreas protegidas, centros poblados, vecinos, acuíferos subterráneos, cuerpos de aguas y bosques naturales, de igual manera analizar el estado del mercado cercano al sitio de establecimiento del proyecto.

En segundo lugar, en los casos que los proyectos se encuentren en funcionamiento es de gran importancia verificar si el sistema productivo cuenta con un sistema de registros (consumo de agua, alimento, energía, volumen de producción de porcínaza, estiércol y residuos en general), un programa de capacitación continuada para su personal, una adecuada planificación y programación de actividades y labores. De igual manera las granjas deben contar con un programa de mantenimiento y reparación de infraestructura y equipos que permita asegurar el buen funcionamiento del sistema de producción, este debe contemplar planes de contingencia y emergencia para hacer frente a los inconvenientes que se puedan presentar en el desarrollo de las diferentes actividades (Piñeiro C M. G., 2015).

El crecimiento de la actividad porcina en confinamiento trae asociado el problema de la generación de efluentes que pueden contaminar o integrarse a la cadena productiva, por lo que de acuerdo con Garcia *et al* 2016 es necesario lograr una mejor comprensión de los diferentes tipos de desperdicio de alimentos y utilizar este conocimiento para respaldar decisiones informadas para una gestión más sostenible del desperdicios, ya que en nuestro estudio se pudo evidencia que es mayor el porcentaje de granjas que desconoce o no aplica un manejo de desechos correctos o incluso no manejan la teoría o sistemas de conversión de estos desechos en materia prima sostenible.

De acuerdo a lo evaluado se muestra un porcentaje elevado en el mal manejo de los desechos en granjas porcícolas por lo que concordamos con Duque 2016 en que se infieren serios problemas ambientales con respecto al manejo de los residuos sólidos, encontrando que en la mayoría de los proyectos productivos, se realiza un inadecuado manejo de los mismos, debido a la falta de cultura y conocimiento sobre el manejo, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de los mismos, impactando de forma negativa el medio ambiente.

La crianza porcícola de manera confinada crea una gran cantidad de desechos fecales cuyos impactos ambientales no se comprenden bien, desechos que generan contaminación ambiental e incluso afección de salud como lo demuestra Wing *et al* 2013 y Heaney *et al* 2015, en donde sus investigaciones demuestran que el mal manejo sanitario de granjas porcícolas pueden causar afecciones como aumento de la presión arterial e infecciones gastrointestinales causadas principalmente por bacterias presentes en las heces de los cerdos.

Es de suma importancia que se implemente medidas de seguimiento y control para la crianza pecuaria, donde se genere productos de calidad y no se produzca contaminación ambiental.

De manera general se puede decir que dentro del marco de las condiciones establecidas por la Resolución ICA 2640 del 2007 y con los conceptos de producción más limpia definidos por las naciones unidas, se deben implementar en los sistemas de producción diferentes técnicas dirigidas a controlar los efectos medio ambientales dentro de los sistemas de producción agropecuaria y disminuir los riesgos de generar efectos ambientales negativos. Dentro de estas técnicas encontramos actividades como mejoras de proceso, implementación de Buenas Prácticas Agropecuarias, mantenimiento periódico a equipos e infraestructura, implementar programas de reutilización y reciclaje, entre otros aspectos que contribuirán a generar una internalización de los efectos ambientales dentro del sistema productivo, a continuación, veremos las estrategias más relevantes para la reducción de efectos ambientales en los sistemas porcícolas.

Alimentación: como ya se trató anteriormente las principales emisiones e impactos relacionados con la producción porcina están asociados a la producción y al manejo de la porcina. Por este motivo es imperativo ajustar al máximo los aportes y requerimientos nutricionales de los animales según su fase productiva, evitando el aporte en exceso de nutrientes, de igual manera se deben buscar materias primas de alta calidad que aporten altos niveles de digestibilidad al alimento balanceado lo que se traduce en una disminución significativa del volumen de excretas de los animales (Piñeiro C M. G., 2015).

Específicamente se busca la reducción de los niveles de nitrógeno y fósforo contenidos en la porcinaza y de esta manera lograr una reducción significativa en las emisiones que se pueden generar durante el proceso productivo y de gestión de los residuos orgánicos.

Debido a los resultados obtenidos es necesario diseñar un programa de gestión de los residuos sólidos y líquidos aplicable a los sistemas productivos pequeños y medianos dedicados a la actividad porcícola, esta herramienta contemplará el uso de las nuevas tendencias en el manejo de los residuos de tipo orgánico implementando actividades desde la generación del residuo hasta su disposición u aprovechamiento final.

Conclusiones

Se determinó que la mayoría de las granjas porcícolas tiene un manejo inadecuado de los desechos sólidos y líquidos. Lo cual se traduce a un efecto negativo en el ambiente, aunado a esto las normas y programas de gestión establecidos en las granjas tienen criterios de manejo propios, que en la mayoría de los casos no se traducen en beneficio al sector porcícola.

De manera general se puede decir que dentro del marco de las condiciones establecidas por la Resolución ICA 2640 del 2007 y con los conceptos de producción más limpia definidos por las naciones unidas, se deben implementar en los sistemas de producción diferentes técnicas dirigidas a controlar los efectos medio ambientales dentro de los sistemas de producción agropecuaria y disminuir los riesgos de generar efectos ambientales negativos.

Se debe buscar implementar consideraciones ambientales y sociales al proceso de toma de decisiones para que se puedan lograr soluciones más sostenibles a partir de la gama de opciones viables de gestión de residuos en las granjas pertenecientes a ASOPROAGRO.

En la actualidad es necesario que los modelos asociativos que involucren pequeños y medianos productores ejerzan procesos de transferencia de tecnologías adaptadas a la situación actual del sector y el medio ambiente. Buscando con estos procesos una unificación de criterios en la gestión de los residuos generados por los sistemas de producción porcícola mediante la implementación de biosistemas integrados, que permitan la disminución de los efectos ambientales generados y habilitar estos desechos como materias primas o subproductos aptos para comercialización o uso en otras actividades agropecuarias.

En primer lugar, es necesario cambiar el manejo tradicional de limpieza diaria a sitios de producción implementando sistemas de recolección en seco, que disminuyen aproximadamente en un 50% el uso de agua para lavado de instalaciones. Con esta nueva metodología de limpieza rutinaria es necesario implementar el uso de lechos de secado, como primer proceso para la porcínaza sólida aquí se realiza un tratamiento habilitando este material para su uso directo en actividades de fertilización agrícola o como materia prima para biosistemas integrados más complejos como son el lombricultivo y el compostaje.

Sin embargo, cada sistema de producción debe realizar un diagnóstico para definir que tipo de biosistema integrado se ajusta mejor a sus condiciones y capacidades.

Adicional los cambios en el manejo de la limpieza del sistema productivo y la implementación de biosistemas integrados actualmente en el sector agropecuario se ha popularizado el uso de microorganismos eficientes de tipo aeróbico durante todo el productivo y de gestión de residuos sólidos y líquidos, presentando ventajas en aspectos como reducción de plagas (mosca), olores y reducción de tiempo de transformación de residuo a subproducto.

Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento y quienes están de acuerdo son su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a ASOPROAGRO y a sus socios, por permitir desarrollar las actividades de campo en sus sistemas de producción, además por la receptividad frente a las observaciones realizadas desde los aspectos técnicos, productivos y ambientales. A la Universidad de Manizales por darme la posibilidad de acceder a nuevos conocimientos que aportan a la edificación de mi futuro profesional y laboral, a mi tutora Gloria Clemencia Amaya Castaño por sus aportes que hicieron posible la finalización de este trabajo de grado, finalmente a mi familia por su apoyo incondicional durante todos los proyectos que eh desarrollado en mi vida, siendo una voz de aliento y fortaleza en los momentos cruciales para alcanzar cada meta propuesta.

Referencias

Asociación Colombiana de Porcicultores. (2007). www.porcicol.org.co. Recuperado el noviembre de 2012, de www.porcicol.org.co

Castro-Beltrán, A (2015). Caracterización de la calidad de lombricompuestos en sistemas agropecuarios rurales del municipio del Atrato, Choco, Colombia. *Rev. Agronomía*, Vol. 23, 31-51.

Cervantes F, Saldívar-Cabrales J, Yescas J. (2007). Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, Volumen 3 (1) pp. 3-12.

Conesa, V. (1993). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid: Mundi - Prensa.

CONPES, C. N. (2007). Conpes 3458 - Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la cadena Porcícola.

Dane - Departamento Nacional de Estadística. (2015). Sacrificio de ganado porcino, peso en pie y peso en canal por categorías. Bogotá.

Díaz CA, R. M. (2011). Caracterización de los sistemas de producción porcina en las principales regiones porcícolas colombianas. *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias*, 24, pp .131-144.

Diario del Huila. (2013). El país tiene en este momento un 25 por ciento de sacrificio ilegal. Recuperado de: <http://diariodelhuila.com/economia/%E2%80%9Celpais-tiene-en-este-momento-un-25-por-ciento-de-sacrificio-ilegal%E2%80%9D-cdgint20140319091101124>

Duque C, Arias Jessika, Gamboa P, Salazar Marta, Mejía C, Valderrama D, Aristizábal A. (2016). Identificación de alternativas para el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en las granjas porcícolas de la Región Valles de San Nicolás del Oriente Antioqueño. Proyectos Corporación Universitaria Lasallista Especialización en gestión integral de residuos sólidos y peligrosos Facultad de Ingenierías Caldas – Antioquia.

Ellen MacArthur Foundation. (2015). Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition. Recuperado de https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2013).

Fedegan - Federación Colombiana de Ganaderos. (2016). Consumos Per cápita. Recuperado de <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/consumo-0>

Fundación para la economía circular. (2017). Por qué y cómo desarrollar estrategias de economía circular en el ámbito regional. .Recuperado Obtenido de http://economiacircular.org/wp/?page_id=62

Garcia-GarciaG, Woolley E, Rahimifard S, Colwill J, White J, Needham L.(2016) A Methodology for Sustainable Management of Food Waste. *Published online* Oct 25. doi: 10.1007/s12649-016-9720-0

Gonzales, S. (2016). Creando riqueza sostenible en el sector porcícola mediante la tecnología y la innovación. *Porkcolombia*, pp. 14-19.

Guevara González J, García Contreras A, Ortega de Loera Y, del Castillo Pérez S, Ruíz A, Hernández J, Gasa J. (2012) Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcina. Lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos. *Red Porcina Iberoamericana*. pp. 78-96.

Heaney C, Myers K, Wing S, Hall D, BaronD, Stewartc J.(2013) Source tracking swine fecal waste in surface water proximal to swine concentrated animal feeding operations. *Environ Health Perspect*. Jan; 121(1): pp. 92–96.

I. C. A. (2011). Las Buenas Prácticas de la Producción Porcina. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

I.C.A. (2007). Resolución 2640. Bogotá, Colombia: I.C.A.

Internacional, C. C. (2014). Caracterización de la Actividad Porcícola Tecnificada en Colombia. Asociación de Porcicultores.

Llobera, F., & Redondo, M. (2015). Economía circular y agroecología: Integrando alimentos y gestión de bioresiduos. MÉRCODES. Recuperado de <http://www.tierrasagroecologicas.es/web/wp-content/uploads/2015/01/Manual-Economia-circular-vweb-v7.pdf>

Moreira, I. (1992). Vocabulario básico de medio ambiente. FEEMA / PETROBRAS.

Oscar Betancur H, A. B. (2016). Persistencia de patógenos en porcínaza líquida procesada en tanque estercoleros y biodigestores. *Revista M.V.Z. Córdoba*, 21, pp.5237 - 5249.

Osorio, J. C. (2007). INTRODUCCIÓN AL MUNDO SISTÉMICO. APROXIMACIÓN PRÁCTICA1. *Scientia et Technica*, pp.349-353.

Palomo A. (2018). Necesidades nutricionales para cerdos de engorde. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense Madrid.

Peralta, J. M. (2005). Recomendaciones Técnicas para la gestión ambiental en el manejo de purines de la explotación porcina. INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Piñero C. (2006). Nuevos requerimientos de bienestar animal y medioambiente en la UE-25. Congreso de producción porcina del MERCOSUR, pp. 2-8.

Piñero C, M. G. (2015). Guía de mejores técnicas disponibles para el sector porcícola en Colombia. Asociación Nacional de Porcicultores y Fondo Nacional de la Porcicultura.

Pulido J. (2011). Diagnostico del manejo de los residuos peligrosos en las granjas porcícolas de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Universidad libre Facultad de Ingeniería Instituto de Postgrado Especialización Gerencia Ambiental Bogotá.

Procedimiento para manejo y aprovechamiento de la porcina Código: SG-PR-04 Versión: 1 Fecha: 19/04/2016 Página: 7 / 7.

Proyecto Productivo los Almendros. (2010). Recuperado de <http://www.slideshare.net/sanreygel/formulacion-de-proyectos-final-los-almendros>

Rodríguez, F. P. (2008). Bases de la producción animal. Sevilla - España: Universidad de Sevilla.

SAC, S. (2002). Guía Ambiental para el Subsector Porcícola. Asociación Colombiana de Porcicultores.

Sociedad de Agricultores de Colombia - Proexport Colombia. (2012). Sector Agroindustrial Colombiano. Recuperado de www.proexport.com.co

Solla S. A. (2010). Los Cerdos. Medellín: Solla S.A.

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. (2016). Manual de Uso de porcínaza en la agricultura. Medellín: *Porkcolombia*.

Wing S, Rachel Avery Horton, and Kathryn M. Rose. (2013). Air Pollution from Industrial Swine Operations and Blood Pressure of Neighboring Resident.