

**FORMULACIÓN DE UNA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS
EXCRETAS PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN PORCINA DEL CRIADERO PORKINHO
EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA.**



Autores:

Luisa Fernanda Álvarez Pedraza
Cinthya Marisol Valencia Meza

Corporación Autónoma Del Cauca
Facultad De Ciencias Ambientales Y Desarrollo Sostenible
Programa De Ingeniería Ambiental Y Sanitaria
Popayán, Cauca
2023

**FORMULACIÓN DE UNA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS
EXCRETAS PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN PORCINA DEL CRIADERO PORKINHO
EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA.**



Autores:

Luisa Fernanda Álvarez Pedraza

Cinthy Marisol Valencia Meza

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director

Arnold Arias Hoyos

Corporación Autónoma Del Cauca
Facultad De Ciencias Ambientales Y Desarrollo Sostenible
Programa De Ingeniería Ambiental Y Sanitaria
Popayán, Cauca
2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Se hace constar que el presente trabajo en modalidad investigación ha sido aceptado por la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, como requisito para optar al título de ingeniero ambiental y sanitario.



Director. ARNOL ARIAS HOYOS



Jurado 1. Ing. EDWIN SIERRA



Jurado 2. PhD DIANA MUÑOZ

DEDICATORIA

La inspiración que siempre se han merecido mis padres, como pilar principal de mi vida, quienes me han forjado como persona, para ser el ser humano de hoy día. A mis hermanos Nuris, Jhon, William, Luis Fernando, mis sobrinos, cuñadas y todas aquellas personas que siempre me han deseado cosas positivas, me han inculcado el verdadero significado de ser persona de bien, y de siempre llegar a lograr el objetivo trazado en la vida. ha siempre tener presente que todos los objetivos se pueden lograr si existe perseverancia, constancia y disciplina.

Muchísimas Gracias. -

Cinthya Marisol Valencia Meza

Este trabajo es el resultado del gran esfuerzo, dedicación, consejos y regaños que con un corazón noble y bondadoso, me han dado mis abuelitos Edgar Hernán Pedraza Rodríguez y Carmen Rosa Martínez Molina, para quienes me trabajé día a día para brindarles el gran resultado de la entera confianza que depositaron en mí; desde que decidieron darme todo su apoyo para que me formara, como profesional, y escalar día a día los grandes retos que la vida le coloca a uno en el camino, y los cuales nos demuestran el gran significado de la vida y más aún el de nuestra familia.

A mi tío Nelson Hernán Pedraza Martínez, le quiero decir que si existiera una palabra más grande de un “gracias” se la otorgaría, porque siempre caminé de la mano conmigo en este gran reto, y siempre fue mi motivador cada vez que quería desfallecer; su ejemplo, su perseverancia y constancia como profesional y estudiante fueron los que me inspiraron cada día más en lograr mi propósito profesional; puesto que soy muy orgullosa de la persona que es el.

Quienes no podrían faltar; mi madre, Yohana Andrea Pedraza Martínez y mis hermanos Yesica Paola Álvarez Pedraza, Andrés Felipe Álvarez Pedraza y a José Daniel Pedraza Martínez, quienes son mi inspiración para seguir con este proyecto, quienes han hecho de mí una persona fuerte, y quienes se han tenido que soportar mis malos momentos para poder lograr el objetivo de mi trabajo. A ellos gracias por la paciencia, por aceptarme como soy y por quererme siempre a pesar de todo.

Luisa Fernanda Álvarez Pedraza

AGRADECIMIENTOS

Como primera medida, le agradezco a Dios por permitirme cumplir este logro, a mis papás Huber Valencia y Blanca Yolanda Meza gracias por la constancia y dedicación que a pesar de mis faltas como todo ser humano, nunca olvidé el compromiso que tenía conmigo misma y con ustedes; a mis hermanos, Nuris Valencia y John Alcides Valencia gracias por nunca dudar y apoyarme en absolutamente todo mi proceso, a mi hermano William Valencia y Luis Fernando Valencia gracias por confiar en mí y brindarme su apoyo a la distancia, ya me dieron el regalo más bonito del mundo que son mis sobrinos, a mis cuñadas Gisela Romero, Carolina Batalla y mi cuñado Víctor Cabezas gracias por el cariño y apoyo a mis dos mamás que la vida me regalo gracias por abrirme las puertas de su casa y de sus familias mamá Ana y mamá Grey, Los amo Familia.

Cinthya Marisol Valencia Meza

Principalmente quiero agradecerle a Dios por la vida, salud y conocimientos para poder culminar una etapa esencial en mi vida, a mi familia quienes han sido parte de este proceso el cual me ha enseñado lecciones de vida que llevaré conmigo en cada paso que dé y en cada crecimiento profesional que iniciaré.

A nuestro director de Tesis Arnold Arias Hoyos, ya que, sin la dedicación, y el compartir de su conocimiento, no se hubiese logrado el resultado. A mi tía Leidy Lorena Pedraza quien me ha brindado su apoyo cuando lo necesité, cuando desfallecía y me recordaba el camino que aún me faltaba por recorrer y lo grande que se debe sentir el ser humano de sí mismo, al lograr los objetivos y metas trazadas.

Gracias a cada una de las personas que estuvieron presentes en mi formación (amigos, familia, conocidos, docentes, compañeros etc.), que caminaron conmigo en este proceso y que siempre me dieron su mano, con cada conocimiento, consejo, enseñanza, que forjó un gran resultado y hoy se ve reflejado en este proyecto.

Luisa Fernanda Álvarez Pedraza

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCION	13
CAPITULO I: PROBLEMA.....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Justificación	17
1.3 Objetivos.....	19
CAPITULO II: MARCO TEORICO O REFERENCIAL.....	20
2.1 Marco Conceptual.....	20
2.1.1 Excretas porcinas	20
2.1.2 Procesos de Producción Limpia.....	20
2.1.3 Desarrollo sostenible en la producción porcícola	20
2.1.4 Biodigestores	21
2.1.5 Plan de manejo ambiental.....	21
2.1.6 Matriz de Leopold	22
2.2 Marco Teórico	22
2.3 Marco Normativo.....	24
2.3.1 Bases legales Concesión de aguas:	24
2.3.2 Bases legales Manejo de residuos:.....	24
2.3.3 Bases legales Control de Olores:	24
2.2.4 Bases legales Plan de fertilización:	24
2.4 Antecedentes	25
CAPITULO III: METODOLOGIA	28
3.1 Fase I. Diagnóstico de los procesos productivos porcícolas en el criadero Porkinho.....	28
3.2 FASE II. Evaluación de los impactos ambientales generados en el criadero PORKHINO	30
3.3 FASE III: Diseñar una estrategia para la disminución de impactos ambientales generados por la disposición de excretas en el criadero PORKHINO.....	33
CAPITULO IV RESULTADOS.....	34
4.1 Diagnóstico de los procesos productivos porcícolas en el criadero Porkinho	34
4.1.1 Reconocimiento del criadero porcícola Porkinho.....	34
4.1.2 Implementación de las encuestas a los habitantes y trabajadores	40
4.1.3 Organización y análisis de la información	47

4.2 Evaluación de los impactos ambientales generados en el criadero Porkinho.	49
4.2.1 Matriz de Leopold evaluación de impactos ambientales.....	49
4.2.2 Análisis de la matriz de Leopold.....	50
4.3 Diseño de la estrategia para disminución de los impactos ambientales generados por la disposición de excretas en el criadero Porkinho.	52
4.3.1 Criterios para la selección del sistema alternativo.....	52
4.3.2 Selección de las estrategias para la gestión de excretas	57
4.3.3 Infografías educativas del manejo de excretas porquinas y la tecnología o alternativa para la disposición final.....	61
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONNES	64
5.1 Conclusiones	64
5. 2 Recomendaciones	64
Referencias	65
ANEXOS	71

LISTA DE TABLA

Tabla 1	Valoración de impactos.....	32
Tabla 2	Procesos productivos del criadero.....	34
Tabla 3	Planta operativa del criadero.....	35
Tabla 4	Lista de chequeo de caracterización.....	37
Tabla 5	Valoración de lista de chequeo.....	38
Tabla 6	Preguntas a los habitantes aledaños al criadero.....	42
Tabla 7	Preguntas a los trabajadores del criadero.....	46
Tabla 8	Tecnologías viables en la disposición de excretas.....	54
Tabla 9	Tipo de biodigestores.....	58
Tabla 10	Cantidad de cerdos en el criadero.....	59
Tabla 11	Peso aproximado en cada fase de producción.....	59
Tabla 12	Producción de excretas porcinas diarias.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa Municipio de Fusagasugá Cundinamarca.....	28
Figura 2	Criadero Porkinho.....	29
Figura 3	Matriz de Leopold.....	30
Figura 4	Magnitud.....	30
Figura 5	Impactos negativos.....	31
Figura 6	Impactos positivos.....	32
Figura 7	Predios construidos y predios no construidos.....	36
Figura 8	Recursos naturales cerca al criadero Porkinho.....	37
Figura 9	Valoración de lista de Chequeó.....	38
Figura 10	Zonas verdes.....	39
Figura 11	Lagos.....	39
Figura 12	¿Cuánto tiempo lleva viviendo cerca al criadero?.....	40
Figura 13	¿Tiene conocimiento del criadero?.....	40
Figura 14	¿Con que frecuencia consume carne de cerdo?.....	41
Figura 15	¿Aparte de los olores que otro aspecto ha influido en su diario vivir?.....	41
Figura 16	¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el criadero?.....	45
Figura 17	¿Con cuántos cerdos cuenta el criadero?.....	45
Figura 18	Componente, factores y promedios de impactos del proyecto.....	49
Figura 19	Infografía 1. ¿Qué son las excretas?.....	62
Figura 20	Infografía 2. Alternativas de manejo de excretas porcinas.....	63
Figura 21	Pozos de oxidación líquidos y sólidos.....	73
Figura 22	Sede Compostaje.....	73
Figura 23	Área de gestación.....	74
Figura 24	Área de Prelevante.....	74
Figura 25	Área de Parideras.....	74
Figura 26	Área de Precebos.....	74

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta dirigida a los habitantes aledaños al criadero Porkinho de la vereda la Trinidad del municipio de Fusagasugá departamento de Cundinamarca.	71
Anexo 2 Encuesta dirigida a los trabajadores del criadero Porkinho de la vereda la Trinidad del municipio de Fusagasugá departamento de Cundinamarca.	72
Anexo 3 Registro Fotográfico.	73

RESUMEN

Este proyecto corresponde al trabajo final de grado en la modalidad de investigación; que tiene como fin formular una alternativa para el manejo ambiental de las excretas provenientes de la producción porcina del criadero Porkinho ubicado en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca.

Para llevar a cabo la ejecución de este proyecto, es importante referir que el mismo fue dividido en tres fases, que vislumbran el objetivo de este documento; por ende, tenemos las siguientes fases: para la fase 1 se tiene tres actividades, que comprenden desde la visita de campo a las instalaciones del criadero, aplicación de encuestas dirigidas a los trabajadores y a los habitantes del sector, organización y análisis de la información recolectada en las actividades anteriores; en la fase 2 contamos con una actividad que contempla la magnitud e intensidad de los impactos generados en este proceso productivo; ejecución de la matriz de Leopold para la identificación de estos factores; y por último en la fase 3 contamos con cuatro actividades que comprende definición de criterios para el sistema alternativo, estrategia para la disposición de excreta, diseño de la estrategia para la gestión de excretas y estrategia de comunicación.

Luego de obtener los resultados de las fases uno y dos se estableció como principales, los impactos identificados del criadero, en los cuales se destacó la generación de excretas y lixiviados, olores y cambios en la vegetación aledaña; sin embargando, aclarando que el criadero ya ha venido implementado de mecanismos para mitigar los impactos y reforestando el área de influencia. Así mismo, diseño una estrategia para la disminución de excretas la cual comprendió criterios ambientales, sociales y económicos, con el fin de brindar procesos productivos con herramientas de producción limpia.

PALABRAS CLAVES

Excretas porcinas, biodigestores, valoración de impacto ambiental, ensilado de cerdaza, criterios (ambientales, sociales y económicos)

ABSTRACT

This project corresponds to the final degree project in the research modality; The purpose of this project is to formulate an alternative for the environmental management of excreta from pig production at the Porkinho hatchery located in the municipality of Fusagasugá, Cundinamarca. In order to carry out the execution of this project, it is important to mention that it was divided into three phases, which envision the objective of this document; Therefore, we have the following phases: for phase 1 there are three activities, which range from the field visit to the hatchery facilities, application of surveys aimed at workers and inhabitants of the sector, organization and analysis of the information collected in the previous activities; In phase 2 we have an activity that contemplates the magnitude and intensity of the impacts generated in this production process; execution of the Leopold matrix for the identification of these factors; And finally, in phase 3 we have four activities that include defining criteria for the alternative system, strategy for the disposal of excreta, design of the strategy for the management of excreta and communication strategy. After obtaining the results of phases one and two, the identified impacts of the hatchery were established as the main ones, in which the generation of excreta and leachate, odors and changes in the surrounding vegetation were highlighted; However, clarifying that the hatchery has already been implementing mechanisms to mitigate the impacts and reforesting the area of influence. Likewise, it designed a strategy for the reduction of excreta which included environmental, social and economic criteria, in order to provide production processes with clean production tolos.

KEYWORDS

Pig excreta, biodigesters, environmental impact assessment, sow silage, criteria (environmental, social and economic)

INTRODUCCION

La demanda y producción de alimentos cárnicos se ha incrementado de manera exponencial en los últimos años, tendencia que se relaciona directamente con el crecimiento poblacional, pues se espera que para el 2030 la población mundial sea de 9.300 millones de habitantes y se estima que el consumo de carne per cápita sea aproximadamente de 52 kg, siendo la carne de cerdo la de más consumo en el mundo [1]

En Colombia el consumo de carne de cerdo en la última década obtuvo un alza del 135%, que se atribuye a estrategias implementadas por el gremio, las cuales se basan en la tecnificación del sector, promoción y marketing; de esta manera se ha evidenciado el incremento del consumo per cápita de 4.8 kg en el 2010 a 11.2 kg en el 2019, por lo que, el aumento en la incorporación del cerdo en la dieta de los hogares colombianos ha pasado del 35 al 70 por ciento. Estas cifras han generado gran preocupación a la comunidad científica, debido al impacto ambiental que se evidencia en los diferentes procesos de la cadena de abastecimiento de carnes en razón al mal manejo de los residuos provenientes de esta actividad. [2]

La porcicultura se ha venido desarrollando de una manera importante en la economía del país; con el paso del tiempo fue cambiando el proceso realizado años atrás, ya que la crianza de estos animales era de manera artesanal, por lo que los seres humanos de la época no contaban con los conocimientos suficientes para poder identificar los impactos generadores de esta actividad y que conllevaban a las afectaciones al medio ambiente; a medida que la humanidad fue desarrollándose en sus creencias y en sus conocimientos, todo conllevó a que los impactos fueran identificados de manera notable, en materia ambiental, tales como: degradación del suelo, contaminación de fuentes hídricas, vectores (plagas), olores entre otros.

De acuerdo con los datos anteriores sobre la demanda de carne de cerdo a nivel nacional y regional, también se ha incrementado la actividad agroindustrial, económica de criaderos y granjas porcícolas, tanto así que la Asociación Colombiana de Porcicultores y el Fondo Nacional de Porcicultura, han publicado informes sobre la situación de la producción porcícola en Colombia como actividad agroindustrial, en aumento y ha destacado que actualmente se presenta una distribución de granjas porcícolas en Colombia siendo los Departamentos de Antioquia con 49.3%, Cundinamarca con 15.4%, Huila y Tolima con 13.6% los mayores productores porcícolas.

Teniendo como referencia los datos anteriormente descritos, en nuestro desarrollo del trabajo, nos enfocamos y orientamos en brindar una respuesta al interrogante general ¿Formulación de una alternativa para el manejo ambiental de las excretas provenientes de la producción porcina del criadero Porkinho en el Municipio de Fusagasugá Cundinamarca?

Para ello, se efectuará un diagnóstico de los procesos productivos porcícolas en el criadero Porkinho, con el fin de detectar si presenta un adecuado manejo de los residuos porcinos, ya que es fundamental la revisión, implementación y control de buenas prácticas; considerando los avances tecnológicos y normativos que se han efectuado a nivel mundial para el tratamiento adecuado de las excretas, de lo contrario se pueden ocasionar graves afectaciones al medio ambiente sobre el recurso hídrico, suelo y a la salud pública. [3]

Así mismo, se busca evaluar los impactos ambientales generados en el criadero Porkinho mediante el reconocimiento del lugar, lo que permitirá identificar la población y cantidad de trabajadores que se encuentran en la zona del criadero, para ello serán construidos y aplicados instrumentos como entrevistas y lista de chequeo, las cuales identificarán los procesos de producción porcícola; una vez recolectada la información se analizará de manera cualitativa y cuantitativa, para definir los criterios de los procesos operativos, económicos, ambientales y sociales que se encuentran inmersos dentro del criadero, dando paso a las fases metodológicas en las cuales se desarrollará la construcción y aplicación de la matriz de Leopold, para generar los componentes a evaluar, factores ambientales y procesos desarrollados dentro del mismo; estas herramientas permitirán medir la magnitud, importancia y estrategias a formular para el criadero porcícola objeto del análisis.

CAPITULO I: PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La Asociación Colombiana de Porcicultores y el Fondo Nacional de Porcicultura, han publicado informes sobre la situación de la producción porcícola en Colombia como actividad agroindustrial, y ha destacado que actualmente se presenta una distribución de granjas porcícolas en Colombia de la siguiente forma: 49.3% en Antioquia, 15.4% Cundinamarca, Huila y Tolima, 13.6% para Valle del Cauca y Cauca, 11% Santander, Boyacá, Meta y Casanare, 7 % Caldas, Quindío y Risaralda y un 4.1% en la Costa Atlántica. [4]

La demanda y producción de alimentos cárnicos se ha incrementado de manera exponencial en el transcurso de los últimos años, tendencia que se relaciona directamente con el crecimiento poblacional, pues se espera que para el 2030 la población mundial sea de 9.300 millones de habitantes y se estima que el consumo de carne per cápita sea aproximadamente de 52 kg, siendo la carne de cerdo del más alto consumo en el mundo. [1]

En nuestro País, el consumo de la carne de cerdo ha venido aumentando significativamente en la última década consiguiendo un alza del 35%, que se debe a estrategias de mercado implementadas por el gremio, basadas en la tecnificación del sector, promoción y marketing; logrando así el incremento del consumo per cápita de 4.8 kg en el 2010 a 11.2 kg en el 2019, luego entonces, el aumento en la incorporación del cerdo en la dieta de los hogares colombianos paso del 35 al 70 por ciento, razón por la cual estas cifras han generado gran preocupación en la comunidad científica, debido al impacto ambiental que se evidencia en los diferentes procesos de la cadena de abastecimiento de carnes a razón del mal manejo de los residuos provenientes de esta actividad. [2]

Teniendo en cuenta las graves afectaciones al medio ambiente sobre el recurso hídrico, suelo y la salud humana [3] por el mal manejo de los residuos porcinos, es importante la revisión, implementación y control de buenas prácticas, considerando los avances tecnológicos y normativos que se han realizado a nivel mundial para el tratamiento adecuado de las excretas, el crecimiento de la producción de este subsector ha ido en aumento en Colombia y se ha focalizado especialmente en los Departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Valle del Cauca representando un 45%, 21% y 14% respectivamente de la producción porcícola nacional [2], Por lo tanto, se hace necesario adaptar las tecnologías al contexto económico, social, político y territorial del país, logrando de esta manera identificar una adecuada implementación de las metodologías para reducir el impacto producido por estos desechos que en su medida pueden llegar a ser aprovechables en diferentes aspectos, por ejemplo, generación de energía alternativas (gas metano) [5]

De acuerdo con la situación presentada, referente al aumento de las granjas y agroindustrias que se dedican a la cría, levante, beneficio y procesamiento del ganado y subproductos porcinos, por el territorio nacional; resaltándose en un mayor auge en los Departamentos de Antioquia y Cundinamarca, este último en el cual se encuentra el área objeto de estudio de este trabajo de investigación, también trae consigo la presencia de problemas de tipo ambiental y sanitario, derivados de este tipo de producción, destacándose dentro de estos, la generación de los residuos orgánicos (porcinaza, placenta y cadáveres) e inorgánicos (envases y objetos utilizados en la granja); por lo tanto se considera que por cada 70 kg de peso vivo en la granja se producen de 4 a 5 kg de excretas porcinas, esta cifras generan preocupación

ya que es el desecho que se genera en mayor cantidad con respecto a otras actividades que se desarrollan. [6]

Las investigaciones académicas y prácticas dirigidas hacia el mejoramiento ambiental y sanitario de las comunidades tienen una alta relevancia social y más aún, cuando se buscan aplicar dentro del círculo rural, donde se gesta la actividad agroindustrial la cual tiene mayor influencia y afectación sobre los ecosistemas y las fuentes hídricas. Es ahí donde se encuentra la importancia profesional de la ingeniería ambiental y sanitaria, con el desarrollo de un trabajo investigativo como este, buscando la ejecución de medidas de mitigación y prevención, de los efectos negativos generados en el área de influencia de esta granja o criadero porcícola y de todas las que se dedican a la misma actividad agroeconómica mediante la formulación de una alternativa para el manejo ambiental de las excretas provenientes de la producción porcina del criadero Porkinho en el Municipio de Fusagasugá, Cundinamarca.

Bajo los anteriores planteamientos, el trabajo tiene como finalidad y orientación dar respuesta al interrogante general ¿Formulación de una alternativa para el manejo ambiental de las excretas provenientes de la producción porcina del criadero Porkinho en el Municipio de Fusagasugá Cundinamarca?

1.2 Justificación

Dentro de la investigación que se está llevando a cabo, y con la aplicación de los conocimientos obtenidos dentro del programa INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA, se busca, poder obtener resultados que puedan mitigar las necesidades que se presentan dentro del desarrollo de la actividad Porcicola, en el área rural y esencialmente dentro del manejo de las excretas que se producen dentro de dicha actividad; teniendo en cuenta que es uno de los índices más altos de producción que se genera, , por esto se desarrollan estrategias investigativas, , para controlar, mitigar afectaciones sobre los recursos naturales y las fuentes hídricas. . Así mismo se aplicarán herramientas de manejo técnico, ambientales y sanitarias, con el fin de dar cumplimiento a las estrategias investigativas, dentro de toda su área de influencia, la cual se encuentra ubicada en el criadero Porkinho en el Municipio de Fusagasugá Cundinamarca.

Los datos y resultados de investigaciones realizadas por estudiosos del tema, brindan un referente de importancia interdisciplinaria para el desarrollo del presente trabajo, ya que, como se puede observar, autores como [4], sostienen que la demanda y producción de alimentos cárnicos ha tenido aumento a nivel mundial y nacional debido al crecimiento poblacional; Colombia pasó de consumir 4.8 kg en el año 2010 a 11.2 kg en el 2019, donde se refleja claramente el auge del consumo a nivel nacional, esto debido al incremento de precios en cuanto a las otras proteínas vigentes, como el pescado, pollo y carne de res, siendo Colombia un país con un porcentaje de 42.5% de personas en situación de pobreza para el año 2020, por tanto la baja compra de esta proteína se refleja en poblaciones de ingresos bajos.

La razón más importante es la creación de alternativas idóneas para el diseño ambiental y sanitario de las excretas provenientes de la producción porcina del criadero Porkinho en el Municipio de Fusagasugá Cundinamarca, resulta procedente contar con los argumentos como los de [6], quienes encontraron, que actualmente las excretas porcinas han generado un impacto en la industria agrícola lo que ha generado que se enfoquen en dar soluciones que sean aprovechadas, debido a que dichas excretas contienen nutrientes de los cuales el 60% del concentrado son utilizados para la generación de energía y abonos brindando más ingresos económicos al criadero y a quien desarrolla dicha actividad.

Así mismo este trabajo presenta una novedad en el sentido que propicia una cercanía entre los productores porcícolas y la aplicación normativa ambiental, así como la gestión que debe realizar la secretaria de ambiente del municipio de Fusagasugá, la autoridad ambiental y la comunidad del sector, viendo el estado en que se encuentra el Criadero Porkinho, con el fin de que se realice una gestión y control para el mejoramiento del entorno ambiental y su relación con el proceso productivo mediante alternativas de producción más limpia, siguiendo los lineamientos del marco jurídico vigente; donde certifique la participación de los trabajadores y la población involucrada, lo cual se traza con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda de 2030 de la ONU [6] , lo que involucra el interés de las personas que realizan dicha actividad para el mejoramiento de sus procesos productivos, los cuales están siendo beneficiados con incentivos y adicional a eso evitan el cierre y multas.

El mejoramiento del entorno ambiental y su relación con el proceso productivo mediante alternativas de producción más limpia bajo un marco jurídico vigente y que garantice la participación de la población involucrada. Lo cual va directamente ligado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU [6] de gran impacto no solo por el hecho de la conservación de los recursos, sino que se ha convertido en un tema de especial interés para

el mejoramiento de la competitividad del sector agroindustrial y de la calidad de vida de la comunidad que interviene en el gremio porcícola, evitando así cierres y multas.

En congruencia con lo anterior, la formulación de estrategias en referencia, autores como [7] han desarrollado alternativas tecnológicas para el tratamiento de suelos, derivado de elementos metálicos, con el fin de mitigar y reformar; por ello el biocarbon forjo una primicia en el manejo de excretas de cerdo, permitiendo la disminución de concentraciones de plomo (Pb) presente en el suelo producto de la intervención de la industria minera. Esto, permite deducir que es posible generar alternativas tecnológicas que favorezcan el mejoramiento de los procesos productivos y la disminución de impactos en el ambiente.

Considerando que una de las variables de análisis del trabajo de investigación es el manejo de excretas porcinas, es primordial implementar estudios dirigido a la construcción de alternativas que cumpla la normatividad en cuanto a los índices permisibles de contaminación en un ecosistema o recurso natural, debido al mal manejo de los residuos porcinos, de igual forma es necesario tener en cuenta su aplicación y las actividades económicas y productivas de Colombia, a consideración que "Ejercen presiones" sobre el medio y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales, por ellos la comunidad empieza a enfrentar cambios en sus políticas ambientales, sectoriales y económicas, donde sigue lineamientos en cuanto a la formulación de un política que evalúe y abarque el problema que esté presente [8].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Formular una alternativa para el manejo ambiental de las excretas provenientes de la producción porcina del criadero Porkinho en el Municipio de Fusagasugá Cundinamarca.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de los procesos productivos porcícolas en el criadero Porkinho.
- Evaluar los impactos ambientales generados en el criadero Porkinho.
- Diseñar una estrategia para la disminución de impactos ambientales generados por la disposición de excretas en el criadero Porkinho.

CAPITULO II: MARCO TEORICO O REFERENCIAL

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Excretas porcinas

Es un subproducto de la producción porcícola que si no tiene un manejo adecuado equivale a un desecho contaminante. También se denomina como porcinaza, ya que este residuo debidamente tratado se puede emplear como fertilizante por su alta capacidad biodegradable y riqueza de nutrientes [6].

Para rebajar los efectos que ocasionan contaminación a las excretas porcinas o porcinaza, se le somete, uno de ellos es la fermentación anaerobia, que de acuerdo con [9] consiste en que el oxígeno no se encuentra presente, en el proceso de la descomposición, lo cual un 50% de la porcina es metabolizado y es la principal manera de obtener biogás e hidrogeno.

Del proceso anaeróbico al cual son sometidas las excretas porcinas, resulta un abono que es de alto contenido en nitrógeno, potasio y fósforo el cual es una fuente alta en nutrientes, que mejora las condiciones de los suelos, plantas y pastizales [6].

2.1.2 Procesos de Producción Limpia

Estos procesos consisten en la incorporación de estrategias de prevención ambiental a los procesos y a los productos de determinada actividad económica, en este caso la producción porcícola, con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente. De acuerdo con lo manifestado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [10] en los procesos de producción más limpia la principal estrategia debe conllevar a la reducción de los impactos, durante el ciclo de vida del producto, es decir desde que se extraen y procesan las materias primas hasta su disposición final.

De igual forma, debe tenerse en cuenta que, mediante la implementación de procesos de producción más limpia, existen alternativas viables para el desarrollo, con infraestructuras, económicas de fácil mantenimiento y con un transporte accesible, entre ellas encontramos los biodigestores, una de las principales alternativas que cumple con la función de transformar las excreta como contaminante a un servicio de energía renovable, por ello se consiguen efectos positivos como la reducción del riesgo ambiental y de sanidad para los trabajadores, la comunidad, los consumidores del producto final porcícola, así como también beneficios para las futuras generaciones, la fauna y flora existentes en determinada zona geográficas y de influencia de los procesos de producción, que para el caso del trabajo en desarrollo corresponde a la zona rural del en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca.

2.1.3 Desarrollo sostenible en la producción porcícola

En todos los procesos productivos de tipo agroindustrial se deben incorporar el usos de recursos naturales como el agua, las plantas, el aire y las corrientes de agua, entre otros, y es bajo este contexto que se debe hablar de desarrollo sostenible y en el caso de la producción porcícola, se utilizan grandes cantidades de agua, se producen altas cantidades de excretas y otros residuos que no deben ser vertidos a las fuentes de agua, por el contrario, requieren de un manejo adecuado y en línea con los parámetros de desarrollo sostenible.

Así las cosas y según con [11], el Desarrollo Sostenible es equivalente al consumo sostenible, que es en su definición es el uso adecuado de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y que provienen de recursos naturales, sin comprometer su abastecimiento para generaciones futuras y proporcionan una mejor calidad de vida, evitando la emisión de materiales tóxicos y de desperdicios contaminantes durante todo el proceso de producción.

En el mismo sentido [6] advierten que el desarrollo sostenible influye con el cuidado y mejora de la rentabilidad de los recursos, brindando el aumento de recursos renovables, y la disminución de desechos dando así una mejor calidad de vida.

2.1.4 Biodigestores

De acuerdo al plan de manejo ambiental (PMA) [6] que hace referencia a la Autoridad Nacional del Ambiente, CINSET de Panamá, afirman que los biodigestores son herramientas útiles para la producción de biogás, que genera presión sobre la materia fecal, en donde por medio de bacterias anaeróbicas causa el biogás.

Cuando se emplean los biodigestores para la producción de biogás a partir de las excretas de porcícolas, por ejemplo, traen grandes beneficios ambientales y sanitarios, dentro de estos se encuentran, la falta de tratamiento de la materia orgánica antes de este proceso, en el cual se logra la energía como biogás, baja la intensidad de los olores generados por la materia fecal, reduce los factores contaminantes, es de fácil almacenamiento, manejo y no requiere mantenimiento, el área es menor, bajo costo.

Como anteriormente se menciona los beneficios de la implementación de un biodigestor; se evidencio en el biodigestor implementado en la granja porcícola en el Departamento de Boyacá, municipio de Tibana, el cual intenta combatir la problemática, ambiental, social y económica; para esta granja, lo cual se estructuro el biodigestor con material de concreto, lo que beneficia al porcicultor ya que tendrá una vida útil, cabe mencionar que la temperatura también favorece en el proceso eficiente en la generación de biogás por ello es recomendable que se lleve a cabo a una temperatura de 30°C a 40 °C y de 55 °C a 60°C; las excretas de cerdo no necesitan tratamiento antes de introducirlo en el biodigestor pero como desventaja se tiene que el abono orgánico sale liquido por ende al regar dicho efluente en el suelo permeables puede generar perdidas por lixiviados de alguno de sus componente.

2.1.5 Plan de manejo ambiental

Al respecto [12] argumentan que los planes de manejo Integral se han convertido en una valiosa herramienta de gestión por medio de la cual se establecen las medidas de manejo ambiental para proyectos de desarrollo que deben ser ejecutados en proyectos, obras o actividades en las fases de construcción, operación, desmantelamiento y abandono. Por lo anterior y teniendo en consideración que el trabajo en desarrollo pretende la formulación de una alternativa para el manejo ambiental de las excretas provenientes de la producción porcina del criadero Porkinho de un municipio de Colombia, la incorporación del plan de manejo integral, conduce a facilitar que esta empresa, como lo dice [13], dentro de los proyectos y procesos de producción, tengan un control adecuado y eficiente sobre sus impactos ambientales y realicen un desarrollo armónico en su entorno, por lo que se hace fundamental que los procesos se rijan por la norma establecida para el cuidado del medio ambiente como lo plantea ICA (Instituto Colombiano agropecuario) el 28 de septiembre de 2007 resolución 2640 referente al manejo

ambiental e instructivo, frente al criadero en donde es necesario llevar acabo cada uno de los estatutos expuestos en la norma, evitando sanciones, multa y cierres temporales o permanentes. [14]

2.1.6 Matriz de Leopold

La evaluación de impacto ambiental surge tras la necesidad de un enfoque sustentables para remediar los efectos negativos en el medio ambiente productos de la intervención humana, por lo que se requiere la aplicación de acciones estructurales como, la infraestructura urbana y servicios básicos, no sin antes conocer la necesidad de los factores ambientales en el territorio en general, por ende, se modificó y adaptó la Matriz de Leopold, para la evaluación de los impactos ambientales en el criadero, siendo esta un herramienta útil para abordar las causas y efectos de las actividades realizadas por la actividad antrópica; consiste en un cuadro de doble entrada en el que se dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas que tienen lugar y que pueden causar posibles alteraciones.

2.2 Marco Teórico

Para realizar un acercamiento teórico al tema objeto al trabajo de investigación, se debe comenzar por el referente de la porcicultura como actividad económica, en palabras de [15], “La porcicultura es la crianza de los cerdos con fines agroindustriales, por lo cual se debe identificar los siguientes factores, las condiciones del clima, facilidades del transporte, disposición de herramientas de trabajo, demanda de los productos y mercadeo, buscando siempre los mayores ingresos o rentabilidad para el poricultor”.

Acorde con lo anterior, ha publicado la Asociación Colombiana de Porcicultores, en asocio con el Fondo Nacional de Porcicultura. Sociedad de Agricultores de Colombia. [16] que las granjas dedicadas a los procesos productivos de la porcicultura en su mayoría producen un gran porcentaje de excretas de cerdo a las que se les llama porcinaza, la cual se encuentra compuesta de la siguiente forma.

“55% de heces fecales y 45% de orina, su porcentaje de humedad es del 90% y la materia seca constituida por alimento y polvo es del 10%. Por cada 100kg de porcinaza se genera 0.25kg de demanda biológica de oxígeno y 0.75% kg de demanda química de oxígeno, Los factores que influyen en la calidad de la porcinaza, son la edad, madures fisiológica, cantidad y calidad de alimento ingerido, volumen de agua consumida y el clima. La porcinaza como producto final es rica en nitrógeno, con un 60% de nitrógeno orgánico y 40 % de nitrógeno amoniacal, alto contenido de proteína. Por acción de las bacterias aeróbicas que transforman el nitrógeno orgánico en amoniacal, y este por medio del mismo tipo de bacteria es llevado a suelos a nitritos (NO₂) y nitratos (NO₃), en esta etapa el suelo absorbe el nitrógeno” [16] p.46).

De acuerdo con el referente teórico expuesto por [17] Dentro de las prácticas de Producción Más Limpia se encuentra la del sistema de generación de biogás y abono biológico mediante el tratamiento de los residuos producidos en una granja porcícola, se ha considerado como una de las practicas más eficientes, en donde su importancia radica en base al objetivo de reducir el impacto ambiental por medio de la fermentación anaeróbica, por lo que es transformado en gas metano que es utilizado como energía renovable, por lo que es ligada al desarrollo sostenible, que contribuye a la disminución de los gases de efecto invernadero y mitigación de los efectos del constante cambio climático mundial. Para esto se realiza una

campaña de divulgación de parámetros técnicos, sociales, ambientales y económicos en las industrias del sector brindando la posibilidad de reducir costos con energías renovables. (Autoridad Nacional del Ambiente, CINSET Panamá, Cooperativa de Servicios Múltiples Juan XXIII) El resultado de estos biodigestores, es la producción de carbón orgánico bajo en bióxido de carbono y metano gaseoso, así mismo, el espacio anaeróbico por un tiempo extendido impide la aparición de organismos patógenos y parásitos intestinales.

En el mismo sentido, [18], menciona que la porcínaza o sustrato, también se utiliza como compost o bio abono, en la lombricultura ya que se somete a fermentación los residuos orgánicos sólidos y semisólidos, obteniendo dentro de un periodo de 6 a 8 semanas un material humificado, que por medio de los microorganismos y las lombrices, transforma la materia orgánica en humus, lombricompost y fomenta la producción de lombrices ricas en proteínas para consumo animal, libre de plagas y patógenos, rico en microorganismos y elementos, que nutren las plantas y alimentan el suelo.

Sumado a lo anterior, el compostaje es un proceso de biooxidación controlado, que requiere de humedad, temperatura, sustratos orgánicos y microorganismos, que dan como resultado la degradación de la materia orgánica en dióxido de carbono (CO₂), agua y minerales; el compost es una materia libre de Fito toxinas y lista para ser utilizada en la agricultura. [19]

El elevado consumo de carne de cerdo conlleva que a nivel nacional y departamental tenga un incremento en la producción porcícola para el transcurso del año 2022 se evidencian cifras vigentes hasta el mes de junio una cantidad de 44.878 toneladas de cerdo mensual, mientras que, para el mismo mes, del año anterior fue de 42.638 toneladas mensuales teniendo un incremento de 2.240 toneladas para el año en curso. Donde los criaderos elevan su producción a gran escala, saliéndose de los límites permisibles de excretas de cerdo, contribuyendo al aumento desenfrenado en la contaminación del medio ambiente y a la salud, sin contar con los elevados costos tanto en los bienes de producción como en la venta al cliente.

Esta es una de las actividades que tiene un gran aporte económico para el país; haciendo énfasis a que la mayoría de los criaderos a nivel Nacional y Departamental son artesanales. Por lo tanto la disposición final de este residuo no cuenta con el manejo adecuado, lo que conlleva a que genere factores que influyen en la contaminación del medio ambiente (agua, suelo, aire) y en la salud humana (**cisticercosis**, erisipela, Infección por *Streptococcus* entre otras) [20] dichas enfermedades se encuentran inyectadas o impresas en el suelo y el agua, contribuyendo a que sea más factible que los cerdos puedan portar estas enfermedades, por ello es necesario aislar patógenos, bacterias y microorganismos de fuentes vitales para el ser humano.

En la actualidad, en este sector debido a la alta demanda de producción, ha generado que productores, a nivel Nacional e Internacional, en pro de cumplir las normativas vigentes implementen tecnologías más avanzadas, en función de brindar un buen manejo a las excretas, entre ellas se destacan: los biocombustibles, biodiesel, biodigestores (generador de energía), laguna de estabilización y Sistema Wetlands [21]

2.3 Marco Normativo

Con el fin de formular una alternativa para el manejo ambiental de las excretas provenientes de la producción porcina del criadero Porkinho en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, es preciso tener en consideración para el desarrollo del proyecto la legislación vigente en materia de explotación porcícola, con el objetivo de reducir los posibles impactos y cumplir con todos los requisitos de legalidad respecto al uso de los componentes fundamentales del ambiente como es el suelo en el criadero o la granja

Menciona [22], que las granjas porcícolas deben presentar el certificado que testifique que el uso del suelo utilizado para el desarrollo de su producción porcícola, sea emitido por la secretaria de Planeación Municipal y permita la ejecución de esta actividad agropecuaria.

2.3.1 Bases legales Concesión de aguas:

Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.3.1. (Decreto 1541 de 1978, artículo 36) Disposiciones Comunes: Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas. [23]

2.3.2 Bases legales Manejo de residuos:

Decreto 1077 de 2015, Título 2-servicio público de aseo (antiguo decreto 2981 del 2013). “Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio” [24]

Decreto 1076 del 2015-título 6-“residuos peligrosos” (antiguo decreto 2981 del 2013). “Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible” [25]

2.3.3 Bases legales Control de Olores:

Resolución 1541 de 2013. “Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones” [26]

2.2.4 Bases legales Plan de fertilización:

Resolución 1023 de 2005. “Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación”. Las granjas porcícolas deberán presentar el respectivo plan de fertilización de acuerdo con los lineamientos establecidos en la guía ambiental del subsector porcícola [4].

De igual forma se debe tener en cuenta la normatividad de carácter general en temas ambientales y manejos de residuos en Colombia, entre estas se encuentran

- Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y protección al medio ambiente, Decreto Ley 2811 de 1974; Factores del deterioran el ambiente [27]
- Resolución 76509 de 2020 Instituto Colombiano Agropecuario Certificación de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) en la producción de porción. [28]
- Protocolo de vertimientos a este recurso, a los suelos y a los alcantarillados” (Decreto 3930 de 2010 de Nivel Nacional. (Presidencia de la República de Colombia). [29]

- Resolución 0415 del 2010 por medio de la cual “se reglamenta el Registro Único de Infractores Ambientales (RUIA) y se toman otras determinaciones”, [30]
- Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales en el artículo 56) que entre otras exigencias tiene: un diagnóstico ambiental de alternativas, así como el estudio de impacto ambiental, esto posteriormente se reglamenta con el decreto 1753 de 1994 [31]
- Decreto 4741, 2005 Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final [32].
- Decreto 2981, 2013 Es la optimización de los procesos productivos tendiente a disminuir la generación de residuos sólidos [33].
- Resolución 0631 vertimientos a cuerpos de agua puntuales. [34]

2.4 Antecedentes

De acuerdo a los autores, Cáceres, et al. En el trabajo de grado “*Plan de manejo ambiental (PMA) para el proceso de producción porcícola, una alternativa de producción más limpia en la vereda la aguadita*” el trabajo presenta un diagnóstico Ambiental de la vereda El Bermejál del centro poblado La Aguadita del municipio de Fusagasugá, el trabajo en mención, realizó un acercamiento a la inadecuada gestión de las excretas en criaderos y granjas de producción porcícola, debido a que los inadecuados vertimientos afectan las fuentes y corrientes hídricas, alterando la calidad de agua que consume la población del municipio de Fusagasugá. El Plan de Manejo Ambiental (PMA), buscó un acercamiento entre la Secretaría de Ambiente del municipio de Fusagasugá y la comunidad de la vereda, quien contribuyó al mejoramiento del entorno ambiental y su relación con el proceso productivo, ligado al marco jurídico vigente, por lo cual la población participo en el desarrollo alternativas de producción más limpia [6]p. 10).

En el trabajo de investigación publicado en el año 2017, se desarrolló un “Diagnóstico General de Sistemas Productivos Porcinos en el Municipio de Concepción”, elaborado por [35] en donde su objetivo general fue, realizar un diagnóstico general de los sistemas productivos de la región en 24 veredas y en la zona urbana, por consiguiente se realizó una comparación de los parámetros y el manejo de la porcicultura en el municipio, con base en la información obtenía por el censo agropecuario y el sondeo realizado en la visita de campo.

Después de realizar las visitas a los criaderos porcícolas, se evidencio que, las granjas porcícolas tienen una deficiente tecnificación en sus instalaciones, por lo que los procesos llevados a cabo en cada granja no cuentan con prácticas responsable con el ambiente, por ello la disposición final de los residuos no tienen tratamiento ni control alguno, produciendo afectaciones de importancia al ecosistema [35] p 23).

Por otro lado, la falta de capacitación en temas relacionados con la producción y manejo de excretas porcinas se ve reflejada en el resultado limitado en el manejo de desechos y explotación porcina, el cual genera enfermedades por la falta de condiciones sanitaria ideales para su desarrollo, por ello los porcicultores se ven obligados a incrementar más los costos de producción, para suplir el atraso del proceso productivo.

En el documento “Prestación del servicio de asistencia técnica integral pecuaria dirigida a pequeños y medianos productores porcícolas del municipio de Fusagasugá 2018”. El Instituto Colombiano Agropecuario ICA en atención a la Resolución ICA 2640 de 2013 promueve la iniciativa para implementar programas de buenas prácticas ambientales en el subsector porcícola, con el fin de capacitar a la comunidad campesina en las veredas del municipio de Fusagasugá sobre la normatividad vigente.

Aunque la asistencia comenzó a aplicarse en algunas veredas, se ha ido expandiendo y sus resultados son un buen aporte de referencia con relación al proyecto de interés aplicado en otro lugar, pero con los mismos ideales como es el caso del plan integral para el manejo de excretas en el del criadero Porkhino objeto del trabajo ambiental en desarrollo.

Seguidamente se logró analizar el proyecto de grado “*Evaluación Ambiental al Criadero de Porcicultura Granja Campo Alegre en el Municipio de Acacias-Meta en la Vereda El Resguardo*”, desarrollado por [36], el trabajo tenía como propósito realizar la matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales (ASPI), para evaluarlos mediante la matriz de Conesa y teniendo en cuenta criterios como; el proceso productivo del criadero, impactos ambientales, sociales, económicos y culturales, para ejecutar dicha matriz se realizó una visita de campo a la granja, para determinar e identificar los impactos generados establecidos, los criterios de manejo ambiental en base a las características y condiciones vistas.

El trabajo presenta un aporte referencial y conceptual, en la medida que muestra impactos similares a los que se han venido mencionando anteriormente en el estado del arte, en los impactos sociales, ambientales, económicos y culturales, por falta de infraestructura que presenta la granja, por lo tanto autores que incluyen dentro de su plan de manejo desarrollar practicas responsable que mitiguen los impactos generados, hacen referencia a programas que capaciten a las personas a implementar infraestructura en pro de una buena producción, mediante pozos séptico y compostadores que contribuyan al ambiente [36].

Se encontró a [37] en el trabajo “*Formulación de un plan de manejo ambiental para una unidad porcícola en la Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra*”, esta investigación se ocupó de analizar los tipos de contaminación ambiental y los efectos que causa en el entorno la producción porcícola.

Se considera en los resultados del estudio de la formulación de un plan de manejo ambiental para una unidad porcícola en la institución educativa departamental instituto, mediante la definición de los aspectos ambientales y la evaluación de impactos derivados de la unidad porcícola mediante la metodología CONESA, que estos impactos significativos fueron: “contaminación del aire y del recurso hídrico (río Bahamón), erosión del suelo, alteración en la cadena biológica de fauna y la alteración de las actividades económicas que hacen uso del recurso hídrico; por lo tanto es importante la conservación y preservación del río Bahamón puesto que es la única fuente hídrica de la cual se abastece la comunidad” [37]

En el artículo “*Impacto ambiental de la producción porcina y estrategias para su mitigación*”, escrito y publicado por [38], hace una descripción de la situación de la producción porcícola y su impacto al medio ambiente, buscando alternativas para mitigar estos efectos y lograr una producción más limpia y sostenible de los recursos naturales.

El tratamiento de los residuos producidos por los cerdos requiere de un manejo integral, por lo que debe de considerar factores como el tipo de residuo, características del residuo, carga contaminante, clima, aspectos económicos, técnicos, legales, ubicación y tamaño de la unidad de producción porcina [38]

La autora en mención argumenta que se debe verificar que la carne de cerdo que se produce en las granjas tenga las condiciones de salubridad para evitar la proliferación de bacterias que son letales para los humanos, debido a que la producción porcina es una de las actividades pecuarias con un alto efecto en el medio ambiente debido a la alta generación y concentración de olores de los residuos (heces, orina y purín). Por lo tanto, requieren que gestionen las estrategias para el manejo de las excretas sean utilizadas en abonos orgánicos o en generación de energías amigables.

En el año 2022, la Asociación Colombiana de Porcicultores (ACP), el Fondo Nacional de Porcicultura (FNP), el Ministerio del Medio Ambiente y la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC), publicaron *“La guía ambiental para las granjas porcícolas”*, con el fin de proveer una herramienta para educar, concientizar y orientar las buenas prácticas de manejo de los residuos sólidos, así como consultas jurídicas, técnicas, metodológicas y procedimentales.

Dentro de sus principales aportes al tema que ocupa el trabajo en desarrollo sobre la formulación de estrategias para el tratamiento integral de las excretas de la producción porcícola, la guía, describe valiosas herramientas de gestión como resultado de esta, muestra aspectos ambientales, económicos y socioculturales dando una estabilidad a todos los procesos que se caracterizan en el tema de agricultura sostenible y orgánica brindando conciencia de biotransformación a la sociedades futuras y brindar una disminución los impactos ambientales [16].

CAPITULO III: METODOLOGIA

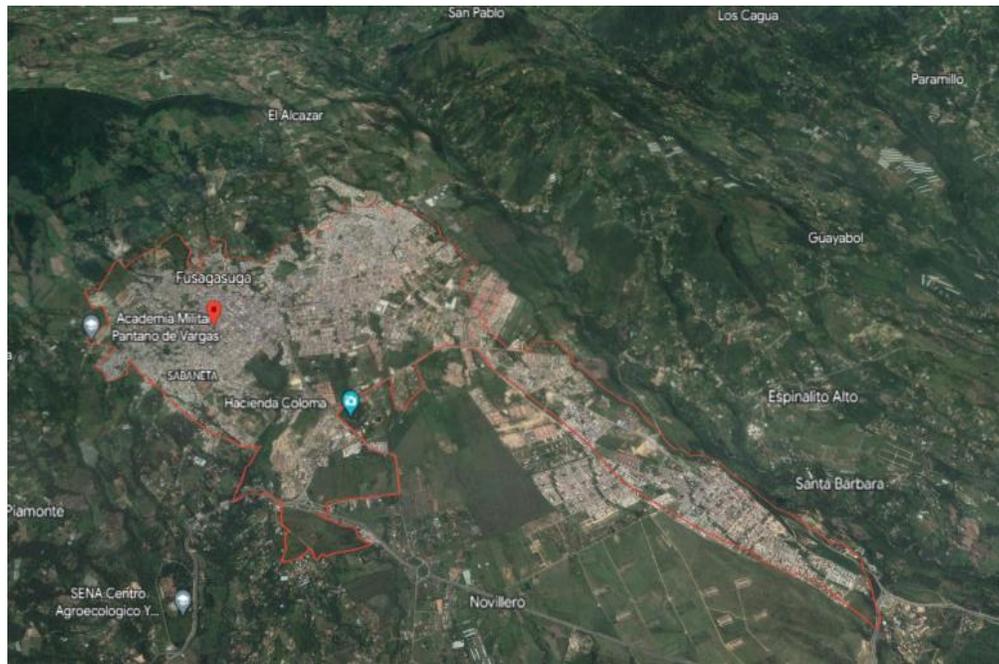
3.1 Fase I. Diagnóstico de los procesos productivos porcícolas en el criadero Porkinho.

3.1.1 Actividad 1. Reconocimiento del criadero porcícola Porkinho.

Se hizo una visita de campo que permitió el reconocimiento del criadero Porkinho, ubicado en la vereda la Trinidad a 4°17'31" LN 74°23'9" LO, ver figura 1 y figura 2 en el cual se evidencian los procesos productivos porcícolas que va enfocado a la cría de cerdos, la cantidad de trabajadores que se encuentran laborando dentro del criadero, predios construidos y no construidos que están ubicados en el área de influencia y la cercanía a ecosistemas y recursos naturales.

Figura 1

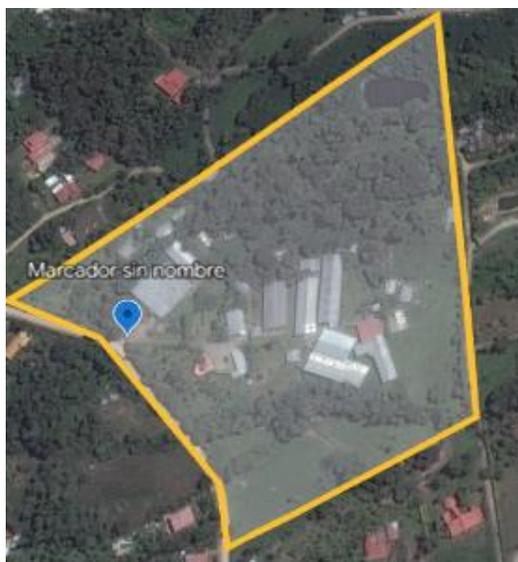
Mapa Municipio de Fusagasugá Cundinamarca.



Nota. Google Earth Pro [39]

Figura 2

Criadero Porkinho.



Nota. Google Earth Pro [40]

3.1.2 Actividad 2. Diseño de los instrumentos de recolección de información.

En la elaboración de los instrumentos se desarrolló dos entrevistas semiestructuradas junto con la ejecución de dos encuestas, una dirigida a los trabajadores y la otra a los habitantes que viven cerca al criadero, la cual tiene 10 preguntas, que permiten evidenciar las actividades que se realizan dentro de la granja, la cual partió desde sus procesos productivos hasta sus alternativas de manejo de excretas porcinas, mientras que para los habitantes aledaños al criadero van enfocadas a la afectaciones que este lugar generen para ellos, ver anexo 1 y 2.

Así mismo, se elaboró una lista de chequeo, ver tabla 4 que permitió evidenciar los aspectos más importantes y relevantes en el proceso de producción del criadero teniendo en cuenta aspectos técnicos, operativos, sociales, económicos y ambientales, esto con el fin de mostrar el cumplimiento de los lineamientos requeridos para operar en dicha actividad, la lista de chequeo consta de una tabla que tiene como prioridad los aspectos a evaluar antes mencionados.

3.1.3 Actividad 3. Recopilación de la información

La recopilación de información se realizó a través de la aplicación de los instrumentos que han sido mencionados con antelación. Inicialmente, se llevó a cabo el acercamiento con la población aledaña y los trabajadores; posteriormente, después de llegar al criadero se hizo un recorrido de reconocimiento del lugar, mientras se hacía el

recorrido se pudo observar a los trabajadores realizando sus funciones en cada proceso, en donde iban explicando cada actividad.

En la aplicación del instrumento (encuesta) para la población, se realizó el reconocimiento de la zona, se escuchó las inconformidades que presenta la comunidad debido al funcionamiento del criadero, un primer aspecto que resalta es que las personas de la tercera edad superan a la población joven o adulta, esto debido a que en su mayoría las personas jóvenes que conforman el núcleo familiar se encontraban laborando fuera de la zona y otros estaban laborando dentro del criadero.

3.1.4 Tamaño de la muestra seleccionada

Para el tamaño de la muestra se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que la población circunvecina es baja, por ello se definió [41] aplicar dichas encuestas (ver anexo1) para todo el núcleo familiar, por lo que se estableció a las 10 casa aledañas al criadero.

3.1.5 Actividad 4. Análisis de la información

Una vez se obtuvo la información a través de la aplicación de los instrumentos, se construyó graficas que representan la información obtenida, para posteriormente ser analizada de manera cualitativa y cuantitativa, por ello se realizó una visita de campo para obtener más información de manera predictiva la cual contempla la probabilidad de los resultados de lo que se observa a lo que se plasma en dichas encuestas, por ende permitió definir los criterios en los proceso operativos, económicos, sociales y ambientales que se encuentren inmersos dentro del criadero.

3.2 FASE II. Evaluación de los impactos ambientales generados en el criadero PORKHINO

3.2.2 Actividad 1. Evaluación de impacto ambiental a través de visita de campo.

Se aplicó la matriz de Leopold y con ello se determinó los componentes, factores ambientales y las acciones que se generan en el criadero; a través de este proceso de evaluación se tuvo en consideración la magnitud, la importancia y sus variantes de acuerdo al impacto positivo o negativo, también se tuvo en cuenta clasificaciones como intensidad, afectación, duración e influencia tal como los refiere los siguientes autores [42], explicado en las siguientes figuras.

Figura 3

Matriz de Leopold

Figura 4

Magnitud e importancia.

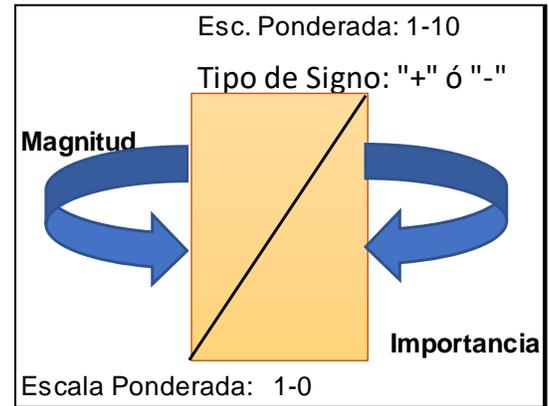


Figura 5

Impactos negativos.

IMPACTOS NEGATIVOS						
MAGNITUD			INTENSIDAD			
INTENSIDAD	AFECTACIÓN	CALIFICACIÓN	DURACIÓN	INFLUENCIA	CALIFICACIÓN	
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1	
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2	
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3	
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4	
Media	Media	-5	Media	Local	5	
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6	
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7	
Alta	Media	-8	Media	regional	8	
Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9	
Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional	10	

Figura 6

Impactos positivos.

IMPACTOS POSITIVOS					
MAGNITUD			INTENSIDAD		
INTENSIDAD	AFECCIÓN	CALIFICACIÓN	DURACIÓN	INFLUENCIA	CALIFICACIÓN
Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8	Media	regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

Tabla 1

Valoración de impactos.

200	Impacto bajo	-50 a -
500	Impacto medio	-200 a -
1500	Impacto alto	-500 a -
	Impacto crítico	-1500 >

En la visita de campo de aplico la Matriz de Leopold [43] luego de obtener la información se sistematizo en el software Microsoft Excel, lo cual permitió tener de manera digital los datos para poder analizar dicha información teniendo en cuenta lo impactos relevantes ya sean positivos o negativos para poder entender el escenario del proceso productivo del criadero, una vez conocido esos impactos se tendrán criterios para poder enfocar una alternativa.

3.3 FASE III: Diseñar una estrategia para la disminución de impactos ambientales generados por la disposición de excretas en el criadero PORKHINO

El diseño de la estrategia se define según la revisión bibliográfica, de acuerdo a las alternativas seleccionadas se ejecutará en el criadero las que tengan mayor beneficio en su funcionamiento y eficiencia la cual va en pro del manejo adecuado de excretas y la disminución de contaminación que estas puedan generar.

3.3.1 Actividad 1. Definición de criterios para el sistema alternativo

De acuerdo con los resultados obtenidos en la fase 1 y 2 se determinaron los factores económicos, ambientales, sociales y productivos, los cuales facilitan la delimitación de criterios para el diseño de estrategias enfocado en el manejo de excretas provenientes de la producción porcícola.

3.3.2 Actividad 2. Selección de una estrategia para la disposición de excretas.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica en base de datos científicas, enfocadas en las estrategias para las excretas a nivel agrícola, lo cual permitió desarrollar una comparación de los componentes económicos, social, ambiental y operativo, una vez analizado los sistemas en función de los cuatro componentes se seleccionó la alternativa más viable para el criadero porcícola Porkinho.

3.3.3. Actividad 3. Diseño de la estrategia para la gestión de excretas.

Se realizó una propuesta de implementación para una futura ejecución de acuerdo a la estrategia que se haya elegido como resultado de la actividad anterior, teniendo en cuenta las condiciones de viabilidad y factibilidad de adaptarse, lo que contribuirá a la gestión y el manejo de las excretas en el criadero.

3.3.4 Actividad 4. Estrategia de comunicación

Para el desarrollo de la estrategia de comunicación, se elaboró una ilustración (Infografías) que contempló los aspectos relevantes del sistema alternativo para la gestión de excretas.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Diagnóstico de los procesos productivos porcícolas en el criadero Porkinho

Se realizó la visita de campo al criadero Porkinho el cual cuenta con una trayectoria de 20 años dedicados a la producción porcícola en la vereda la trinidad, destacándose en el rendimiento de crianza de cerdos, para acceder al criadero, se movilizó desde el municipio de Fusagasugá utilizando la carretera Departamental Fusagasugá – Arbeláez. A partir de este punto, se tomó el camino que se encuentra a la derecha y que conduce a la vereda La Trinidad. Se utilizó el Centro de Salud La Trinidad como punto de referencia. La distancia aproximada entre el punto de partida inicial y este punto de referencia es de alrededor de 8 kilómetros.

Luego, se giró a la derecha desde el Centro de Salud y se continuó por un camino destapado o trocha, recorriendo una distancia de 1 kilómetro hasta llegar a la granja. Antes de ingresar a la granja para llevar a cabo el recorrido, se realizó una breve exploración de los alrededores de la granja, los cuales presentaban árboles nativos, quebradas y una reserva natural detrás de la granja. Además, se tomó nota de las coordenadas exactas utilizando una brújula para determinar con precisión la ubicación de la granja.

4.1.1 Reconocimiento del criadero porcícola Porkinho.

En la tabla 2 se encuentra la caracterización de la zona de estudio donde se evidencio el funcionamiento de los procesos productivos de la granja Porkinho.

Tabla 2

Procesos productivos del criadero.

FASES DE LA PRODUCCION	DESCRIPCIÓN
CUARENTENA	Se refiere a que las cerdas que están en gestación y han tenido su primer parto, deben contar con una cuarentena como manera preventiva para evitar el contagio de enfermedades a los demás cerdos.
GESTACIÓN	En esta fase nacen aproximadamente 18 cerdos por marrana, y manejan una tasa de mortalidad promedio de 5 cerdos por semana; de los cuales los cerdos nacen con un peso de 6 kilos, y en el momento contaban con 289 cerdas madres y 48 en gestación primerizas.
LACTANCIA- PARIDERAS	En esta fase hay 500 cerdos aproximadamente de los cuales las marranas alimentan sus crías por 20 días, después son separados para pasar al proceso de precebos.
PRECEBOS	En este proceso hay 800 cerdos los cuales duran cuatro semanas para luego al área de prelevante. conociendo los impactos que generan las excretas en esta etapa se resalta el incremento debido a la cantidad de cerdo que hay en esta fase.

PRELEVANTE

Crían aproximadamente 500 cerdos y los tienen por 4 semanas en esta área, luego son llevados a otra granja de engorde y comercialización. En esta fase se resalta la disminución de generación de excretas ya que el tiempo que permanecen los cerdos es corto y son trasladados a otra granja para seguir con su proceso de engorde.

Planta operativa

En la tabla 3, se evidencia la cantidad de trabajadores que desempeñan sus funciones en el criadero PORKINHO, por ello se determinó de acuerdo a las áreas ya antes mencionadas en la tabla 2.

Tabla 3

Planta operativa del criadero

NOMBRE DEL TRABAJADOR	AREA LABORAL	DESCRIPCIÓN
Trabajador 1	Administrador	Es la persona encargada de cerciorarse que todos los procesos de la granja estén funcionando correctamente.
Trabajador 2	Cuarentena	Se encarga de desinfectar la marrana, alimentarla y limpiar la porqueriza.
Trabajador 3	Gestación	Es la persona en cargada de estimular el celo del marrano e inseminación.
Trabajador 4	Parideras	Persona encargada de inducir el parto de las marranas, arregla la camada, pesa las crías, descolmilla y vacunación contra enfermedades.
Trabajador 5	Engorde	Es la persona encargada de hacer aseo y dar la alimentación a los cerdos que están en aumento para así poder ser trasladados a otra granja en donde seguirá sus procesos de engorde.
Trabajador 6	Compostaje	Es la persona delegada para transformar toda la materia orgánica en compostaje.

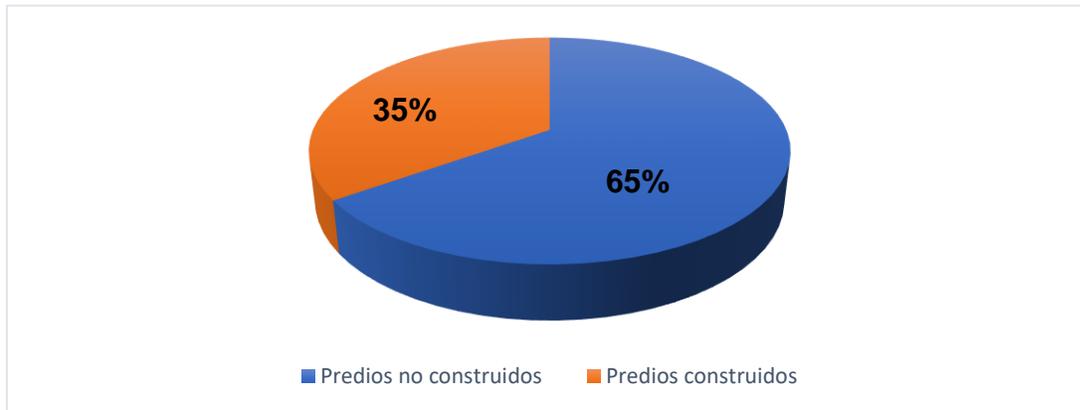
Caracterización de la zona de influencia de la porcicultura

De acuerdo a la visita de campo realizada en el criadero Porkinho, se evidenciaron la cantidad aproximada de viviendas campesinas y predios que se encuentran alrededor o cerca al criadero; La vía de acceso al criadero comienza desde la vía Departamental Fusagasugá -Arbeláez, lo cual cuenta con 8 km teniendo como punto de referencia el puesto de salud la Trinidad.

Se observó durante el recorrido ,15 lotes no construidos de cada lado, 6 metros más adelante se encontró una zona poblada de 12 lotes construidos aproximadamente, a continuación, en la **figura 7** se mostrará los porcentajes que ocupa cada lote en la zona de la vereda la Trinidad que colinda con el criadero.

Figura 7

Predios construidos y predios no construidos.



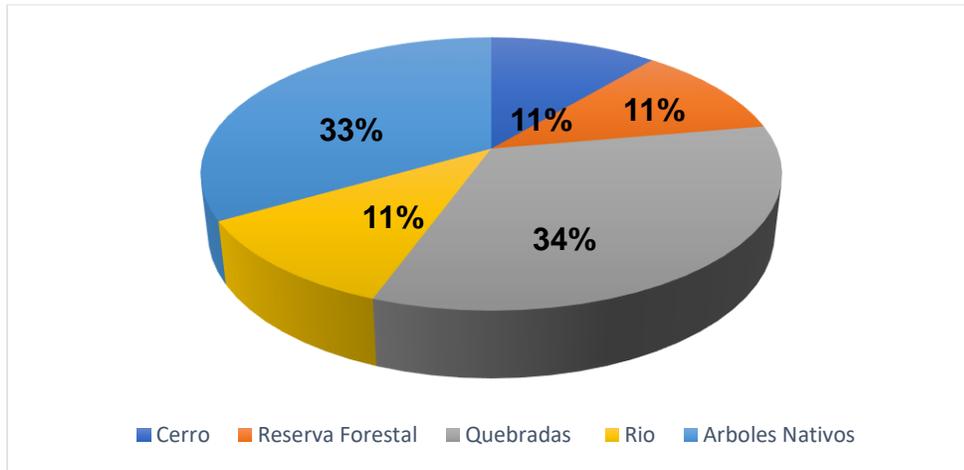
De acuerdo a la figura 7 y al recorrido que se realizó, se pudo identificar la cantidad de predios construidos y predios no construidos con el fin de hacer un sondeo preliminar acerca de la cantidad de habitantes que se encuentran alrededor del criadero, es importante destacar que la cantidad de lotes no construidos son mayor y no se tiene algún tipo de información que impliquen un proceso de venta, se infiere que son lotes que tendrán un fin económico y no para residir en la zona, mientras que los lotes construidos son poco se obtuvo información de que las personas que residen son pensionadas y buscan descansar de la ciudad.

Recursos Naturales

Alrededor del criadero se visualizó una amplia variedad de flora, en dónde se encontró, que la granja colinda con el cerro pico de plata, una reserva forestal, aproximadamente tres quebradas que desembocan en el Rio Batán y por última árboles nativos de la región tales como: Arrayán (*Myrcia popayanesis*) , Mano de Oso (*Oreopanax incisus*) , Cucharón, Sauco, Abuelo y Garbanzo Espino (*Duranta mutisil*) y otro como palo de agua y eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) [44].

A continuación, se mostrará en la figura 8 la división de la flora.

Figura 8
Recursos naturales cerca al criadero Porkinho.



De acuerdo a la **figura 8**, se representó los recursos de flora existentes en esa área de influencia, como ya se mencionó anteriormente, es importante tener en cuenta la relación directa con el criadero, ya que los impactos que se generan en el criadero alteran los procesos de estabilización de los recursos naturales, cabe destacar que las quebradas y los árboles son altamente vulnerables con respecto a los ya mencionado esto debido a que se encuentra alrededor del criadero, por ello se mencionó de acuerdo a la formulación de un plan de manejo ambiental en la institución educativa Departamental de Cundinamarca, se destaca la relevancia de trazabilidad en cuanto al manejo y conocimiento para la recuperación y mejoramiento de los recursos naturales por ello se planteó la iniciativa de crear un PEGIRS, concluyendo en capacitaciones para los habitantes y estudiantes que deseen desarrollar un uso adecuado de los residuos generados por las excretas. [45]

Aspectos importantes en los procesos productivos del criadero.

Se elaboró una lista de chequeo que permitió evidenciar aspectos importantes y relevantes como la producción del criadero teniendo en cuenta aspectos técnicos, operativos, sociales, económicos y ambientales, lo anterior dicho se expresa en la tabla 4.

Tabla 4

Lista de chequeo de caracterización.

ASPECTO A EVALUAR	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES
1. INFRAESTRUCTURA Y ADECUACIONES DEL CRIADERO	X			Se observó que el criadero cumple con las normas básicas de infraestructura, de acuerdo a la Resolución N° 076509 del 25 de septiembre del 2020 [46] para ejercer su producción porcina.

2.	IMPLEMENTOS DE BIOSEGURIDAD	X	De acuerdo a la Resolución 002640 de septiembre 28 del 2007, [47] se observa que los trabajadores cuentan, con elementos de bioseguridad (Overoles tapabocas, Guantes y botas), duchas, vestuarios y desinfectantes de pediluvios al ingresar a cada instalación.
3.	MANEJO DE SOLIDOS	X	El manejo de residuos (Compostaje, posos de oxidación de líquidos y sólidos) que es llevado en la granja no es el adecuado debido a la gran cantidad excretas que se generan y a pesar de contar con un separador de sólidos y líquidos se sigue filtrando vertimientos al suelo y aguas subterráneas
4.	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LIQUIDOS	X	La disposición de los residuos se divide en dos partes, los sólidos que son utilizados como abono y los líquidos son recolectados hacia el pozo de oxidación para eliminar patógenos, luego ser vertidos a los potreros sirviendo como abono.

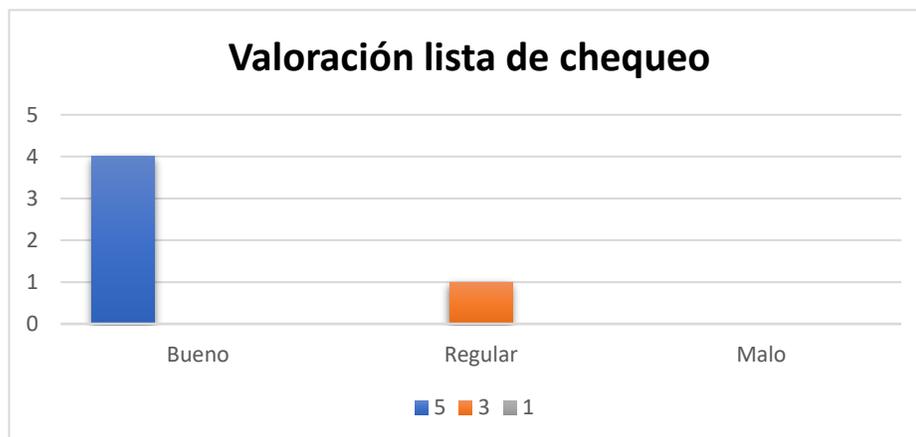
Tabla 5

Valoración de lista de chequeo.

Valoración	
Malo	1
Regular	3
Bueno	5

Figura 9

Valoración de lista de Chequeó.



De acuerdo con la lista de chequeo se tuvo en cuenta 4 aspectos, que van relacionados con la infraestructura, el manejo de las excretas, la bioseguridad y la disposición final de los residuos sólidos y líquidos, esto con el fin de verificar si el criadero Porkinho, cumple con los reglamentos básicos para su funcionamiento; cabe destacar que, a pesar de cumplir con las normas básicas previamente mencionadas, resulta importante incorporar en su plan de gestión el desarrollo de su infraestructura, la cual desempeña un papel fundamental en la reducción de los impactos ambientales.

Siguiendo con lo mencionado anteriormente, se destacan las áreas verdes presentes en el criadero, las cuales exhiben una notoria falta de limpieza, señalando la desatención prestada ver figura 9. En cuanto a los lagos situados en las instalaciones del criadero ver figura 10, es evidente que presentan un grado considerable de maleza en su interior. Además, es importante notar que el personal operativo no dispone de todos los elementos de bioseguridad necesarios para llevar a cabo sus labores diarias de manera adecuada.

Es relevante subrayar que el acceso a la granja por parte de individuos ajenos al establecimiento debe cumplir rigurosamente con las directrices de bioseguridad. Esto se hace con el propósito de prevenir la transmisión de agentes virales, bacterianos y parasitarios entre los seres humanos y los animales, como, por ejemplo, la Teniasis-Cisticercosis, una enfermedad zoonótica de alta prevalencia en regiones endémicas, especialmente en América Latina. Además, se destaca la dificultad en el diagnóstico clínico de la neurocisticercosis, en la cual el ser humano actúa como huésped y el cerdo como intermediario, o viceversa. La principal vía de transmisión de esta enfermedad es por contacto oral-fecal, lo que está directamente relacionado con las prácticas de higiene en la cría de cerdos.

Figura 10

Zonas Verdes



Figura 11

Lagos



4.1.2 Implementación de las encuestas a los habitantes y trabajadores

Debido a que la población que se encuentra alrededor del criadero, es demasiado pequeña, por ello se tomó el muestreo no probalístico a conveniencia en el área de estudio; por lo que se definió que la implementación de las encuestas va dirigida a la población (núcleo familiar) con el propósito de evidenciar la perspectiva de los habitantes y trabajadores las falencias en los procesos desarrollados en el criadero que tiene como consecuencia la inconformidad de la comunidad.

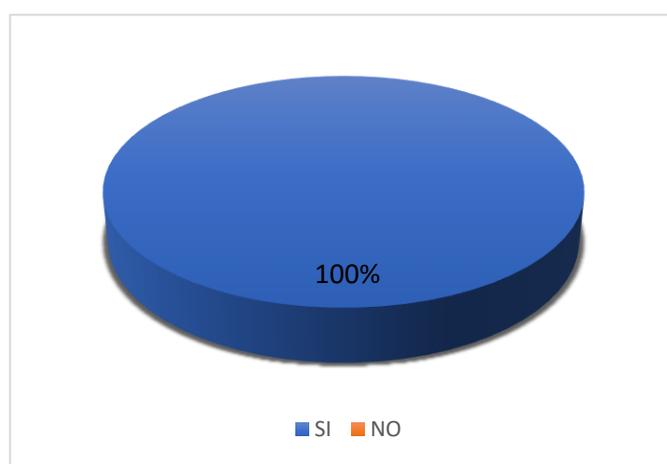
Figura 12

¿Cuánto tiempo lleva vivienda cerca al criadero?



Figura 13

¿ Tiene conocimiento del criadero?



Con respecto a la **figura 12 y la figura 13** expuestas anteriormente, respecto a qué periodo de tiempo ha vivido la población encuestada en el área en donde se ubica el criadero PORKINHO, esto con el fin de realizar una comparación de tiempo con el funcionamiento del criadero en la zona y la comunidad que residen cerca, ya que es importante identificar la evolución del criadero en pro del bienestar de la comunidad; cabe resaltar que el criadero se encontraba ya ejerciendo actividades productivas antes de que se incrementaran el número de habitantes en la zona, dicho esto la comunidad que viven hace más de 5 años concuerdan acerca de las acciones del criadero ha tomado para el mejoramiento y mitigación de los contaminantes generados.

Figura 14

¿Con que frecuencia consume carne de cerdo?



De acuerdo a los resultados de la **figura 14** se evidencia que del 100% de las personas encuestadas, un 64% consumen carne de cerdo semanalmente, el 18% consume diariamente y por último tenemos que el 18% restante consume de vez en cuando, de lo cual los primeros valores son asertivos ya que teniendo un lugar que brinda la posibilidad de obtener este producto cerca y de manera asequible económicamente va tener un alto nivel de consumo.

Figura 15

¿Aparte de los olores que otro aspecto ha influido en su diario vivir?



En la Figura 15 de acuerdo a la Resolución N° 1545, los niveles permisibles para la inmisión de la calidad del aire, de acuerdo a la clasificación de actividades, situamos a las

excretas porcinas en otras actividades las cuales tiene como sustancias expulsado de los residuos, el Sulfuro de Hidrogeno (H₂S) y Amoniaco (NH₃); dichas sustancias están a condiciones de referencia (25 °C y 760 mmHg), de acuerdo a estas condiciones se determinaron los niveles permisibles el cual tenemos para el Sulfuro de Hidrogeno (H₂S) un valor de 7 µg/m³ en masa y en tiempo de exposición 24 horas y Amoniaco (NH₃) 1400 µg/m³ y tiempo de exposición 1 hora [48], dicho esto es importante resaltar que la actividad por si sola genera olores, los cuales son difíciles de mitigar, ya si los olores persisten de una alta concentración, sí se deberán realizar procesos de mitigación a la actividad; mientras que el otro 50% que respondió no, como anteriormente se afirmó, parte de los residentes trabajan allí, por ende afirmaron que la emisión de olores es soportable durante el transcurso del día y la noche, ya que realizan todos los días aproximadamente 5 veces la limpieza de las porquerizas para evitar la propagación excesiva de olores, también cabe resaltar como se mencionará más adelante la mayoría de las personas que laboran tienen más de 5 años ejerciendo sus funciones dentro de la granja, por lo que se asume que los empleados están acostumbrados a este tipo de olores.

Tabla 6

Preguntas a los habitantes aledaños al criadero.

N° Preguntas	Preguntas	SI	No
5	¿Ha tenido beneficios al tener el criadero cerca?	10%	90%
6	¿Ha tenido inconvenientes por los olores emitidos por el criadero?	50%	50%
7	¿Se ha quejado con el administrador del criadero por los olores?	20%	80%
8	¿Ha visto cambios en el paisaje cerca al criadero?	50%	50%
9	¿Conoce el manejo que se le da a los residuos que genera el criadero?	50%	50%
10	¿Alguna vez se ha enfermado por patógenos que produce el cerdo?		100%
11	¿Cree usted que las autoridades locales toman en cuenta las afecciones que genera el criadero al medio?	40%	60%

En la tabla anterior se exponen las preguntas 5 hasta la 11 enfocada a los habitantes aledaños ;Respecto a los beneficios que ha tenido las personas con el criadero cerca, del 100% el 90% contestó que no y el 10% contestó que sí, de acuerdo al planteamiento de las preguntas es una respuesta que genera un poco de confusión conociendo los resultados de la pregunta anterior, se puede concluir que este resultado hace énfasis a los impactos que genera el criadero y que las personas no sienten beneficioso ya que de forma directa afecta a su diario vivir.

El alto nivel de consumo de cerdo para el departamento de Cundinamarca, por lo que ha tenido un aumento respecto al año 2022 beneficiando a los habitantes aledaños de las diferentes granjas de la región, donde su producción del mes de enero hasta junio, tuvo como resultado 248.818 toneladas [49] ya que para el año en curso donde su producción fue del mes de enero hasta junio 259.312 Toneladas, teniendo un incremento de 10.494 toneladas con respecto a la mitad del año 2022, como consecuencia tuvo un crecimiento del 4.2% anualmente, por lo tanto su beneficio (cabezas) para el año 2022 fue de 2.627.628, mientras que para el año en curso su beneficio fue de 2.706.534, como resultado tuvo una variación de incremento del 3% anualmente y finalmente se identificó el consumo de carne de cerdo, [50] por lo cual para la mitad del año en curso se obtuvo un consumo de 63.684 toneladas, mientras que para el mes de mayo del año en curso de tuvo 267.3337 toneladas de carne de cerdo, por lo tanto se evidenció la decadencia del consumo de carne para este mes con un porcentaje del -7,8% con una variación anualmente, [51] no obstante para la fecha más reciente del año 2022 en Cundinamarca, incluyendo a Bogotá en donde ocupa el tercer lugar de sacrificio porcino con un porcentaje de (203.791 cabezas) con una participación de 16,1% [52]

Respecto a los olores emitidos se afirma que del 100%, un 50% seleccionaron la opción sí, esto es debido a que la perspectiva de olores fuertes para cada habitante es diferente de acuerdo a su posición, ya que parte de los residentes cerca del criadero trabaja allí; sin embargo los problemas de los olores en la comunidad se deriva al crecimiento desorganizado y sin planificación, en la mayoría de casos, de vivienda rural, expansión de los territorios urbanos todas ellas como consecuencia del cambio de la vocación de los suelos destinados a la producción agropecuaria [53].

En la administración del criadero solo el 20% de las personas se han quejado por olores, cabe resaltar que antes de ejecutar esta pregunta, se realizó una anterior para evidenciar la cantidad de personas que han tenido inconvenientes por los olores, en donde la mitad afirman que sí, por lo cual no hay claridad respecto a la pregunta planteada.

De acuerdo con la Resolución N° 1545, es necesario seguir el conducto regular para la recepción de queja, el cual se aplica el siguiente procedimiento:

- La autoridad competente (ICA, CAR y secretaria de Ambiente) recibirá la queja y deberá ser respondida en un plazo de 30 días en los cuales también se podrá asignar una visita de campo en el lugar.
- Vencido el plazo anterior, la autoridad competente contará con 30 días Calendario para emitir el acto administrativo mediante se presentará la viabilidad o no exigir a la actividad la presentación de un Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos- PRIO.
- Dentro de los tres meses a la firmeza del acto administrativo el titular de la actividad deberá presentar un Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos- PRIO. [48]

Luego de definir el proceso a seguir para presentar una queja con respecto a olores, es importante tener en cuenta que el 30% de los habitantes de la zona no tienen la información suficiente con respecto a qué entidad competente se debe enviar.

De los cambios que ha tenido el paisaje cerca del criadero, donde del 100%, el 50% contestaron que sí y el otro 50% no; para las personas que respondieron afirmativamente, se asocia con los resultados de la primera pregunta en la encuesta, debido a que aquellas personas llevan más de 5 años viviendo en la zona donde se encuentra el criadero, por ende se evidencian las variaciones que ha tenido la porcícola

durante su proceso productivo en el área, en la actualidad la comunidad asegura que los cambios que se vienen evidenciando son en pro del bienestar de la comunidad y del mismo, se implementaron medidas de mitigación y prevención que contribuyan a disminuir los impactos generados por esta actividad, dichas medidas de mitigación son: la siembra de Cerca viva, reforestación, conservación de la reserva que colinda con la granja, esto con el fin de tener una vista paisajista del lugar, [54] mientras que las personas que dijeron no, se relacionó con que llevan poco tiempo viviendo cerca, por lo cual no evidencia la transición de acciones que se realizó en el criadero de acuerdo con sus comienzos al día de hoy.

Respecto a la pregunta expuesta, sobre el manejo que se le da a los residuos se obtuvo como resultado que del 100%, el 50% afirmó que sí, esto resalta que parte de los habitantes de esta zona hacen parte del sistema operativo de la granja por ende conocen el manejo que se les da a los residuos que se generan, dentro de ese manejo se resaltan los tanques de oxidación y compostaje; todo este conjunto de acciones implementadas contribuyen a la mitigación y prevención de contaminantes altamente peligrosos para los componentes (agua, suelo, aire) y la comunidad cercana; por ello, aunque tienen conocimiento sobre el manejo que se les da a los residuos, consideraron que aun así hay afecciones al entorno, para el 50% restante afirman que, aunque llevan tiempo viviendo ahí, por desinterés y por falta de tiempo no se acercan a los trabajadores a preguntar que procesos se realizan ahí.

En referencia si alguna vez se ha enfermado por patógenos que producen el cerdo, del 100% todos contestaron que no, aunque no hayan sufrido alguna enfermedad, es importante dar a conocer las enfermedades que pueden llegar a contraer si no se cumplen las medidas de higiene necesarias en el criadero para prevenirlas, por ello es importante que los trabajadores y los habitantes conozcan ciertas enfermedades como: Enf. de Aujeszky, Brucelosis, Leptospirosis, Parvovirus, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Circovirus*, *Lawsonia intracelullaris*; enfermedades que salen de patógenos por la falta de limpieza y desinfección de las porquerizas como por ejemplo: ectoparásitos (sarna, piojos), Helmintos (huevos de *Ascaris suum*, *Oesophagostomum dentatum*, *Trichuris*, protozoos (ooquistes de *Isospora suis*, *Cryptosporidium spp*) [55].

El 60% de las personas afirman que las autoridades si están al tanto de las afecciones del criadero, ya que se ha observado cambios cerca de la granja, como por ejemplo la reforestación de árboles nativos en la zona adicional a eso se ha implementado la cerca viva lo que evita que el olor se desplace en mayor cantidad fuera del criadero, mientras que el 40% del porcentaje restante afirmaron que las autoridades no están al tanto de las afecciones evidenciadas, esto ocurre debido al desconocimiento al dirigirse a la entidad competente, respecto a la visita de campo, se observó que la entidades (CAR- ICA) se han establecido visitas al criadero ya que son instituciones que tienen la potestad de ejercer jurisdicciones ambientales en esta zona [56]

RESULTADOS DE LA ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DEL CRIADERO.

En la visita de campo se observó que la cantidad de cerdos era alta respecto al número de trabajadores, con la información obtenida después hacer la encuesta, se concluyó que para la cantidad de cerdos que maneja el criadero y cumplir con funciones importantes no es necesario contar con demasiados empleados.

Figura 16

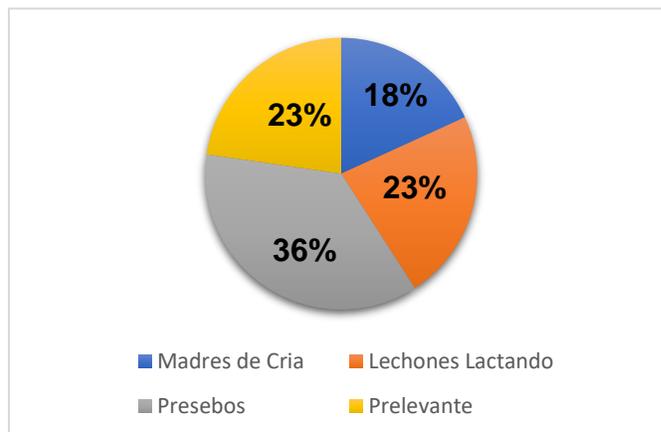
¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el criadero?



De acuerdo a la **figura 16** expuesta anteriormente, respecto a qué periodo de tiempo lleva trabajando en el criadero PORKINHO, para identificar el cambio que ha tenido la granja desde sus inicios como actividad productora; la evolución del criadero desde la perspectiva de los trabajadores con más de 5 años laborando, quienes cuenta con un porcentaje del 29%, debido a que los empleados operativos han notado la evolución del criadero en cuanto a infraestructura y organización de la granja como adecuaciones para almacenamientos de los alimentos, infraestructura para manejar los residuos sólidos y líquidos del criadero, condicionando el paisaje de la granja, reforestando y preservando la reserva que colinda con el criadero.

Figura 17

¿Con cuántos cerdos cuenta el criadero?



En la **figura 17** El criadero Porkhino cuenta con 2.200 marranos, los cuales se dividen en 5 fases productivas de los cuales 400 madres de cría, 500 lechones lactantes 800 cerdos en precebos y 500 cerdos en proceso de prelevante.

Tabla 7

Preguntas a los trabajadores del criadero.

N° Preguntas	Preguntas	Si	No
14	¿El criadero cuenta con las instalaciones adecuadas para el desarrollo de las actividades del proceso de producción Porcícola?	100%	
15	¿El criadero implementa alternativas para el manejo de excretas? ¿Cuáles?	100%	
16	¿Conoce los residuos que genera el criadero porcícola?	100%	
17	¿Conoce el manejo que se le da a los residuos que generan en cada actividad?	100%	
18	¿Ha tenido enfermedades relacionadas por la producción porcícola?		

En el cuadro expuesto anteriormente se muestra la agrupación de las preguntas 14 hasta la 18, las cuales tienen respuesta netamente asertiva o negativa teniendo como resultado una misma decisión por todos los trabajadores.

Se muestra como todas las personas encuestadas afirman que la granja cuenta con todas las infraestructuras adecuadas para el proceso de producción, al realizar el recorrido se pudo identificar las instalaciones básicas para cada proceso las cuales son las siguientes.

Cuarentena: Jaulas, con piso de concreto duro.

Gestación: Jaulas con pisos en concreto, con fosas inundadas para la recolección de excretas; la fosa ranurada se construye en la parte posterior de la jaula que aloja a la cerda, de un ancho de 60, 80 o 90 cm; adicional también usan fosas inundadas que sirven el pasillo de ingresos de las cerdas.

Lactante: Jaulas con pisos de concreto, en donde cuenta con sistema para mantener a los lechones bajo sensación termina mayor a la de la cerda por medio de calefacción eléctrica (lámparas o tapetes) [57].

Precebos: Utilizan corrales elevados con piso de plaqueta ranurada sobre fosa inundada para que almacene las excretas y un mejor lavado.

Prelevanta: Jaulas con pisos en concreto, con fosas inundadas para la recolección de excretas; la fosa ranurada se construye en la parte posterior de la jaula que aloja a la cerda, de un ancho de 60, 80 o 90 cm; adicional también usan fosas inundadas que sirven el pasillo de ingresos de las cerdas.

Los trabajadores operativos afirmaron que sí se implementan alternativas para el manejo de excretas porcinas tales como: compostaje, tanques de oxidación y rotación de vertimientos de los lixiviados en lotes ganaderos, esto con el fin de mitigar los contaminantes generados por las actividades a desarrollar, aunque se ejecuten dichas alternativas es importante enunciar que es necesario mejorar las alternativas mencionadas debió que no se tiene un manejo total de estas herramientas, aun así se generan olores y vertimientos en el suelo.

Respecto a las preguntas sobre el conocimiento y manejo de los residuos que se generan en cada actividad respectivamente, se evidenció la concordancia total entre todos los trabajadores con la respuesta asertiva, dentro de ese manejo se destaca la limpieza y desinfección de las áreas donde se encuentran los cerdos, la recolección de las excretas las cuales son llevadas a tanques de almacenamientos, que luego se lleva a secado para ser convertido en compostaje, adicional a eso cuentan con sistemas que transportan la orina a un tanque para posteriormente ser tratados; como proceso final está la mortalidad de cerdos el aplica en el proceso de compostaje, todo esto serie de actividades van en pro del bienestar de la granja, del ambiente y de las personas que viven alrededor del criadero.

En referencia si alguna vez se ha enfermado por afecciones que producen el cerdo, del 100% todos contestaron que no, aunque no han sufrido por alguna enfermedad si es importante dar a conocer las enfermedades que se pueden llegar a contagiar si no se usa las medidas de protección necesarias para prevenirlas, por ende, es importante que se identifique ciertas enfermedades adquirir tales como: Enf. de Aujeszky, Brucelosis, Leptospirosis, Parvovirus, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Circovirus*, *Lawsonia intracellularis*; enfermedades que salen de patógenos por la falta de limpieza y desinfección de las porquerizas como por ejemplo: ectoparásitos (sarna, piojos), Helmintos (huevos de *Ascaris suum*, *Oesophagostomum dentatum*, *Trichuris*, protozoos (ooquistes de *Isospora suis*, *Cryptosporidium spp*), [55] muestras tradicionales se pueden presentar técnicas de inmunofluorescencia indirectas, detectar la presencia de *Toxoplasma gondii* parásito que se presente por la falta de cocción de la carne, dicho esto aquellos patógenos ya mencionados, no siempre tiene síntomas graves, se pueden presentar como una simple gripa y la mayoría no necesita tratamiento médico, pero si es importante tener siempre presente las reacciones de nuestro cuerpo.

4.1.3 Organización y análisis de la información

Una vez realizada la visita de campo se tiene el criterio de definir los impactos generados en el criadero, teniendo en cuenta los componentes observados para cada uno de los factores que se ven involucrados directa o indirectamente en el proceso productivo del Criadero Porkinho (Crianza), en la zona rural de la vereda La Trinidad, se estima que los impactos ambientales que genera junto a las actividades antrópicas, presentan cambios de modificación e invasión en los ecosistemas existentes en esta región.

Luego de observar los procesos en cada una de las actividades que son necesarias para ejecutar las técnicas de producción porcícolas en el criadero Porkinho, realizando una encuesta de sondeo para identificar la perspectiva con que los trabajadores y habitantes perciben al criadero, se evidenció inconvenientes en la aceptación del mismo por las personas residentes en esta zona, debido a que consideran que los olores son bastantes fuertes, expuesto lo anterior, se hizo presencia en el lugar, desde nuestra

perspectiva los olores se hacen más fuertes cuando hay disminución de flujo de aire, es decir de 5:00 pm hasta las 6:00am, pero de acuerdo al manejo de la granja, se tiene alternativas para evitar la propagación fuerte de estos olores, como cercas vivas y reforestación, dicho esto en comparación de otras granjas que tienen sus procesos en otras partes del municipio, en donde sus olores se sienten de manera muy frecuente e irritable siendo difícil de soportar, en este caso mencionado es mucho menor.

4.2 Evaluación de los impactos ambientales generados en el criadero Porkinho.

4.2.1 Matriz de Leopold evaluación de impactos ambientales

A continuación, en la figura 18 se observa la matriz de Leopold la cual comprende los componentes y factores ambientales para la evaluación de las actividades desarrolladas en el criadero, lo que determino el valor de impactos causados.

Figura 18

Componente, factores y promedios de impactos del proyecto.

COMPONENTES		FACTORES AMBIENTALES		PROMEDIOS POSITIVOS	PROMEDIOS NEGATIVOS	PROMEDIOS ARITMETICOS	IMPACTO POR SUBCOMPONENTE	IMPACTO POR COMPONENTE	IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO
ABIOTICO	FISICO	AGUA	Calidad del agua superficial	10	10	-408	-834	-1376	-1704
			Calida de aguas subterranas	11	10	-175			
			Vertimientos	9	9	-251			
		AIRE	Calidad del aire	7	7	-125	-348		
			Gases (olores)	7	7	-223			
		SUELO	Calidad del suelo	6	6	-116	-194		
			Vertimientos de agua	14	15	-78			
BIOTICO	BIOLOGICO	FLORA	Uso del terreno	7	7	-125	-250	-250	
			Zonas verdes	7	7	-125			
SOCIOECONOMICO		POBLACIÓN	Salud	6	6	-120	-498	-78	
			Vectores	16	16	-378			
		ECOCNOMIA	Empleo	16		210	420		
				16					
			Comercio	16		210			

4.2.2 Análisis de la matriz de Leopold

El enfoque principal es el manejo de excretas porcinas en el criadero PORKINHO, de acuerdo a los resultados obtenidos en la zona de estudio y en el diagnóstico de la matriz de Leopold, dio un promedio de -1704 con una valoración de impacto crítico, se puede determinar que las excretas son las de mayor impacto en el criadero, las cuales están compuestas por, 22kg de Nitrógeno, 15kg de fosforo y 10 kg de potasio por toneladas, 40 kg de fosforo y 39 kg de potasio por cada 1.000 galones de excretas, donde su principal valor de fertilización se determina de acuerdo a la calidad del alimento que consume el cerdo, de acuerdo a las cantidades ya mencionadas es importante que el nitrógeno no exceda los parámetros permisibles ya que tendría un alto grado de contaminación hídrica [58].

De acuerdo con lo anterior, donde se menciona los componentes de las excretas, es necesario indicar que cuenta con un porcentaje 88% de humedad, la cual su contenido de materia seca es de un 12%, la orina contienen un 10% de los sólidos y el total de los sólidos tiene una densidad baja de 0,84 kg/l ; la excreta porcina tiene solidos flotante, de sedimentación y de suspensión [59].

COMPONENTE ABIOTICO

Para el componente abiótico se tiene factores como: el agua, aire, suelo y paisaje, los cuales se dividen en subfactores para lograr identificar sus actividades y qué contaminación generan en el criadero, donde se identificó de acuerdo a las actividades expuestas, el grado de contaminación que se percibe en cada subfactor; para el componente se obtuvo un promedio de -1376 que se asocia a todas las actividades de este componente, lo que define la cantidad tan elevada de contaminación que se encuentra, para este componente se evidenció una valoración de impacto alto.

A continuación, se dará a conocer los resultados de los factores y subfactores de acuerdo con la actividad que realicen.

FACTOR AGUA

El factor agua cuenta con subfactores como: la calidad del agua superficial, Calidad del agua subterránea y vertimientos; las actividades asignadas van de acuerdo con los procesos productivos que se ejecutan en la granja, por lo cual se desarrolla limpieza y desinfección de la porqueriza, alimentación de los cerdos, inseminación artificial y compostaje.

El agua superficial obtuvo una mayor puntuación con un promedio de 834 de intensidad junto con la magnitud del impacto; teniendo en cuenta las actividades realizadas se obtuvo que el mayor impacto es la limpieza de la porqueriza, esto porque que la limpieza se hace con una constancia de 4 a 5 veces al día, lo cual es necesario por el manejo de cerdos de cría, cerdos que necesitan un mayor grado de atención porque pueden adquirir bacterias o patógenos que atente contra la salud de ellos; adicional es necesario mencionar que el causante del contaminante del agua superficial aparte de la orina del cerdo, son las excretas producidas diariamente para ser tratadas y luego procesada como compostaje, adicional a eso, las excretas líquidas son vertidas como abono en los potreros que colindan con el criadero.

FACTOR AIRE

En el caso del factor aire se tiene como subfactores, la calidad del aire y los gases, con las mismas actividades ya antes mencionadas, se definió el valor de magnitud e intensidad más alto, el cual arroja un resultado de -384 para gases, en este caso se debe tener en cuenta que la orina del cerdo arroja Amonio, un componente bastante fuerte y ofensivo para el ambiente, además contribuye al calentamiento global, por consiguiente se tiene la generación de excretas que producen gas metano, uno de los factores más importantes del efecto invernadero, el cual debe contar con un manejo adecuado [60].

FACTOR SUELO

El factor suelo cuenta con subfactores que ayudan a determinar el grado de contaminación que produce cada una de las actividades establecidas, para ello se tuvo en cuenta la calidad del suelo y los vertimientos, también es importante resaltar el papel que tiene el suelo en este proceso, como se ha mencionado, las excretas porcinas brindan una alternativa para poder recuperar el suelo por medio de compostaje o abono, sin dejar de lado el alto grado de contaminación que deja la orina y las excretas, sino no son manejadas adecuadamente lo que evidencian los resultados de la matriz de Leopold, el cual tuvo un valor de -194 siendo este la intensidad y la magnitud, sumando una afectación más, develando la necesidad de implementar alternativas para el manejo de las excretas.

COMPONENTE BIOTICO

Para el componente biótico se tiene una división de factor tal como: la Flora, la cual se dividirá en subfactores, se identificó de acuerdo a las actividades expuestas, el grado de contaminación que se percibe, para este componente tenemos un promedio de -250 que se asocia a todas las actividades, lo que define esta cantidad tan elevada de contaminación, este componente tiene una valoración de impacto medio.

A continuación, se dará a conocer los resultados de los factores correspondientes de los subfactores de acuerdo a su grado de complejidad.

FLORA

En este caso se tiene sub- factores, tales como la utilización del terreno y zonas verdes, para cada uno se tiene el mismo valor de -125, dichos componentes son importantes para la producción de aire a los recursos naturales que se encuentran alrededor del criadero, también contribuye a la modificación del mismo terreno por la necesidad de realizar infraestructura en la granja que sean funcionales para las actividades de la misma, cabe mencionar que se ha estado reforestando cierta parte de los árboles.

COMPONENTE SOCIOECONOMICO

Para el componente socioeconómico se tiene una división del factor tal como: población y economía, las cuales se dividieron en subfactores donde se identificaron de acuerdo con las actividades expuestas, el grado de contaminación que se percibe en cada subfactor, para este componente se tiene un promedio de -78 que se asocia a todas las actividades del criadero, lo que define la cantidad tan elevada de contaminación que se encuentra, se tiene una valoración de impacto bajo.

A continuación, se dará a conocer los resultados de los factores correspondientes, junto al de los subfactores, de acuerdo con su grado de complejidad.

POBLACIÓN

En el factor de población, se tiene dos subfactores como lo son: salud y vectores, es fundamental identificar estos subfactores que afectan directamente contra la salud de los trabajadores y de las personas aledañas, ya que es primordial tener los implementos de bioseguridad, junto a un chequeo anual para evitar adquirir patógenos de los cerdos, cabe resaltar que los vectores ya sean roedores o mosquitos también son portadores de enfermedades, siendo los humanos y los cerdos afectados.

ECONOMÍA

Dentro del ámbito económico, se identifican dos subfactores: empleo y comercio. El proceso productivo de la granja demuestra su eficacia al generar oportunidades de empleo, lo cual contribuye significativamente al contratar individuos locales y, al mismo tiempo, reducir la tasa de desempleo. Esto, a su vez, dinamiza la economía, directa o indirectamente tanto de los residentes locales, como de la región en su conjunto.

4.3 Diseño de la estrategia para disminución de los impactos ambientales generados por la disposición de excretas en el criadero Porkinho.

4.3.1 Criterios para la selección del sistema alternativo

Los criterios se definieron de acuerdo a los resultados de la matriz de Leopold, el cual enmarca aspectos importantes para la implementación de las alternativas seleccionadas, para brindarle un proceso de mitigación y remediación a las áreas de influencia.

AMBIENTAL

Los campesinos a través del uso del ambiente, en facultad de su labor diaria enfocada a al agro y el sector porcino, nos brindan los recursos para la obtención de los alimentos lo que a su vez brinda rentabilidad, estabilidad económica, social y ambiental. En los últimos años el sector porcino y del agro se ha industrializado de tal manera que la generación de los residuos se ha convertido en una preocupación, debido a la contaminación que estos generan a los ecosistemas cercanos a las fincas [61].

Dentro de estos componentes ambientales se resalta suelo, flora y el agua siendo este último uno de los recursos más importantes y demandantes utilizados en el criadero, de los cuales, el criadero debe contar también con la infraestructura que vaya en pro de un buen funcionamiento, contribuyendo a la mejora y cuidado de los recursos naturales.

Se tiene un compromiso con las generaciones futuras el cual es dejarles un ambiente sano, que podamos hacer prácticas responsables para la obtención de nuestros alimentos de manera segura, utilizando prácticas que nos brinden desarrollo y cuidado al ambiente [62]

ECONOMICO-SOCIAL

El sector Porcicola es una actividad que genera una economía determinante e importante para un país, América Latina cuenta con los recursos para generar e importar carne de buena calidad para posicionarse en el mercado mundial. Como es el caso de México, un país que tiene un amplio tratado de libre comercio y que cuenta además con una alta dinámica de producción para cumplir con sus importaciones [63].

La porcicultura en Colombia es una actividad que representa una economía muy alta en todos los aspectos que la caracterizan, fue afectada por una crisis que se dio de forma global, como lo es el caso de la (pandemia) en el año 2020 afectando este sector y la disminución de sus exportaciones; aun así, tuvo un aumento en su producción del 5% que se resalta desde cualquier punto de vista entendiendo el hecho histórico que afronto [64].

En efecto, la porcicultura en temas de financiamiento se permite capitalizar y poder mejorar en temas de infraestructura, insumos, equipos que les ayude a mejorar y cumplir con todos los requerimientos que demande el gobierno, esto con el fin de brindar un producto de calidad para la sociedad colombiana [65]

Expuesto lo anterior este sector además de ser económicamente productivo debe enfocarse en brindar un sistema de producción alimentario, sostenible y que no ponga en riesgos bases ambientales y sociales de las generaciones a futuro [66].

PRODUCTIVO

La productividad en el sector porcino va relacionada con la cantidad de carne que se puede obtener por cerdo, a su vez destaca factores que van relacionados directamente, como es la genética de las crías, el manejo que se le den, la alimentación y la sanidad. [67]

La producción Nacional espera alcanzar 440 mil Toneladas en cinco regiones principalmente Antioquia, Cundinamarca y Valle del cauca; en el país existen más de seis millones de cerdos, aproximadamente 60% corresponde a crías con criaderos eficientes y una infraestructura tecnificada, el resto corresponde a la producción tradicional o de traspatio. [68]

El criadero porkhino tiene una productividad eficiente respecto a las fases de crianzas que se realizan en ellas, entregando cerdos de buena calidad para que puedan seguir con su proceso de crianza y comercialización al mercado.

Tabla 8

Tecnologías viables en la disposición de excretas.

En la siguiente tabla se muestra las posibles alternativas que se pueden ejecutar en el criadero, esto con el fin de ver las ventajas y desventajas en los diferentes componentes que se caracterizan.

Componente	Tecnología	Biodigestor (Biogás)	Biocarbon Derivado de Excretas Porcinas	Ensilado de Cerdaza	Compostaje	Fitorremediación
Ambiental	Ventajas	Generación de energías renovables, disminuye gases de efecto invernadero.	La obtención del biocarbon ayuda a la descontaminación de suelos contaminados por pb	Fuente viable para ser incorporada en la dieta alimentaria de los cerdos.	Es una técnica de manejo de excretas que a través de procesos se convierte en abono orgánico.	Practica de limpieza pasiva la cual aprovecha la capacidad de las plantas y la energía solar para el tratamiento de una gran variedad de contaminantes del ambiente.
	Desventajas	Si no se maneja correctamente puede presentarse gases nocivos y fallas en la estructura.	El suelo en el que se va aplicar requiere de un tratamiento previo humedad y uniformidad.	Al no realizar un proceso anaerobio correcto puede presentar patógenos, afectando la alimentación de los cerdos.	Si no es tratado adecuadamente puede contaminar fuentes hídricas.	En algunos casos la toxicidad del medio restringe el desarrollo de las plantas.
	Puntajes	4	3	3	3	3
Economía	Ventajas	Reducción de gastos energéticos.	Contribuye a que el costo de aplicación de pesticidas para tratar el suelo sea menor.	Economiza gastos en la compra de alimentos.	Ingreso extra en la venta del abono orgánico.	Restauración de tierras para hacerlas más productivas.

Desventajas	Costo muy alto, dependiendo del tipo de material y la estructura que se desea diseñar.	Incrementa costos al implementar este tipo de combustible ya que tiene una baja eficiencia.	Requiere de una gran cantidad de mano de obra y una gran infraestructura	Pueden ser costosos en comparación con otro tipo de fertilizantes.	Los costos en la fitorremediación son altos.
Puntajes	4	2	2	3	2

Ventajas	Controla los olores, y que este ubicado en una zona segura	Ayuda al contenido de nutrientes en el suelo.	Se elimina una fuente potencial de contaminación de las fuentes de agua y del ambiente. en general.	La comunidad puede comprar el abono para utilizarlos en sus huertas y obtener alimentos orgánicos de buena calidad.	Es una alternativa no destructiva que además tiene alto valor estético, se considera una tecnología solar y tiene alta aceptación.
-----------------	--	---	---	---	--

Social

Desventajas	Al no aplicar correctamente las normas de bioseguridad puede ocasionar un mal funcionamiento y explotar generado un peligro para la comunidad.	Genera olores de compuestos sulfurados el cual produce síntomas que afecta a la comunidad más cercana.	Contiene menor concentración de vitamina D.	Puede generar olores fuertes, y afectación por gases que se producen en su fabricación.	Se compone de técnicas que aún están en desarrollo.
--------------------	--	--	---	---	---

	Puntajes	2	2	4	3	3
Ventajas	Es una herramienta muy útil a la hora de reducir contaminación en el tratamiento de las aguas residuales.	Aumenta humedad en los suelos.	en los	Maneja el concepto de una finca integral, donde aprovechan todos los recursos y reciclaje de nutrientes importantes.	Contribuye al incremento de materia orgánica en los suelos agrícolas.	No necesita personal capacitado para su manejo, solo practicas agrónomas convencionales
Operativo						
Desventajas	Requiere de un trabajo diario y constante incluso la hora de cargar la materia orgánica.	No destruye, ni degrada contaminante solo lo retiene.	ni el	Exige manipular pesos tres veces mayores debido su alto contenido de humedad	Debe contar con la climatología adecuada y un área de terreno lo suficientemente grande para llevar a cabo cada uno de los procesos	Requiere de áreas relativamente grandes
Sumatoria total	Puntajes	4	2	3	2	2
		13	9	12	11	10

4.3.2 Selección de las estrategias para la gestión de excretas

En la actividad anterior se muestran cinco alternativas propuestas de acuerdo a los aspectos económicos, ambientales, sociales y operativos, en los cuales se les asignó una puntuación de 1 a 5 siendo, malo a bueno respectivamente, de acuerdo a dicha calificación se dio paso a la selección de la tecnología viable y eficiente para el criadero, para este se seleccionaron dos, que cumplen plenamente con el objetivo de manejo de excretas porcinas en el criadero de acuerdo a las características de funcionamiento.

Las alternativas seleccionadas con una posible implementación en el criadero las cuales van encaminadas al aprovechamiento de las excretas porcinas generadas en el criadero, teniendo en cuenta que tan factibles pueden ser en la zona de estudio; dichas tecnologías fueron las siguientes: biodigestores y ensilado de cerdaza, de los cuales su puntuación son altas respecto a los aspectos ya antes mencionados, lo que dio como resultado una puntuación de 13 en la sumatoria total y 12 en la sumatoria total respectivamente.

A continuación, se dará inicio a las características que conforman cada una de las alternativas seleccionadas anteriormente mencionadas.

Biodigestores (Biogás)

El planteamiento de un biodigestor para el criadero, se determinó de acuerdo a dos parámetros que se compensan: la temperatura y el tiempo que se tarda en la digestión anaerobia; para que la digestión anaerobia sea rápida, se debe trabajar a una temperatura cercana a 35°C, mientras que si la temperatura baja de los 20 °C requiere mayor tiempo para que la materia se degrade, por ello se separan en dos tipos de biodigestores: cabe resaltar que las ventajas son la reducción de costos asociados a un sistema de calefacción, por lo tanto como Fusagasugá siendo un municipio que cuenta con una temperatura fluctuante entre los 23°C, el tipo de biodigestor que se le adapta es el segundo donde se incrementa el volumen y se reducen costos [69].

La digestión anaerobia que ocurre dentro de un biodigestor está dada por varias etapas, en las cuales diferentes bacterias conforman un consorcio bacteriano. A partir de los residuos generados en la descomposición de la materia orgánica por un grupo de bacterias, se convierten en materia prima de otro grupo de bacterias que a su vez generan nuevos residuos que son aprovechadas por otras [69].

El consorcio bacteriano en el cual se desarrolla la digestión anaerobia, están presentes en el estiércol fresco de cualquier animal, los cuales se pueden emplear biogás y fertilizantes al final del proceso. Esta misma situación no sucede con otras materias orgánicas como residuos de cosechas, industrias alimentarias o domésticos. Sin embargo, este tipo de materia orgánica puede ser aprovechada si se agrega el consorcio bacteriano inicial a partir de un biodigestor con estiércol o inóculo de otro [70]. A continuación, se especificará los diferentes tipos de biodigestores, para así definir cual de ellos es más viable para una futura implementación en la granja.

Tabla 9*Tipo de biodigestores*

TIPO DE BIODIGESTORES			
	DOMO FIJO	TUBULARES	
VENTAJAS	Infraestructura de ladrillo y cemento.	Acreditada en Latinoamérica, lo que permite adaptarse a climas fríos.	
	Vida útil de 20 años	Vida útil de 5 años	
	Ocupa poco terreno, no es necesario cuidarlo.	Fácil instalación	
	Ocupa poca agua en la carga	Materiales de fácil acceso	
		TUBULARES PLÁSTICOS	TUBULARES GEOMENBRANA
		Acorde a los pequeños agropecuario	Vienen prefabricados
		Materiales de fácil obtención	Vida útil de 15 años
			Se puede ejecutar en cualquier lugar
		Mayor costo respecto al tubular de plástico	Es necesario proteger la infraestructura
		No se conoce tecnología para Latinoamérica	Usan más agua en la carga
DESVENTAJAS	Se requieren personas para construirlo		
		TUBURALES PLASTICOS	TUBULARES GEOMENBRANA
		Tamaño vario de acuerdo a la oferta del mercado.	Costos similares a los del Domo Fijo

Nota. [71]

De acuerdo a la tabla 9, se escogió como posible implementación los **biodigestores tubulares plásticos**, primero por los costos que manejan son bajos comparados a el domo fijo y tubulares de geomembrana, además es importante tener en cuenta que los materiales se pueden conseguir fácil y es practica de instalar, la desventaja importante que se debe cuidar la infraestructura para que nadie la llegue a romper y uno de los factores más importante es la adaptación a climas fríos, aunque fusa no es un lugar frio sino templado si es necesario tener en cuenta eso por temporada de invierno.

Después de la selección del tipo de biodigestor con una posible implementación a futuro, se van abordar los parámetros necesarios para la ejecución del diseño, como lo son la cantidad de excretas diarias, la cantidad de excretas disponibilidad que hay, el tiempo de retención y la temperatura.

La cantidad de excretas varía de acuerdo, a cada etapa fisiológica, a continuación, en la tabla 10 se evidencia la población de cerdos en la granja PORKINHO; para así dar como resultado final la cantidad de excretas producidas.

Tabla 10

Cantidad de cerdos en el criadero.

FASES DE LA PRODUCCIÓN	POBLACIÓN
GESTACIÓN	400
LACTANCIA- PARIDERAS	500
PRECEBOS	800
PRELEVANTE	500

A continuación, en la tabla 11 se mostrará la cantidad aproximada de excretas generadas en cada una de las fases de producción de cerdo.

Tabla 11

Peso aproximado en cada fase de producción

FASES DE PRODUCCION	POBLACION	PESO APROXIMADO KG
GESTACIÓN	400	182
LACTANCIA -PARIDERAS	500	2.70
PRECEBOS	800	40
PRELEVANTE	500	77.5
TOTAL, POBLACIÓN PORCINA	2.200	302.2

Cálculo aproximado de las excretas porcinas para el criadero Porkhino

$$\text{Pee} = \text{PAE} * \text{TDE} \text{ (ecuación 1)}$$

Pee: Producción diaria de excretas (Kg / día-animal)

PAE: Peso del animal (Kg/animal)

TDE: Tasa diaria de excretas (%)

Tabla 12

Producción de excretas porcinas diarias

TIPO DE CERDO	POBLACIÓN	PESO APROXIMADO (Kg)	TASA DIARIA DE EXCRECIÓN (%PESO VIVO)	PRODUCCIÓN DIARIA EXCRETAS POR CERDO (Kg)
GESTACIÓN	400	182	3.35	6,1
LACTANCIA-PARIDERAS	500	2.70	9.00	0,24
PRECEBOS	800	40	7.11	2,84
PRELEVANTE	500	77.5	6.95	5,39
TOTAL, POBLACIÓN PORCINA	2.200	302,2		

Ensilado De Cerdaza

En la alimentación de los cerdos, no se aprovecha la totalidad de los nutrientes que consumen. Una parte de estos nutrientes termina en las excretas. En los últimos años, en la industria porcina, se ha implementado un proceso llamado ensilado de cerdaza. Este proceso implica el uso de las excretas porcinas y la creación de un ambiente de conservación anaerobia. El propósito de esta conservación es llevar a cabo una fermentación que reduzca el pH y elimine posibles patógenos presentes en las excretas, La calidad de este ensilado depende directamente de la recolección de las excretas, que debe ser exclusivamente de origen porcino, sin la inclusión de ningún otro tipo de compuesto o residuo que pueda afectar el proceso [72]

Se evaluó las dos opciones mencionadas previamente y se seleccionó como posibles soluciones para su implementación en el criadero Porkinho. Esta elección se basa en la actividad anterior, donde se detalló las ventajas y desventajas de ambas alternativas en relación con los criterios establecidos. Como resultado de esta evaluación, se ha llegado a la conclusión de que estas opciones son las más adecuadas para abordar la gestión de residuos sólidos y líquidos. Su implementación contribuirá significativamente al bienestar del medio ambiente, de los habitantes y del propio criadero.

El instituto nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias (INIFAP) en México ha realizado investigaciones con la finalidad de brindar claridad a las posibles inquietudes que tienen los campesinos, productores y empresarios en el sector porcino

sobre la reutilización de las excretas como posible suplemento alimentario ya que puede ser un poco confuso para ellos alimentarlos de su propia excreta. [73]

La generación de subproductos como es el ensilado de cerdaza a través de las excretas se ha aumentado en los últimos años perfeccionando las técnicas de recolección y acondicionamiento en tarros para su respectiva fermentación anaerobia, con el fin de disminuir su pH y eliminar patógenos, virus que puedan afectar a los cerdos. Se resalta también que el ensilado de cerdaza se utiliza para generar inmunidad en cerdos y la disminución en costos de producción. [74]

4.3.3 Infografías educativas del manejo de excretas porquinas y la tecnología o alternativa para la disposición final.

A continuación, se presentan 2 infografías que contribuyen a la información adecuada para los trabajadores y habitantes de esta zona y de la granja respectivamente; la primera infografía comprende que es una excreta, para que se puede utilizar, que enfermedades se encuentran en los cerdos y como se puede evitar este contagio, para la segunda infografía se tienen las dos alternativas que se escogieron en la actividad numero 3 las cuales se describe y su propósito.

Figura 19

Infografía 1. ¿Qué son las excretas?



¿QUE SON LAS EXCRETAS?

Las excretas son el resultado final de un proceso de digestión, de cualquier animal, en donde se expulsa desechos que el cuerpo no necesita.

¿PARA QUE SE UTILIZAN?

Es muy común que las excretas bovinas, ovinas y porcinas sean empleadas en procesos de compostaje que contribuyan a la reutilización de dichas excretas, en donde este proceso de compostaje se convierte posteriormente en abono o fertilizantes para cultivos agrícolas.

ENFERMEDADES MAS COMUNES DEL CERDO

Entre las enfermedades mas comunes se tiene el virus de la influenza porcina, la hepatitis E y la infección por hantavirus las cuales son enfermedades que afectan al cerdo en un alto índice de amenaza siendo el cerdo un trasmisor para los humanos.

COMO EVITAR EL CONTAGIO

- Siempre lavarse las manos al toser o estornudar.
- Preparar bien los alimentos provenientes de los cerdo.
- Siempre lleva contigo los implementos de bioseguridad en el trabajo.

AYUDA A PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE CON BUENAS PRACTICAS EL TE LO AGRADECERA

Figura 20

Infografía 2. Alternativas de manejo de excretas porcinas.



CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Después de llevar a cabo la visita de campo y examinar los procesos productivos en el criadero, se pudo concluir sobre las actividades realizadas en cada una de las áreas de funcionamiento. Como resultado de esta evaluación, se elaboró una lista de verificación, que proporciona una visión preliminar de las deficiencias observadas en la gestión del personal con respecto a los cerdos. Además, se realizó una serie de encuestas tanto a los trabajadores como a los residentes locales, lo que generó cierta controversia entre estos últimos debido a su insatisfacción con la generación de residuos por parte del criadero.

Una vez completado el diagnóstico de la granja, se aplicó la matriz de Leopold adaptada a las condiciones presentes. Esto contribuyó a la identificación de los impactos ambientales generados. Como resultado, se dividió en tres componentes: abiótico, biótico y socioeconómico. Se concluyó que el componente más afectado es el abiótico, con un resultado de -1376, y se valoró que el factor ambiental más perjudicado es el agua, con un valor de -834. Esto demostró que las excretas son una de las principales fuentes de contaminación para los recursos naturales.

Finalmente, al diseñar la estrategia para reducir la cantidad de excretas, se consideraron criterios ambientales, económicos, sociales y productivos. Se realizó un cuadro comparativo para determinar la viabilidad de las alternativas seleccionadas. Como resultado, se eligió dos alternativas que contribuyen a un manejo más eficiente en la granja. Luego, fueron creadas dos infografías que proporcionan información tanto a la comunidad como a los trabajadores sobre cómo se deben manejar las excretas y en qué consisten las alternativas seleccionadas, respectivamente. Por tanto, se concluye que cuando se utilizan y comunican adecuadamente, las herramientas pueden implementarse con éxito en las granjas que realizan esta actividad económica.

5. 2 Recomendaciones

- El dueño del criadero debe asegurarse que sus trabajadores cumplan con todos los requerimientos de bioseguridad y de su uso de manera correcta, brindar también un ambiente sano para todos dentro y fuera del criadero.
- Cumplir con todos los requisitos gubernamentales de funcionamiento y cuidado de los recursos naturales que rodean el criadero, ya que hay comunidad aledaña y algunos no se encuentran conformes respecto al funcionamiento de este.
- Realizar charlas, talleres y cartillas informativas que permitan tanto a los trabajadores como a la comunidad conocer y entender que si hay alguna afectación ambiental de parte del criadero este está presto y actualizándose para hacer mejora en todo el funcionamiento y cuidado de estos recursos.

Referencias

- [1] P. Benavides, H. Cai., M. Wang y N. Baijalieh, "Análisis del ciclo de vida de la harina de soja, granos secos en destilería con solubles y alimentos para animales a base de aminoácidos sintéticos para la producción de cerdos y aves de corral.," 2020. [En línea].
- [2] J. Fajardo, "Las cifras que inquietan a los porcicultores Colombianos," 2020. [En línea]. Available: <https://porcinews.com/cifras-inquietan-porcicultores-colombianos/>.
- [3] J. Pacheco, A. Cabrera S., B. Steinich, J. Frías, V. Coronado y J. Vázquez, "Efecto de la aplicación agrícola de la excreta porcina en la calidad del agua subterránea," 3 Septiembre 2002. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46760301.pdf>.
- [4] Asociacion Colombiana de Porcicultores Fondo Nacional de Porcicultura, Ministerio del Medio Ambiente, Sociada de Agricultores de Colombia., "Guia Ambiental para el sector Porcicola," 2020.
- [5] T. Estrada Gonzales y J. A. Valencia Marin, "Integracion de las energias renovables no convencionales en Colombia," 2015. [En línea]. Available: http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.
- [6] C. A. Caceres Chaves y D. J. Forero Ortiz , "Plan de manejo ambiental (PMA) para el proceso de produccion porcicola, una alternativa de produccion mas limpia en la vereda la aguadita (Fusagasuga)," 2015. [En línea]. Available: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7963/PLAN%20DE%20MANEJO%20AMBIENTAL%20PARA%20EL%20PROCESO%20DE%20PRODUCCION%20PORCICOLA%20EN%20LA%20VEREDA%20LA%20AGUADITA%20%28%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [7] R. J. Cabello Torres, J. R. Romero Longwell, L. Valdiviezo Gonzales , R. Munive Cerrón y C. A. Castañeda Olivera , "Biochar derived from pig manure with ability to reduce the availability of Pb in contaminated agricultural soils," 8 Octubre 2021. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v12n4/2077-9917-agro-12-04-461.pdf>.
- [8] OCDE, "Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales," 1993. [En línea]. Available: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/00_conjunto/lecturas.html.
- [9] C. P. C. d. S. M. J. X. U. d. C. C. y. E. R. Autoridad Nacional del Ambiente, "Implementación de Sistemas de Generación de Biogás y Abono Biológico Mediante el Tratamiento de los Residuos Producidos en Una Granja," 2006. [En línea]. Available: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7963/PLAN%20DE%20MANEJO%20AMBIENTAL%20PARA%20EL%20PROCESO%20DE%20PRODUCCION%20PORCICOLA%20EN%20LA%20VEREDA%20LA%20AGUADITA%20%28%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [10] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para America Latina y el Caribe, [En línea]. Available: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/quien-es-quien/pnuma_orpalc.html.

- [11] D. Masera, "Hacia un consumo sustentable en America Latina y el Caribe. Oficina Regional para America y el Caribe," 2011. [En línea]. Available: <http://www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wp-content/uploads/2013/08/Consumo-Sustentable-en-AL-y-Caribe.pdf>.
- [12] M. G. Dellavedova, "Guia metodologica para la elaboracion de una evaluacion de impacto ambiental," 2016. [En línea]. Available: <https://blogs.ead.unlp.edu.ar/planeamientofau/files/2013/05/Ficha-N%C2%BA-17-Gu%C3%ADa-metodol%C3%B3gica-para-la-elaboraci%C3%B3n-de-una-EIA.pdf>.
- [13] G. V. MORENO, "ESTUDIO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS PARA LA SELECCIÓN DEL NUEVO SITIO PARA LA ESCOMBRERA DEL MUNICIPIO DE TOCAIMA-CUNDINAMARCA," 2014. [En línea]. Available: [file:///D:/No%20borrar/Downloads/Trabajo%20final-%20escombrera%20Tocaima%20\(1\).pdf](file:///D:/No%20borrar/Downloads/Trabajo%20final-%20escombrera%20Tocaima%20(1).pdf).
- [14] E. N. GÓMEZ LÓPEZ, J. S. RODRÍGUEZ REYEZ y A. TORRES MARTÍNEZ, "repository.ucatolica," 2017. [En línea]. Available: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/3a574fad-f360-4f2a-a11e-fbaa247bbdc5/content>.
- [15] D. M. Jimenez Garcia , "PROGRAMA DE MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA GRANJA PORCICOLA MONTERREY," 2010. [En línea]. Available: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/349bbf47-24c6-4ee6-b31e-6ee71d2889d4/content>.
- [16] S. d. A. d. C. A. C. d. P. F. N. d. I. P. Ministerio del Medio Ambiente, "Guia Ambiental para el Subsector Porcicola," 2002. [En línea]. Available: <https://www.porkcolombia.co/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-AMBIENTAL-PORCICOLA-opt.pdf>.
- [17] J. Estrada , E. Aranda , G. Pichard y F. Henao , "Efecto de la Fermentación en Estado Sólido de La Porcinaza sobre la Persistencia de Patógenos en el Ensilaje.," Julio 2011. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682011000200005.
- [18] J. A. Pineda Rodriguez , "LOMBRICULTURA," 2006. [En línea].
- [19] M. T. Varnero, C. Rojas y R. Orellana, "ÍNDICES DE FITOTOXICIDAD EN RESIDUOS ORGÁNICOS DURANTE EL COMPOSTAJE," 2007. [En línea]. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912007000100003.
- [20] F. J. Osorio Martínez, A. Patiño Álvarez, C. Linares Chaparro, L. A. Romero González, J. Ortiz Cardozo, J. F. Reina Beltrán y P. M. González , "Colombia Sanidad Animal," 2012. [En línea]. Available: <https://www.ica.gov.co/getattachment/bce28fb3-c2c7-4f46-99fc-6bae850353fc/2012.aspx>.
- [21] B. Pucci, "Depuracion natural de las aguas," [En línea]. Available: https://www.ideassonline.org/public/pdf/br_20_43.pdf.
- [22] N. D. Huertas Chaparro , "Formulacion de un plan de manejo ambiental para una unidad de porcicola en la Institucion Educativa Agricola Peña Negra (Cachipay-

Cundinamarca)," 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2752/Huertas_Chaparro_Nelson_David_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[23] Departamento administrativo de la funcion publica, [En línea]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=78153.

[24] Ministerio de vivienda, 10 07 2020. [En línea]. Available: <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-07/1077-2015.pdf>.

[25] Ministerio de ambiente, 25 05 2015. [En línea]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Decreto-1076-de-2015.pdf>.

[26] Ministerio de Ambiente, [En línea]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-1541-de-2013.pdf>.

[27] D. 2. d. 1974, "Departamento Administrativo de la Funcion Publica," [En línea]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=1551.

[28] Instituto Colombiano Agropecuario, 25 09 2020. [En línea]. Available: <https://www.ica.gov.co/getattachment/af26e0f9-18bb-4fd7-8100-ba74f386ee28/2020R76509.aspx>.

[29] Funcion Publica, 25 10 2010. [En línea]. Available: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=40620>.

[30] V. y. D. T. Ministerio de Ambiente, "Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial," 2010. [En línea]. Available: https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/resoluciones/resolucion_0415_de_01marzo2010.pdf.

[31] L. 9. d. 1993, "Departamento Administrativo de la Funcion Publica," [En línea]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=297.

[32] Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio, 30 12 2005. [En línea]. Available: <https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-4741-2005#:~:text=Por%20el%20cual%20se%20reglamenta,marco%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20integral..>

[33] Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 20 12 2013. [En línea]. Available: <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/decreto-2981-de-2013-reglamentario-del-servicio-publico-de-aseo.pdf>.

[34] M. d. A. y. D. sostenible, "Resolucion 0631," 17 03 2015. [En línea]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf>.

[35] M. J. Bravo Aguilar , "Diagnóstico general de sistemas productivos porcinos en el municipio de," 2017. [En línea]. Available: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2270/1/Diagnostico_general_sistemas_productivos_porcinos.pdf.

[36] A. Moreno Velasquez y J. A. Devia Tarache , "Evaluación Ambiental al Criadero de Porcicultura Granja Campo Alegre en el Municipio de Acacias-Meta en la Vereda El Resguardo.," 2018. [En línea].

[37] N. D. Huertas Chaparro, "FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA UNA UNIDAD PORCÍCOLA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL INSTITUTO," 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2752/Huertas_Chaparro_Nelson_David_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[38] M. J. Segura Peñafiel , "Impacto ambiental de la producción porcina y estrategias para su mitigación," 17 02 2020. [En línea]. Available: <https://www.porcicultura.com/destacado/Impacto-ambiental-de-la-produccion-porcina-y-estrategias-para-su-mitigacion>.

[39] G. E. Pro. [En línea]. Available: https://earth.google.com/web/search/Fusagasug%c3%a1,+Cundinamarca/@4.33870455,-74.38432945,1605.0767431a,11590.19676275d,35y,0h,45t,0r/data=CoQBGloSVAoIMHg4ZTNmMDRmNzc3MGYzYjk3OjB4OTBiMTczZWNiZTA5YzU3MBmRmKCGb2ERQCEz_Kc bKJdSwCoZRnVzYWdhc3Vnw6EslEN1bmRpbmF.

[40] G. Earth. [En línea]. Available: <https://earth.google.com/web/@4.29229776,-74.38427867,1611.76464501a,235.93069417d,35y,33.94774562h,44.85862092t,-0r>.

[41] J. Z. Q. R. J. Anggie Marieth Salgado Fuentes, 30 noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/37774/3/amsalgadofu.pdf>.

[42] U. EIA, "Catalogo Virtual de Flora del Valle de Aburra," [En línea]. Available: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/258>.

[43] A. porkcolombia, "Boletin economico Junio,Indicadores sectoriales," Junio 2022. [En línea]. Available: <https://porkcolombia.co/boletin-economico-junio-2022/>.

[44] A. porcolombia, "Boletin economico Mayo,Indicadores sectoriales," 2023. [En línea]. Available: <https://porkcolombia.co/boletin-economico-mayo-de-2023/>.

[45] A. porkcolombia, "Boletin economico Junio,Indicadores sectoriales," Junio 2023. [En línea]. Available: <https://porkcolombia.co/boletin-economico-junio-de-2023/>.

[46] DANE, "Boletin Tecnico,Encuesta de Sacrificio de Ganado (ESAG)," 10 05 2022. [En línea]. Available: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/sacrificio/bol_ESAG_ltrim22.pdf.

[47] J. W. Luengas Estrada, M. O. Rodríguez Galindo, S. S. González Muñoz, K. Castañeda Vera, I. Camilo Tuta y M. Perdomo, "Asociacion porkcolombia, guia para lla elaboracion del plan de reduccion del impacto por olores ofensivos," 2018. [En línea]. Available: <https://www.porkcolombia.co/wp-content/uploads/2018/10/GUIA-PRIO-17102018.pdf>.

[48] R. N. 1545, "Ministero de ambiente y desarrollo sostenible," [En línea]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-1541-de-2013.pdf>.

[49] I. N. d. I. S. y. O. T. d. I. Comunicación, "Departamento de salud y servicios humanos de los EE.UU.," 03 2014. [En línea]. Available: <https://www.nidcd.nih.gov/sites/default/files/Documents/health/hearing/noise-induced-hearing-loss-spanish-8-2021.pdf>.

[50] O. A. Ariza Andrade, "Estudio de impacto ambiental para una granja de engorde en el Municipio de Fusagasuga," Julio 2017. [En línea]. Available: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16439/ArizaAndradeOscarAlirio2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

[51] A. Carranza y A. Ambrogi, "Toma y remision de muestras para el diagnostico de las principales enfermedades del cerdo," 2008. [En línea]. Available: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-ix_congreso_pp/17-muestras.pdf.

[52] O. C. d. G. d. Agua, "Ministerio de ambiente," [En línea]. Available: <http://www.ideam.gov.co/web/ocga/autoridades>.

[53] J. Fajardo López, C. Zambrano Moreno y C. M. Rodríguez, "Manual Construcciones de Porcícolas," 2021. [En línea]. Available: <https://www.porkcolombia.co/wp-content/uploads/2021/03/Manual-Construcciones.pdf>.

[54] J. J. Ninanbanda Agualongo, "Alternativas de manejo de las excretas porcícolas," 2012. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2109/1/17T1107.pdf>.

[55] E. S. Orrala Aquino, "Manejo del excretas de origen porcícola en la comuna, san pedro parroquia mangalalto provincia de santa elena," 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6325/1/UPSE-TIA-2021-0060.pdf>.

[56] M. Portillo, "https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10999/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=3&isAllowed=y," 17 04 2017. [En línea]. Available: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10999/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

[57] M. L. Valenzuela Sanchez, "Porcicultura y medio ambiente," *Porcicultura.com*, 01 02 2017.

[58] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [En línea]. Available: <https://www.fao.org/food-systems/es/>.

[59] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [En línea]. Available: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242012000200005&script=sci_arttext.

[60] Revista, *Porkcolombia*, económica porcícola, 01-02 2021. [En línea]. Available: <https://www.porkcolombia.co/wp-content/uploads/2021/03/ED-257-PORKCOLOMBIA-DIGITAL-1.pdf>.

[61] M. J. Segura Peñafiel, "Impacto ambiental de la producción porcícola y estrategias para su mitigación," 17 02 2020. [En línea]. Available:

<https://www.porcicultura.com/destacado/Impacto-ambiental-de-la-produccion-porcina-y-estrategias-para-su-mitigacion>.

[62] O. d. I. N. U. p. I. A. y. I. Agricultura, "Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura," [En línea]. Available: <https://www.fao.org/sustainability/es/>.

[63] J. Cadillo, "porciNews.com," 08 02 2003. [En línea]. Available: <https://porcinews.com/productividad-granja-porcina/>.

[64] . D. Díez Arias, 19 07 2022. [En línea]. Available: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-sector-porcino-en-colombia/>.

[65] J. E. Castro Forero, "Diseño de un sistema de generacion de bioenergia apartir de biomasa mediante excretas porcinasen la granjas saltode padron del municipiodel espinal (tolima)," 2021. [En línea]. Available: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/28364/AnguloEduardoCastroJorge2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

[66] M. Herrero, "Biodigestores tubulares guia de diseño y manuel de instalacion," 2019. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Marti-Herrero/publication/337064154_Biodigestores_Tubulares_guia_de_diseno_y_manual_de_instalacion_2019_J_Marti_Herrero/links/5dc34f10a6fdcc2d2ff7d067/Biodigestores-Tubulares-guia-de-diseno-y-manual-de-instalacio.

[67] M. G. D. MC Alberto Jorge Galindo Barboza, D. G. S. Gutiérrez, D. R. I. A. Garibay, M. M. D. M. Peña, I. S. F. J. S. García y e. I. S. R. S. G. I. N. de, "Porcicultura," 5 7 2018. [En línea]. Available: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/ensilado-cerdaza-oportunidad-manejo-t42479.htm>.

[68] S. Aguilar-Barojas, 1 8 2005. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>.

[69] scielo, 24 04 2018. [En línea]. Available: https://www.3tres3.com/articulos/enfermedades-profesionales-de-los-trabajadores-en-contacto-con-cerdos_39356/. [Último acceso: 7 11 2022].

ANEXOS

Anexo 1 Encuesta dirigida a los habitantes aledaños al criadero Porkinho de la vereda la Trinidad del municipio de Fusagasugá departamento de Cundinamarca.

FECHA:

NOMBRE: _____

GÉNERO: _____

EDAD DEL ENCUESTADO: _____

OCUPACIÓN DEL ENCUESTADO: _____

1. ¿Cuánto tiempo lleva viviendo cerca del criadero?

- a. Hace un 1 año o menos ()
- b. Hace más de 1 año y menos de 3 ()
- c. Hace de 3 a 5 años ()
- d. Hace más de 5 años

2. ¿Tiene conocimiento del criadero que se encuentra cerca de su vivienda?

SI _____ NO _____

3. ¿Con qué frecuencia consume carne de cerdo?

- a. Diariamente
- b. Semanalmente
- c. Ocasionalmente
- d. De vez en cuando

4. ¿Ha tenido inconvenientes por los olores emitidos por el criadero?

SI _____ NO _____ ¿POR QUÉ? _____

5. ¿Se ha quejado con el administrador del criadero por los olores?

SI _____ NO _____

6. ¿Aparte de los olores que otro aspecto ha influido en su diario vivir?

- a. Contaminación auditiva
- b. Contaminación Visual
- c. Todas las anteriores

7. ¿Ha visto cambios en el paisaje cerca al criadero?

SI _____ NO _____

8. ¿Conoce el manejo que se le da a los residuos que genera el criadero porcícola?

SI _____ NO _____

9. Alguna vez se ha enfermado por enfermedades que produce el cerdo?

SI _____ NO _____

10. Si, su respuesta anterior fue sí.

¿Cuáles?

11. ¿Ha tenido beneficios al tener el criadero cerca?

SI _____ NO _____ Cuales: _____

12. ¿Cree usted que las autoridades locales toman en cuenta las afecciones que genera el criadero al ambiente?

SI _____ NO _____

Anexo 2 Encuesta dirigida a los trabajadores del criadero Porkinho de la vereda la Trinidad del municipio de Fusagasugá departamento de Cundinamarca.

FECHA:

NOMBRE: _____

GÉNERO: _____

EDAD DEL ENCUESTADO: _____

OCUPACIÓN DEL ENCUESTADO: _____

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el criadero?

- a. Hace un 1 año o menos ()
- b. Hace más de 1 año y menos de 3 ()
- c. Hace de 3 a 5 años ()
- d. Hace más de 5 años

2. ¿con cuántos cerdos cuenta el criadero actualmente?

3. ¿Cantos procesos se desarrollan en el criadero?

4. ¿Cuáles serían esos procesos?

5. ¿El criadero cuenta con las instalaciones adecuadas para el desarrollo de las actividades del proceso de producción porcícola?

SI _____ NO _____ ¿POR QUÉ? _____

6. ¿El criadero implementa alternativas para el manejo de excretas?

SI _____ NO _____ Cuales _____

7. ¿Conoce las normas de higiene para el desarrollo de la producción porcícola?

SI _____ NO _____

8. ¿Cuenta con los elementos de bioseguridad?

SI _____ NO _____

9. ¿Conoce los residuos que genera el criadero porcícola?

SI _____ NO _____

10. ¿Conoce el manejo que se le da a los residuos que generan en cada actividad?

SI _____ NO _____

11. ¿ha tenido enfermado relacionadas por la producción porcícola?

SI _____ NO _____

12. ¿Si su respuesta anterior fue si?
¿Cuáles?

Anexo 3 Registro Fotográfico.

Figura 21 Pozos de oxidación líquidos y sólidos.



Figura 22 Sede Compostaje.



Figura 23

Área de gestación



Figura 24

Área de Prelevante



Figura 25

Área de Parideras



Figura 26

Área de Precebos

