



**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA UNA UNIDAD
PORCÍCOLA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL INSTITUTO
AGRÍCOLA PEÑA NEGRA (CACHIPAY-CUNDINAMARCA)**

1901-020

Nelson David Huertas Chaparro

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2019-1

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA UNA UNIDAD
PORCÍCOLA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL INSTITUTO
AGRÍCOLA PEÑA NEGRA (CACHIPAY-CUNDINAMARCA)**

1901-020

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Área de investigación:
Gestión y productividad sustentable para el desarrollo rural y urbano

Línea de Investigación:
Gestión ambiental

Director:
Juan Manuel Díaz Hernández

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2019

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Dedicatoria

A Dios por darme vida y oportunidades, al amor de mi abuela Dioselina, de mis padres Nelson y Magdaly, igualmente el de mi hermana valentina. Por tanto esfuerzo, trabajo y sobre todo por su compañía, a la comunidad de La Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra por formarme como hombre de bien y por último a la universidad El Bosque, ya que por medio de conocimientos y experiencias adquiridas en el transcurso del proceso incentivaron en mí, el deseo de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida desde la Ingeniería Ambiental, teniendo en cuenta aspectos científicos y humanos, partiendo desde lo real y lo posible para el bien común.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme este logro y cada una de las personas que hicieron posible el desarrollo de la presente investigación, debido a que el proceso es bastante largo. Desde el primer semestre en la Universidad El Bosque, recuerdo a cada uno de los maestros que aportaron a mi formación como Ingeniero Ambiental, adaptándome a las diferentes situaciones que se puedan presentar, dependiendo el contexto ambiental y territorial; Para que dentro de mis funciones pueda ser proactivo en términos de desarrollo sostenible, cumpliendo el objetivo general del programa de Ingeniería Ambiental.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	12
Abstract	13
1. Introducción	14
2. Planteamiento del problema.....	15
2.1 Pregunta de investigación.....	16
3. Justificación	16
4. Objetivos	17
4.1 Objetivo general	17
4.2 Objetivos específicos.....	17
5. Marco de referencia	18
5.1 Descripción del territorio.....	18
5.2 Estado del arte	20
5.3 Marco conceptual	25
5.4 Marco Teórico	27
5.5 Marco Normativo	31
5.6 Marco institucional.....	33
6. Metodología	35
6.1 Enfoque de la investigación	35
6.2 Alcance de la investigación.....	37
6.3 Unidad de análisis	38
6.4 Matriz metodológica de la investigación.....	38
6.5 Matriz resumen de objetivos	40
7 Plan de trabajo.....	42
7.1 Fases de la Investigación.....	42
8. Resultados, Análisis y Discusión	43
8.1 Caracterización de las instalaciones de la Unidad Porcícola I.E.D Instituto Agrícola.	43
8.2 Caracterización del contexto institucional para la administración y operación de la unidad porcícola.....	65
8.3 Identificación y evaluación de impactos ambientales	69
8.4 Plan de manejo ambiental.....	71
9. Conclusiones	82
10. Recomendaciones.....	83
Referencias Bibliográficas	84
Anexos	87

Listado de tablas

Tabla 1. Fuente: Características y calificación de los impactos según Conesa (Conesa 2006)...	29
Tabla 2. Fuente: Marco jurídico general y específico (Cormacarena 2015).....	33
Tabla 3. Fuente: Matriz metodológica (Autor 2019).....	39
Tabla 4. Fuente: Matriz resumen de objetivos (Autor 2019).....	42
Tabla 5. Fuente: Costos reparación biodigestor (Autor 2019).....	61
Tabla 6. Fuente: Entrevista realizada en el I.E.D. Instituto Agrícola (2019).....	69
Tabla 7. Fuente: Definición de aspectos e impactos ambientales de la unidad porcícola (Autor 2019).....	70
Tabla 8. Fuente: Impactos significativos de la unidad porcícola (Autor 2019).....	71

Listado de figuras

Figura 1. Fuente: Autor e I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra (2019).....	34
Figura 2. Fuente: Autor (2019)	35
Figura 3. Fuente: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).....	36
Figura 4. Fuente: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).....	37
Figura 5. Fuente: Autor (2019)	42
Figura 6. Fuente: Autor (2019)	64
Figura 7. Fuente: Autor (2019)	64

Listado de imágenes

Imagen 1. Fuente: (Alcaldía Municipal de Cachipay, 2018)	18
Imagen 2. Fuente: Administración Municipal Cachipay (2015).....	19
Imagen 3. Fuente: Google Earth (2019).....	20
Imagen 4. Fuente: CIEMAT	26
Imagen 5. Fuente: Google Earth (2019).....	43
Imagen 6. Fuente: Autor (2019).....	47
Imagen 7. Fuente: Manual de Producción Porcícola (2005).....	49
Imagen 8. Fuente: Manual de producción Porcícola (2005) y Autor (2019).....	51
Imagen 9. Fuente: Porcinews (2019)	52
Imagen 10. Fuente: Mercado libre chile (2019).....	52
Imagen 11. Fuente: Guía de Bioseguridad en Explotaciones Porcinas.....	57
Imagen 12. Fuente: Zamorano.edu (2015).....	57

Listado de Fotografías

Fotografía 1. Fuente: Autor (2019).....	20
Fotografía 2. Fuente: Autor (2019).....	20
Fotografía 3. Fuente: Autor (2019).....	20
Fotografía 4. Fuente: Autor (2019).....	38
Fotografía 5. Fuente: Autor (2019).....	44
Fotografía 6. Fuente: Autor (2019).....	44
Fotografía 7. Fuente: Autor (2019).....	45
Fotografía 8. Fuente: Autor (2019).....	45
Fotografía 9. Fuente: Autor (2019).....	46
Fotografía 10. Fuente: Autor (2019).....	48
Fotografía 11. Fuente: Autor (2019).....	48
Fotografía 12. Fuente: Autor (2019).....	49
Fotografía 13. Fuente: Autor (2019).....	50
Fotografía 14. Fuente: Autor (2019).....	51
Fotografía 15. Fuente: Autor(2019).....	51
Fotografía 16. Fuente: Autor (2019).....	51
Fotografía 17. Fuente: Autor (2019).....	52
Fotografía 18. Fuente: Autor (2019).....	52
Fotografía 19. Fuente: Autor (2019).....	52
Fotografía 20. Fuente: Autor (2019).....	53
Fotografía 21. Fuente: Autor (2019).....	53
Fotografía 22. Fuente: Autor (2019).....	53
Fotografía 23. Fuente: Autor (2019).....	53
Fotografía 24. Fuente: Autor (2019).....	55
Fotografía 25. Fuente: Autor (2019).....	55
Fotografía 26. Fuente: Autor (2019).....	56
Fotografía 27. Fuente: Autor (2019).....	56
Fotografía 28. Fuente: Autor (2019).....	57
Fotografía 29. Fuente: Autor (2019).....	57
Fotografía 30. Fuente: Autor (2019).....	58
Fotografía 31. Fuente: Autor (2018).....	59
Fotografía 32. Fuente: Autor (2018).....	59
Fotografía 33. Fuente: Autor (2018).....	59
Fotografía 34. Fuente: Autor (2018).....	59
Fotografía 35. Fuente: Autor (2019).....	60
Fotografía 36. Fuente: Autor (2019).....	60
Fotografía 37. Fuente: Autor (2019).....	60
Fotografía 38. Fuente: Autor (2019).....	60
Fotografía 39. Fuente: Autor (2019).....	61
Fotografía 40. Fuente: Autor (2019).....	61
Fotografía 41. Fuente: Autor (2019).....	61
Fotografía 42. Fuente: Autor (2019).....	62
Fotografía 43. Fuente: Autor (2019).....	62
Fotografía 44. Fuente: Autor (2019).....	62
Fotografía 45. Fuente: Autor (2019).....	63
Fotografía 46.Fuente: Autor (2019).....	63

Listado de Anexos

Anexos 1. Fuente: Autor (2019)	87
Anexos 2. Fuente: Autor (2019)	89
Anexos 3. Fuente: Autor (2019)	94
Anexos 4. Fuente: Autor (2019)	97
Anexos 5. Fuente: Autor (2019)	98
Anexos 6. Fuente: Autor (2019)	99

Resumen

La contaminación ambiental que las unidades porcícolas pueden ocasionar son múltiples; entre ellas está la generación de excretas, vertimientos, propagación de vectores, generación de malos olores, en especial la contaminación de las fuentes hídricas, ya que no solamente son afectadas por las situaciones mencionadas anteriormente, sino por la deficiente disposición de residuos.

La Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra se encuentra ubicada en la zona rural del municipio de Cachipay, Cundinamarca; la economía de la región está basada en las actividades agropecuarias que representan la principal fuente de ingreso. En la Institución Educativa, se realizó la formulación de un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola que funciona como desarrollo productivo y educativo por parte de los estudiantes del grado 8º; a través de visitas técnicas, trabajo en campo, observación directa, caracterización, análisis y evaluación del funcionamiento administrativo y operativo de las instalaciones de la porcicultura.

Los resultados obtenidos mediante la definición de los aspectos ambientales y la evaluación de impactos producidos en la unidad porcícola mediante la metodología CONESA, arrojó 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.

La comunidad de Peña Negra al igual que la Institución Educativa, tiene la necesidad de solucionar los impactos generados por el mal manejo y gestión de la unidad porcícola para disminuir el impacto ambiental ocasionado, es así que se estructuraron unas fichas técnicas de manejo ambiental para subsanar la problemática presentada.

Abstract

The environmental contamination that the swine units can cause are multiple; among them is the generation of excreta, dumping, propagation of vectors, generation of bad odors, especially the contamination of water sources, as they are not only affected by the situations mentioned above, but also because of the deficient waste disposal.

The Departmental Educational Institution Peña Negra Agricultural Institute is located in the rural area of the municipality of Cachipay, Cundinamarca; the economy of the region is based on agricultural activities that represent the main source of income. In the Educational Institution, the formulation of an environmental management plan for the porcícola unit that works as a productive and educational development for the students of the 8th grade; through technical visits, work in the field, direct observation, characterization, analysis and evaluation of the administrative and operational functioning of the pig production facilities.

The results obtained through the definition of environmental aspects and the evaluation of impacts produced in the pig meat unit through the CONESA methodology, showed that these significant impacts were: air and water resource contamination (Bahamón River), soil erosion, alteration in the biological chain of fauna and the alteration of the economic activities that make use of the hydric resource; therefore, the conservation and preservation of the Bahamón River is important since it is the only water source from which the community is supplied.

The community of Peña Negra as well as the Educational Institution, has the need to solve the impacts generated by the poor management and management of the swine unit to reduce the environmental impact caused, so that some environmental management technical sheets were structured to correct the problem presented.

1. Introducción

La interacción del hombre con el contexto ha generado problemas ambientales, afectando los recursos naturales y la calidad de vida de los mismos, por falta de una planificación que facilite el desarrollo y control acorde a las necesidades y servicios de los recursos naturales y ambientales.

Cachipay es un municipio de Cundinamarca (Colombia), ubicado en la Provincia del Tequendama, este se encuentra sobre la zona más montañosa, al igual que su casco urbano, dispone de una totalidad de 56 km² y se compone de varias veredas en las que se destaca la Inspección de Peña Negra; La cual tienen la particularidad de basar su economía en la producción agropecuaria, de café, flores, follajes y ganado tanto vacuno como de especies menores (Alcaldía Municipal de Cachipay, 2018). La región se encuentra caracterizada por una población en su mayoría campesina dedicada a las actividades agropecuarias como base de su sustento. El I.E.D Instituto Agrícola es la única institución educativa de Peña Negra, que ofrece educación preescolar, básica primaria y básica secundaria con modalidad agropecuaria. Esta institución tiene a cargo proyectos productivos pecuarios, entre estos, lombricultura, cunicultura, avicultura, piscicultura, apicultura y porcicultura, enfocado a la cría de lechones y engorde de cerdos.

Este proyecto se realiza con el fin de viabilizar la formulación de un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola instalada en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra en el municipio de Cachipay, Cundinamarca; desarrollando un diagnóstico general que permita analizar y definir el estado actual del contexto institucional, evaluando los impactos ambientales significativos que den lugar a formular estrategias de manejo ambiental apropiadas para las capacidades de la institución educativa y los beneficios de su implementación.

La porcicultura es una de las actividades económicas que más genera impacto en el ambiente, donde según la asociación Colombia de porcicultura se localizan 6 granjas censadas dedicadas a este tipo de labor en el municipio (Asociación Colombiana de Porcicultores, 2015). Teniendo en cuenta que existe otro gran porcentaje de pequeños productores en la clandestinidad en áreas rurales; es necesario un acercamiento a la comunidad porcicultora en su totalidad, desde el ámbito educativo a través de capacitaciones al cuerpo docente y estudiantes del Instituto Agrícola para que propaguen la educación ambiental requerida en el manejo adecuado de los porcinos y el tratamiento de excreta.

Por esta razón la investigación se enfoca en el estudio de recolección de datos que muestren una incidencia en los problemas ambientales que posiblemente se están generando en la institución educativa y sus alrededores y de esta manera tomar las medidas pertinentes para la implementación de una pronta solución.

2. Planteamiento del problema

El colegio I.E.D Instituto Agrícola de Peña Negra, es una institución educativa con énfasis en el sector agropecuario. Dentro de su malla curricular, ofrece a su comunidad, la oportunidad de adquirir conocimientos teórico-prácticos en la modalidad, puestos que ejecuta distintos proyectos productivos, tales como; siembra de hortalizas y leguminosas, lombricultura, cunicultura, avicultura, apicultura, piscicultura y porcicultura. Para este último, la institución cuenta con una unidad Porcícola dentro de sus instalaciones con fines productivos y educativos, en esta se instruye a los estudiantes con respecto a la crianza y el manejo de cerdos. En lo que tiene que ver con la anatomía, fisiología, clase de razas, enfermedades, reproducción, etapa de gestación, manejo alimenticio, entre otras. Sin embargo, dentro de los temas de enseñanza, la institución no cuenta con un programa que capacite a los estudiantes, acerca del manejo de residuos especialmente peligrosos y de excreta porcina.

Es así, que, al no contar con la información de entradas y salidas en sus procesos, se desconoce el grado de impacto que representa la actividad porcícola dentro del área de influencia. Teniendo en cuenta que las instalaciones están ubicadas alrededor de 40 m. de los salones de clase y a 50 m. del río Bahamón, lo que puede llegar a representar afectaciones tanto ecológicas como sociales, que se han venido ignorando por el desinterés cultural de la población por las buenas prácticas ambientales porcícolas.

Según, (Yaguachi, 2017), la crianza y engorde de cerdos trae consigo problemas ambientales, como, por ejemplo; la generación de malos olores por la producción de residuos sólidos y líquidos. Estos se convierten en puntos atrayentes para plagas (moscas y ratas), que hacen vulnerable el bienestar y la salud tanto de animales, como de humanos que habitan cerca de las instalaciones. Por otro lado (Pérez, Porcicultura y contaminación del agua en La Piedad, Michoacán, México, 2001), señala que, aunque los residuos de purines originan gases como metano, amoníaco, dióxido de carbono y ácido sulfúrico, el impacto más significativo de los purines y aguas residuales, que constan de heces y orina, agua, alimento desperdiciado, polvo y otras partículas, es en el recurso hídrico. Puesto que, si no se cuenta con un correcto método para el tratamiento de dichos residuos, las descargas de vertimientos altamente contaminados alterarían las características propias del ecosistema y específicamente del río Bahamón. Este último sirve a la comunidad de la Inspección de Peña Negra en servicios de recreación y abastecimiento de agua para campesinos, por lo que podría ocasionar la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la población.

Actualmente la unidad porcícola no cuenta con un plan de manejo ambiental, que le permita hacer registro y control de la cantidad de residuos sólidos, peligrosos y de purines que genera el proyecto. Ya que no se tienen en cuenta los aspectos sociales, económicos y ecológicos de la unidad, ni de los impactos producidos al ecosistema. Se conoce que, para el tratamiento de excreta, el colegio cuenta con un biodigestor anaerobio en mal estado, y un pozo séptico (en funcionamiento) encargado de filtrar los vertimientos allí generados que finalmente llegan al río.

Por lo tanto, a través de la investigación de este proyecto se pretende evidenciar, la existencia de afectaciones al ecosistema y al bienestar de la comunidad de la inspección de Peña Negra, municipio de Cachipay, Cundinamarca.

2.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los aspectos sociales, económicos y ecológicos de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, qué causan mayores impactos al ecosistema?

3. Justificación

Este Proyecto es desde el enfoque de la ingeniería ambiental, puesto que formula un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola del Instituto Agrícola de Peña Negra en el municipio de Cachipay Cundinamarca y permitirá que los procesos que se llevan a cabo presten atención a buenas prácticas ambientales en la porcicultura y lleguen a reducir impactos negativos, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente para ejecutar este tipo de producción. Dicha actividad genera vertimientos a un cuerpo de agua superficial (Río Bahamón), afectando la calidad del recurso hídrico y generando riesgos para la población que hace uso de los servicios ecosistémicos de la cuenca, aguas abajo. Incluso este río, abastece el acueducto de la Inspección de San Joaquín del municipio de La Mesa, Cundinamarca.

La porcicultura representa para el país una importante fuente de ingresos, dentro del 3er censo Nacional agropecuario (Hay campo para todos), para el año 2013 la producción de cerdos cebados a nivel nacional era de 3.946.564. Donde se destaca la participación de Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca y Meta con 2.650.448 de cabezas, correspondientes al 67,2% de la producción de cerdos cebados en el territorio nacional. Para este caso, Cundinamarca aportando con 402.927 cabezas de ganado porcino, que representaría el 10,2% del total de producción, (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2016). Es importante resaltar la relevancia que tiene la actividad porcícola en el departamento, por lo que es indispensable la ejecución de proyectos de investigación, que permitan conocer y tener una trazabilidad referente al tipo de explotación dentro del territorio, ya que en muchas granjas porcícolas no cuentan con la tecnología, ni con la teoría para el manejo, control y tratamiento de residuos, por lo que representan una gran amenaza en términos de contaminación, para la recuperación y conservación de los recursos naturales y de los ecosistemas.

Bajo la premisa de (Rodríguez, 2017): “Una de las necesidades prioritarias para un mejor desarrollo y aprovechamiento del potencial agropecuario en Colombia, es la implantación de una política educativa integral y dinámica que obedezca a un verdadero estudio de las necesidades rurales”. El proyecto contempla como caso de estudio una institución educativa que sirve de escenario para la formación y transferencia de conocimiento en el municipio. De este modo se incluye el componente ambiental en este contexto y conocimiento, elevando la probabilidad de réplica entre los porcuicultores de la región.

Desde el punto de vista **SOCIAL**, se espera que el proyecto beneficie principalmente a la comunidad del Instituto Agrícola, seguido de los porcuicultores de la región. Ya que los estudiantes obtendrán conocimientos necesarios, para que sean ellos los que se empoderen de los proyectos productivos y así mismo de la gestión de las buenas prácticas ambientales, incrementando la calidad y la competitividad de la actividad porcícola. En cuanto al aspecto **ECONÓMICO**, con la propuesta de un plan de manejo ambiental que contemple la puesta en marcha de un biodigestor, la institución podrá sacar provecho del biogás y de los lixiviados (abono orgánico) que allí se generen

a través del tratamiento de excreta porcina. Por otra parte, esta propuesta tendría un impacto positivo en términos **ECOLÓGICOS**, puesto que se definirían medidas de manejo ambiental para llegar a tratar los purines de la actividad porcícola que son vertidos y filtrados a través de 2 pozos sépticos hasta finalmente llegar al río Bahamón, lo que contribuiría al mejoramiento de la calidad del agua, además de incentivar el uso de energías alternativas y promovería un mejor control por parte de las autoridades ambientales y del gobierno local para la protección del ambiente, en estos casos.

Finalmente, los beneficios institucionales se focalizan en un mayor compromiso con la protección y cuidado del ecosistema por parte del colegio, complementando contenidos curriculares con buenas prácticas ambientales para el sector porcícola y permitiendo recuperar las unidades de control que, además, son un escenario para la transferencia de conocimiento a los estudiantes y los porcicultores del municipio.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Formular un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola instalada en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra en el municipio de Cachipay en Cundinamarca

4.2 Objetivos específicos

- Analizar y definir el estado actual de la unidad porcícola y de su infraestructura anexa para control ambiental, así como el contexto institucional para su administración y operación.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales más significativos de la unidad porcícola.
- Formular fichas de manejo ambiental para los impactos ambientales significativos que sean apropiadas para las capacidades y función de la institución educativa y estimar los posibles beneficios de su implementación.

5. Marco de referencia

5.1 Descripción del territorio

Cachipay:

Es un municipio localizado a 50 km de la ciudad de Bogotá, está dentro de la Provincia del Tequendama, con temperatura promedio de 18°C, se encuentra sobre la vertiente occidental de la Cordillera Oriental; es un terreno abrupto. Cachipay se encuentra sobre una zona montañosa igual que su casco urbano, con una totalidad de jurisdicción de 56 km² donde es posible apreciar zonas escarpadas de valles, colinas y montañas. Este municipio limita con el municipio de La Mesa en la “Cordillera del frisol”, con el municipio de Anolaima en “El Alto y cuchilla del Águila” y con Zipacón en el “Cerro de Tablanca”. Los principales ríos del municipio son el río Bahamón y Cachipay, en ellos desembocan casi la totalidad de quebradas y caños del territorio. Estos son afluentes del río Curí, que demarca los límites con Quipile. Finalmente, todos estos forman parte de la vertiente del Caribe, pues el río Curí desemboca en el río Apulo y éste a su vez en el río Bogotá, llegando finalmente al Magdalena (Alcaldía Municipal de Cachipay, 2018).

Localización de Cachipay en el departamento de Cundinamarca

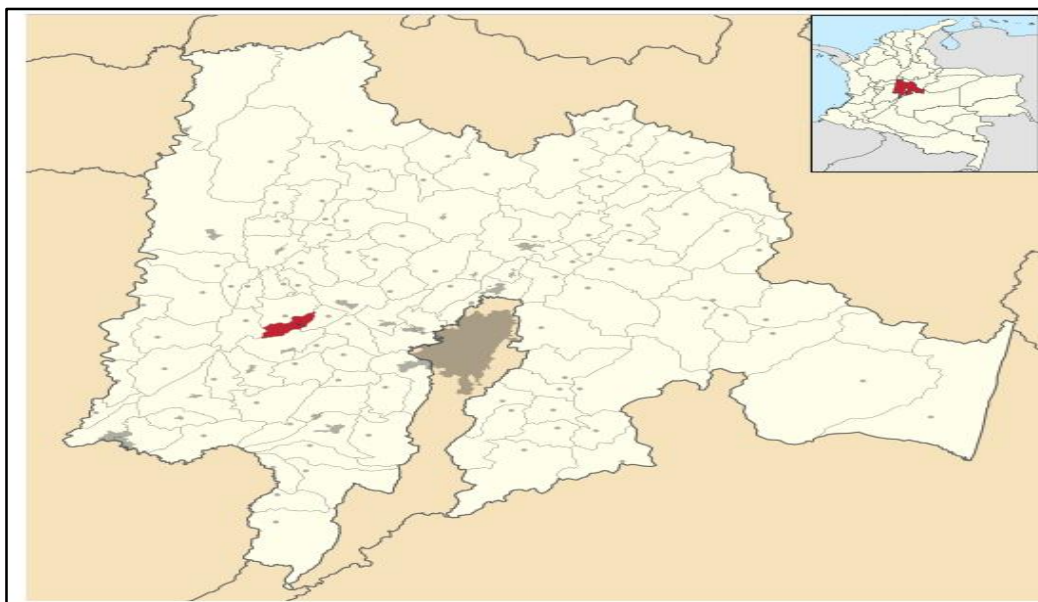


Imagen 1. Fuente: (Alcaldía Municipal de Cachipay, 2018)

Peña Negra – Cachipay:

Es una inspección perteneciente al municipio de Cachipay, Cundinamarca (Colombia), Con una temperatura promedio de 24°C, se encuentra al sur-occidente del casco urbano del municipio, a 8 km por vía carretable y pavimentada en algunos tramos. Actualmente Peña Negra cuenta con 2000 habitantes, dicha locación es representada con una importante producción agrícola en cultivos de café, mango, cítricos y follajes; y pecuaria en la productividad de ganado bovino y especies menores. La inspección se encuentra ubicada dentro de la cuenca del Río Bahamón, este se localiza

al suroriente de Cachipay y abastece a algunos acueductos veredales del municipio y también del municipio de La Mesa (Cundinamarca), específicamente de la Inspección de San Joaquín. Por lo que este, representa un beneficio importante en la prestación de servicios ecosistémicos (Alcaldía Municipal de Cachipay, 2018).

Localización de la Inspección de Peña Negra en el municipio de Cachipay (Veredal)

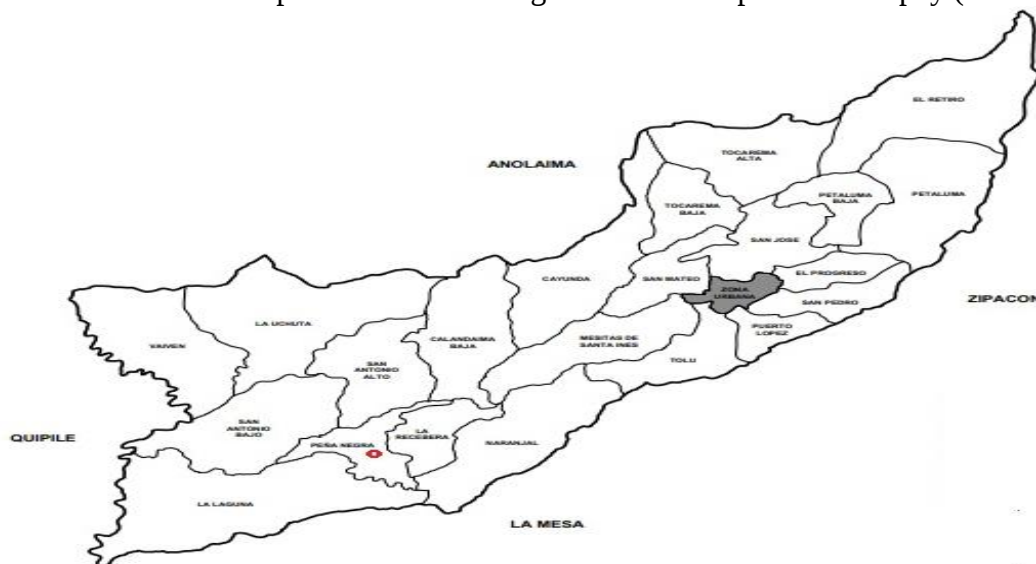


Imagen 2. Fuente: Administración Municipal Cachipay (2015)

Colegio I.E.D Instituto Agrícola

Es una entidad de carácter oficial que ofrece los servicios de educación preescolar, básica primaria, básica secundaria, media técnica, educación para adultos, con énfasis agropecuario. Ésta busca desarrollar en el estudiante su ser integral y sus competencias en actividades agropecuarias y académicas con base en aspectos técnicos actuales aplicables en su entorno social, laboral y productivo, para que contribuya al mejoramiento económico de la región, mediante la ejecución de procesos y estrategias curriculares que genere en él un espíritu emprendedor consecuente con su proyecto de vida y le facilite el acceso a la educación superior (I.E.D Instituto Agrícola, 2019).

Localización del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra

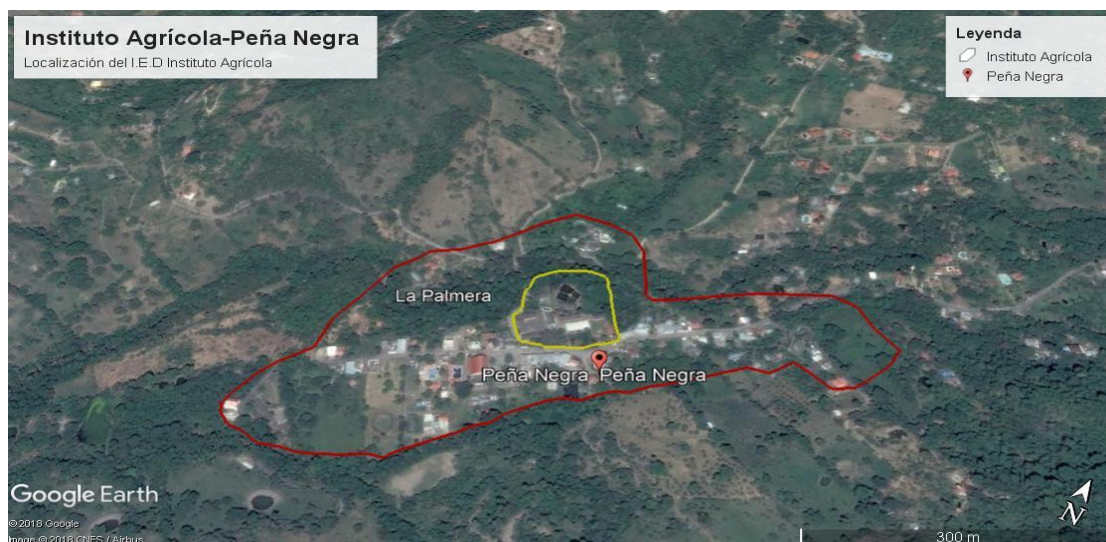


Imagen 3. Fuente: Google Earth (2019)

I.E.D Instituto Agrícola de Peña Negra



Fotografía 1. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 2. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 3. Fuente: Autor (2019)

5.2 Estado del arte

La porcicultura, es una actividad económica que produce grandes impactos a los ecosistemas sobre fuentes de agua, suelo y aire. Dichos impactos ambientales pueden variar de acuerdo con el estado fisiológico de los animales, tipo de alimentación y cantidad de agua que se use en el proceso, pues de acuerdo con el manejo de los residuos, se producen altas cantidades de contaminantes que, en muchos casos, son vertidos a los ríos, quebradas o canales de drenaje, generando deterioro en el recurso hídrico. Esto debido al crecimiento poblacional y de mercados; la demanda de productos cárnicos ha crecido exponencialmente, aumentando la cantidad de producción y por ende un mayor número de impactos a los ecosistemas (Cormacarena, 2015).

Para el desarrollo del proyecto fue necesario consultar trabajos desarrollados por diferentes autores e instituciones, que estuvieran orientados a la formulación de planes de manejo ambiental para unidades porcícolas, teniendo en cuenta el diagnóstico y la caracterización de los procesos dentro del sistema de producción, así como también, la evaluación de los aspectos e impactos ambientales, que permitieran dar un soporte a la metodología. Entre los más destacados se encuentran los siguientes:

Investigaciones Internacionales:

- I. Internacionalmente, en el año 2016 se realizó un trabajo de grado en Riobamba-Ecuador titulado “Diseño de un Plan de Manejo Ambiental en la Granja Porcina El Rosario de la Provincia de Tungurahua”. En primer lugar, el autor realizó un diseño de impacto ambiental de los procesos de la producción porcícola, enfocándose en el muestreo de aguas residuales y el suelo de la granja porcina, según (Toainga, 2016): “para lograr una disminución de los impactos ambientales generados por la contaminación de las aguas residuales, se sugiere la construcción de tanques de captación a una distancia no menor de 100 metros de las instalaciones de la granja, evitando así la proliferación de olores y vertimientos de purines”. Por lo tanto, luego de haber hecho el análisis fisicoquímico de calidad de agua, el investigador obtiene los siguientes resultados: DBO, entrada 10 mg/L y salida 1200 mg/L; DQO, entrada 34 mg/L y salida 1500 mg/L; En cuanto a los sólidos suspendidos totales (SST), obtuvo datos de entrada de 460 ppm y salida de 4813 ppm. Basándose en lo mencionado anteriormente, se realiza una adecuación de la matriz de Leopold para calificar los impactos ambientales, donde se identificó que la generación de malos olores, contaminación de fuentes hídricas y generación de residuos son los impactos más significativos de la producción porcina, concluyendo con la formulación del plan de manejo ambiental teniendo en cuenta los anteriores impactos.

Este trabajo de grado demuestra, que para la investigación en curso hay la necesidad de realizar previamente a la formulación del plan de manejo ambiental, un diagnóstico y caracterización in-situ. De igual manera se realiza un estudio exhaustivo de la investigación “Propuesta de un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) Para la Unidad Experimental de Cerdos de la UNALM”.

- II. En Lima-Perú (Barrios Palomino & Salazar Taboada, 2015), realizaron una investigación titulada “Propuesta de un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) Para la Unidad Experimental de Cerdos de la UNALM”. Con el objetivo de disminuir los impactos generados por granjas porcícolas, donde aparentemente no se realizan buenas prácticas ambientales de producción, incumpliendo con los requisitos de la autoridad ambiental. Para mejorar la imagen de la porcicultura en Perú, los autores diseñan una metodología que incluye la caracterización y el diagnóstico ambiental de las condiciones en las que se encuentra la unidad porcícola, donde identifica y evalúa los efectos generados en el desarrollo del proyecto, es así que realiza una propuesta para continuar con las medidas de prevención y mitigación de impactos negativos dentro de las instalaciones. Por otro lado, al tratarse de un proyecto para fines productivos y educativos, Barrios y Salazar hacen énfasis en la transferencia de conocimiento para el beneficio de la población estudiantil, como de empresas privadas. Por lo que, dentro de los programas complementarios incluyen el de educación ambiental y participación ciudadana, para que por medio de capacitaciones se incremente la actividad investigadora en términos de prácticas porcícolas responsables con el entorno.

Teniendo en cuenta la investigación de Barrios y Salazar donde plantean disminuir los impactos ambientales generados por granjas porcícolas y hacer un énfasis en la transferencia de conocimiento para el beneficio de la población estudiantil; se toma como referencia, para el desarrollo de los programas complementarios de manejo ambiental facilitando la comprensión y guía para el proyecto de investigación Formulación de un Plan de Manejo Ambiental para una Unidad Porcícola en la I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra (Cachipay-Cundinamarca), en curso, teniendo como base

la evaluación e identificación de impactos significativos, que establezcan los análisis de las afectaciones en los procesos desarrollados en la unidad y obtener las fichas de manejo ambiental

- III.** En la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (Quispe, 2017), realizo un trabajo de investigación titulado “Impacto Ambiental Generado por la Producción Porcina en la Zona Urbana de Lomas de Lúcumo-Villa María del Triunfo”. En primer lugar, la autora se basa en la caracterización de las granjas porcícolas identificando el área de estudio y los procesos que allí se realizan; la construcción de jaulas, la alimentación de los cerdos, limpieza de las instalaciones, control y prevención de enfermedades, comercialización y manejo integral de residuos. Para posteriormente desarrollar un tipo de encuesta que le permitió diagnosticar el manejo ambiental dentro de la producción pecuaria. La investigación se basó en un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo); en donde la evaluación cualitativa se diseñó y aplicó una lista de verificación (check-list) que facilitara la identificación de los impactos ambientales en función de las características y actividades del proyecto. Por otro lado, en la evaluación cuantitativa se adaptó la matriz de CONESA, teniendo en cuenta que los impactos identificados dentro del check-list definieron los impactos significativos; dando como resultado que el componente salud es el de mayor grado de afectación, debido a la incidencia de malos olores y alteraciones en el bienestar de la población, como consecuencia del mal manejo y disposición de excretas y de residuos sólidos que se descomponen al aire libre, aumentando la proliferación de insectos y roedores.

La investigación de impacto ambiental realizado por Luz Quispe, direcciona la investigación en curso hacia la misma metodología (mixta) cualitativa y cuantitativa, ya que determina los aspectos e impactos en los resultados y componentes a evaluar, que definirán la probabilidad en el grado de afectación dentro del ecosistema, en los aspectos social, ecológico y ambiental.

- IV.** En una publicación realizada por la Revista Internacional de Contaminación Ambiental, titulada “Porcicultura y Contaminación del Agua en La Piedad, Michoacán, México”, tiene como objetivo resaltar algunos de los problemas ambientales mas importantes de la producción porcina. En este contexto aunque los residuos producidos en dicha actividad originan gases como el metano, dióxido de carbono, amoníaco y ácido sulfúrico que repercuten en la calidad del aire, el impacto mas significativo de los purines, contribuyen al deterioro del recurso hídrico alterando las características físico-químicas y microbiológicas del mismo. Por esta razón aumenta la incidencia de enfermedades gastrointestinales y de las vías respiratorias de las poblaciones que habitan cerca de proyectos de producción porcina. La investigación se basa en la toma de muestras de calidad de agua teniendo en cuenta 12 parámetros de análisis; 7 físico-químicos, potencial de hidrógeno (pH), temperatura (T), grasas y aceites (GyA), sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno total (N), fósforo total (P); 4 metales pesados, arsénico (As), cobre (Cu), Plomo (Pb) y zinc (Zn); y uno bacteriológico de coliformes fecales (CF) (Pérez, Porcicultura y Contaminación del Agua en La Piedad, Michoacán, México, 2001).

La investigación orienta hacia los procesos de análisis de calidad del agua, que permitirán la exactitud de los resultados en la matriz de evaluación de impactos ambientales.

Investigaciones Nacionales:

Dentro del territorio nacional se han llevado a cabo varias investigaciones referentes a la caracterización, estudio de impacto ambiental y formulación de planes de manejo ambiental para la actividad porcícola. Los siguientes trabajos permitirán tener un acercamiento de la trazabilidad de este tema a nivel nacional, regional y local.

- I. En Antioquia (Aguilar, 2017), desarrollo un trabajo de investigación llamado “Diagnóstico General de Sistemas Productivos Porcinos en el Municipio de Concepción”, cuyo objetivo fue realizar un diagnóstico general de los sistemas productivos de la región en 24 veredas y en la zona urbana. De esta manera elaborar un comparativo de los parámetros y el manejo de la porcicultura en el municipio, a través de la observación en trabajo de campo e información obtenida del censo agropecuario. Una vez realizadas las visitas se evidencio que, las granjas porcícolas tienen una deficiente tecnificación en sus instalaciones, por lo que se consideran rudimentarias y dificulta que se lleven a cabo prácticas responsables con el ambiente, debido a la alta generación de residuos sin el debido control y tratamiento alguno, produciendo afectaciones de importancia al ecosistema. Por otro lado, la falta de capacitación en temas relacionados con la producción y manejo de excretas porcinas, se ve reflejada en los resultados pobres y limitados de la explotación porcina, ya que los porcuicultores se ven obligados a aumentar los costos de producción, puesto que, al no contar con las condiciones sanitarias ideales, desencadenan enfermedades productivas y reproductivas en los cerdos que atrasan el proceso de crianza disminuyendo notablemente la utilidad de la actividad. Finalmente, la autora resalta la disposición del pequeño y mediano productor, para aceptar las recomendaciones y el deseo de llevar una actividad porcícola que cumpla con la normatividad vigente, bajo la producción responsable con buenas prácticas ambientales.

Teniendo en cuenta el planteamiento de la anterior investigación se deduce que en Colombia las investigaciones que se han orientado a los planes de manejo ambiental en la actividad porcícola son deficientes y no cumplen con las necesidades de los porcuicultores y el ambiente. Por lo tanto, no han sido efectivos para el control y manejo de residuos provenientes de la actividad, generando afectaciones a la población e impacto negativo al ecosistema.

- II. En el proyecto de grado de (Moreno Velasquez & Devia Tarache, 2018), titulado “Evaluación Ambiental al Criadero de Porcicultura Granja Campo Alegre en el Municipio de Acacias-Meta en la Vereda El Resguardo”, se pretendía realizar una evaluación de la unidad porcícola, para identificar y controlar posibles impactos, determinando así medidas de manejo ambiental con base en las características y condiciones de la granja. Luego de hacer el reconocimiento de las instalaciones, se realizó la matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales (ASPI), para evaluarlos mediante la matriz de Conesa Fernández, teniendo en cuenta criterios como; el proceso productivo del criadero, impactos potenciales en lo social y ecológico y la valoración de impactos significativos. Estos impactos son similares a los que se han venido mencionando anteriormente en el estado del arte, en las dimensiones sociales, ecológicas y económicas, debido al deficiente diseño e infraestructura que presenta la granja porcina. Por lo que los autores dentro de su plan de manejo, además de implementar buenas prácticas de responsabilidad ambiental, hacen referencia a programas que fortalecen la reestructuración de las instalaciones, mediante la implementación y funcionamiento de un pozo séptico y compostadores.

Es importante resaltar, que la investigación de Moreno y Devia hace énfasis en la implementación de infraestructura acorde al desarrollo del proyecto productivo y de esta manera no solo cumplir con los prerequisites en la detección de los resultados que lleven a confirmar que estos son necesarios para las buenas prácticas ambientales porcícolas

- III.** En el trabajo realizado por (Machado Hernández, Robayo Gomez, Ayala Bello, & Chávez Porras) titulado “Plan de Manejo Ambiental Para un Proyecto Porcícola. Estudio de Caso: Proyecto La Zambera, Otanche, Boyacá”. Tuvo como objetivo principal identificar, reducir, prevenir y controlar los impactos producidos por la actividad en la granja porcícola, los cuales generan afectaciones a dicha empresa, operarios, comunidad aledaña y al ecosistema en general. El estudio se realizó bajo los lineamientos de la guía ambiental para el subsector porcícola y la producción más limpia (PML). En la unidad se identificaron los impactos producidos por la generación de excreta, generación de residuos sólidos, contaminación de fuentes hídricas y suelos, y emisiones de gases como, metano, dióxido de carbono y ácido sulfúrico. Por tal motivo se diseñó un plan de manejo ambiental, bajo el principio de prevención de la contaminación, el anterior incluye el empleo de buenas prácticas de manejo, referentes para, el control y tratamiento de los purines, la formulación de un programa de gestión integral de residuos sólidos, programa de uso eficiente de agua y energía, programa de sanidad y seguridad animal, y por último un programa de control y seguimiento.

El proyecto anterior está enfocado en los objetivos de la investigación en curso, ya que en el proceso se espera fortalecer la proyección, el entorno y el impacto en el contexto de la explotación porcina, mejorando los procesos productivos al aumentar su rentabilidad con la obtención de subproductos y dando cumplimiento a la legislación vigente.

- IV.** Finalmente, en el municipio de Cogua, Cundinamarca (Arévalo Peña & Zambrano Malagón, 2007), realizaron un estudio titulado “Implementación de un Sistema Autosostenible en la Granja Agropecuaria del Municipio de Cogua para el Tratamiento de los Vertimientos Líquidos Porcícolas”. En este, el autor expone dos métodos existentes implementados en la granja porcina para el tratamiento de purines. El primero consta de la instauración de un biodigestor anaerobio construido bajo los parámetros de diseño y características del lugar de estudio, cuyo objetivo es el aprovechamiento energético del biogás generado, a través del tratamiento de excreta porcina producido por la degradación de material orgánico y disminuyendo las concentraciones de DBO, DQO, SST, NTK y fósforo. En segundo lugar, el autor hace referencia a la construcción de un humedal artificial, que tiene como objetivo específico la reducción de NTK y fósforo. Con estos dos métodos de tratamiento y control de purines, se pretende hacer uso de los productos resultantes; el biogás para la calefacción de los lechones y el uso del efluente tratado para el lavado de las instalaciones porcícolas.

Al ser este un proyecto que describe algunos métodos para el tratamiento de excreta porcina, es importante en la investigación en curso, ya que se contempla la restauración e implementación de un biodigestor anaerobio anexo a las instalaciones de la unidad porcícola del I.E.D Instituto agrícola de Peña Negra, el cual representa un beneficio en la obtención de biogás para ser utilizado en el proceso de calefacción de lechones en la misma actividad disminuyendo costos de operación y reduciendo los impactos producidos al ecosistema.

Además de estos estudios, se tendrá en cuenta las siguientes guías técnicas y los manuales de manejo y producción de porcinos (nacional e internacional) durante el transcurso del proyecto.

- Guía Ambiental Para Sistemas de Producción Porcícola realizado en el Departamento del Meta, mediante el cual, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), define los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para prevenir y controlar factores de deterioro ambiental. Esta guía contiene una serie de lineamientos, conceptuales, técnicos, jurídicos y ambientales que se deben tener en cuenta en la planificación y ejecución de proyectos de las actividades productivas porcícolas, con el fin de crear una armonización entre el usuario, las autoridades ambientales y la comunidad (CORMACARENA, 2015).
- Guía de Bioseguridad en Explotaciones Porcinas, debido a que existen numerosas enfermedades de los cerdos que atentan no solo contra los parámetros de la producción, sino que también producen efectos negativos en la salud de los operarios del proyecto productivo. Esta guía fue publicada por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa) en Argentina, con el objetivo de describir las medidas de manejo fundamentales a aplicar para prevenir la introducción y transmisión de enfermedades infecciosas en una unidad porcícola. Estas medidas de bioseguridad garantizan la disminución del riesgo de accidentes y enfermedades que se puedan presentar en cada uno de los procesos de producción (Monterubbianesi & Borrás, S. f).
- Manual de Aproximación a la Empresa Porcina para Estudiantes de Veterinaria realizado en España por la Universidad Autónoma de Barcelona en la facultad de veterinaria, con el objetivo de facilitar al interesado un acercamiento a la actividad porcícola. Su contenido se fundamenta principalmente en el manejo del ciclo reproductivo y productivo, por lo que se divide en los siguientes capítulos; 1) etnología y genética aplicada, 2) ciclo productivo y producto, 3) instalaciones porcinas, 4) manejo del ciclo reproductivo, 5) manejo sanitario, 6) manejo de la alimentación, 7) principales problemas comportamiento, y 8) economía del proceso (Paramio, y otros, 2010).
- Manual de Producción Porcícola, emitido por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en colaboración con el Centro Latino Americano de Especies Menores (CLEM), donde se le brinda al lector y al productor porcícola información de primera mano con respecto al ciclo productivo del cerdo, razas, manejo de la reproducción, alojamiento e instalaciones, nutrición y alimentación, manejo de la ceba, sacrificio, sanidad, por ultimo registros y su utilización (Carrero Gonzáles, Whyte, Espinosa, & Cataño, 2005).

5.3 Marco conceptual

Para el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta algunos conceptos que le permitan al lector interpretar fácilmente el contenido general del documento:

Las **granjas porcinas**, son unidades pecuarias dedicadas a la producción y crianza de cerdos con fines comerciales, para beneficio o reproducción (CORMACARENA, 2015). Allí se produce grandes cantidades de **excreta porcina**, que se define como la consecuencia de la funcionalidad del sistema digestivo del cerdo, que posee un solo estomago (monogástrico); la principal función de

este órgano es la descomposición de proteínas en aminoácidos que son absorbidos por el intestino delgado junto con grasas, almidones y azúcares. Los **purines**, conocidos como la combinación de heces y orina, se distribuyen en proporciones aproximadas de 60% heces sólidas y 40% orina (Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación, 2019).

La unidad porcícola, debe contar con un debido control y tratamiento de dichos purines. Por lo que es necesario un **saneamiento Ecológico**, que se plantea como alternativa al saneamiento convencional y se basa en un enfoque ecológico considerando la orina y las heces como un recurso para reciclar (Uno Winblad, 1998). Para el caso de estudio en el I.E.D Instituto Agrícola de Peña Negra, el proyecto porcícola cuenta con un **pozo séptico** para el tratamiento de excretas, este es un tanque de sedimentación de acción simple, en el que los lodos sedimentados están en contacto con las aguas negras de entrada, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaerobia (Salud Arequipa, 2019). Por otro lado, al contemplar la restauración de un biodigestor, que este en la capacidad de disponer y tratar purines, a través de la **digestión anaerobia**, descrita como el uso de microorganismos, en ausencia de oxígeno, para la estabilización de materiales orgánicos mediante su conversión a metano y otros productos inorgánicos incluyendo dióxido de carbono (Morales, 2019).

Aplicaciones y productos del proceso de digestión anaerobia

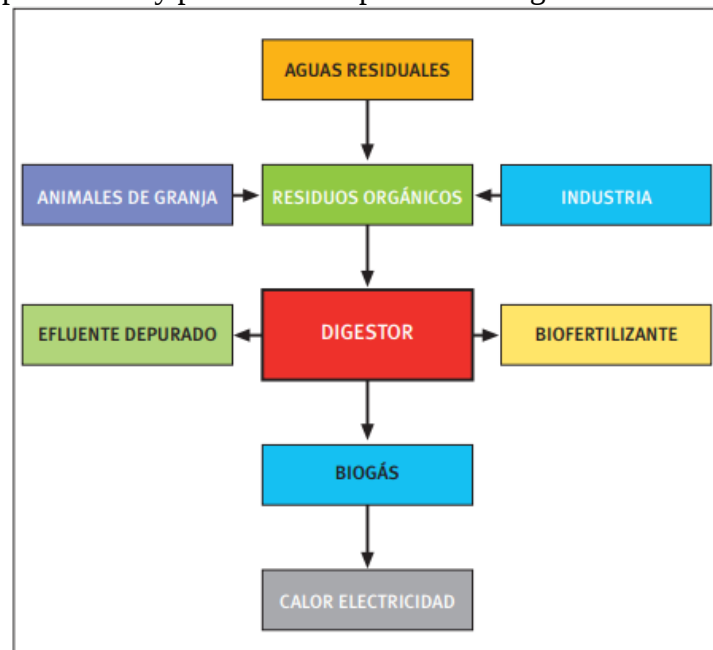


Imagen 4. Fuente: CIEMAT

La aplicación de este tipo de técnicas permite un mayor control de los impactos producidos por la explotación porcina, donde las mayores afecciones se dan en el recurso hídrico, alterando la **calidad físico-química del agua**, basada en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud; y modificando la **calidad bacteriológica del agua**, que consiste en la especificación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente al ser humano o que,

por su presencia indiquen la presencia de otros, como coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* (Wu, 2009).

Bajo algunos lineamientos de **producción más limpia (PML)**, definida como la aplicación continua de estrategias ambientales preventivas integradas a procesos, productos y servicios, que representen un aumento de la eficiencia de los mismos y reduzcan riesgos para los seres humanos y el ambiente (ONUDI, 2019). Se pretende que la Institución, además de instruir a los estudiantes sobre el manejo y crianza de cerdos, también incluyan las buenas prácticas ambientales de producción porcícola en su curriculum favoreciendo la **transferencia de conocimiento**, descrita como el conjunto de actividades dirigidas a la difusión de conocimientos, experiencias y habilidades con el fin de facilitar el uso de la información adquirida como réplica dentro de un sector social o productivo (Universidad Autónoma de Barcelona, 2019).

5.4 Marco Teórico

Para el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta algunas teorías que brinden soporte a la investigación dentro del contexto en el caso de estudio:

Según (Jimenez, 2010), la porcicultura es la crianza de cerdos con fines productivos e industriales. Dentro de este tipo de explotación pecuaria se desarrollan tres clases de producción:

- Granja de cría: También conocida como etapa de lactancia, inicia desde el nacimiento del cerdo hasta la sexta y séptima semana cuando alcance entre los 12 y 15 kg donde se realiza el destete.
- Granja de ceba: En esta etapa el cerdo alcanza un peso de 90 a 100 kg en un tiempo determinado que oscila entre 8 y 10 semanas, este es el último periodo de vida del cerdo antes de su sacrificio.
- Granja ciclo completo: Es aquella donde se llevan a cabo todos los procesos de la producción porcina (cría, preceba, levante y ceba).

Las granjas porcícolas son generadoras de grandes cantidades de residuos de excreta y orina (purines), la cual está compuesta por un 60% heces sólidas y 40% orina, su porcentaje de humedad es del 90% y un 10% de materia seca caracterizada por residuos de alimento y polvo. Cada 100 kg de excreta porcina equivalen a la generación de 0.25 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y a 0.75 kg de demanda química de oxígeno (DQO). La edad, la madurez fisiológica, calidad y cantidad de alimento consumido, volumen de agua consumida y el clima son características que influyen en la calidad de los purines; cabe resaltar que este es rico en concentraciones de nitrógeno, distribuido con un 40% de nitrógeno amoniacal y un 60% de nitrógeno orgánico, además posee un alto contenido de proteína. Al utilizar la excreta como abono orgánico (porcinaza), la acción de bacterias aeróbicas transforma el nitrógeno orgánico en amoniacal y posteriormente es convertido en nitritos (NO₂) y nitratos (NO₃) que son aprovechados por los suelos enriqueciéndolos en nutrientes y aumentando su fertilidad (Caceres Chaves & Forero Ortiz, 2015).

Según el (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2016) para el año 2013 la producción porcícola a nivel nacional era de 3.946.564 donde se destaca la participación de Cundinamarca con un total de 402.927 cabezas de ganado porcino, representando el 10,2% del total de la producción en el país. Pero a medida que el sector productivo ha ido en aumento, así mismo

han surgido problemas con el tratamiento y manejo de los residuos generados que pueden ser de tipo orgánico (estiércol sólido o fresco y animales muertos), o inorgánicos (jeringas, envase de biológicos, frascos, empaque, entre otros). Sin embargo, la excreta porcina debido a las grandes cantidades generadas y a sus características fisicoquímicas y microbiológicas representan mayor preocupación, por las afecciones causadas al ambiente (Guio Martinez & Mesa Angel, 2016).

En el aire:

Los malos olores se producen por la degradación biológica de las sustancias contenidas en los purines, en cuanto a los gases generados suelen ser diversos, pues dependen de la familia química y la cantidad existente por lo que el olor dependerá de la mezcla y proporción específica de todos ellos; se presentan olores ofensivos, derivados del amoníaco, el metano, el monóxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno, por otro lado, estos se convierten en contaminantes atmosféricos (Guio Martinez & Mesa Angel, 2016) que en grandes concentraciones constituyen un riesgo para el bienestar y la salud de la población aledaña y los animales.

En el suelo:

Cuando se generan vertimientos sin ningún tipo de control sobre los suelos se pueden llegar a incurrir en las siguientes acciones; a) “mecánica”, que consiste en una colmatación por taponamiento de poros en el suelo, lo que provoca una disminución en la capacidad de drenaje del terreno; b) “química”, que genera una degradación física y estructural del suelo, afectando sus características de fertilidad y ciclo de vida; c) “biológica”, que consiste en el desarrollo de microorganismos patógenos para animales y seres humanos (Guio Martinez & Mesa Angel, 2016). Los suelos también se ven afectados por los vertimientos de la contaminación generada por la falta de control de los residuos de excreta porcina.

En el agua:

El agua como elemento y recurso vital, está expuesto a la contaminación debido al exceso de nutrientes como el nitrógeno, potasio y fósforo presentes en la excreta porcina, al llegar a cuerpos de agua en forma de vertimientos, aceleran el proceso de eutrofización en el cuerpo hídrico promoviendo el nacimiento y desarrollo de plantas acuáticas, que incrementan la biomasa y disminuyen el oxígeno disuelto en el agua y aumentan la demanda biológica de oxígeno (Guio Martinez & Mesa Angel, 2016). En algunos casos, estos nutrientes hacen que distintas especies de plantas acuáticas se desarrollen en los cuerpos de agua recibiendo los nutrientes necesarios, sin embargo, terminan alterando las características fisicoquímicas propias del recurso y disminuyendo su caudal debido al proceso de eutrofización por la invasión de dichas plantas. En el caso de la Inspección de Peña Negra municipio de Cachipay y de la institución educativa I.E.D Agrícola, la posible generación de vertimientos de la unidad porcícola al río Bahamón que limita con sus instalaciones, podría verse afectada la población con consecuencias nefastas a nivel de salud y ambiental. Es por esto que, para disminuir los impactos de las unidades porcícolas, es necesario la formulación e implementación de planes de manejo ambiental que además permitan aumentar la eficiencia de este tipo de proyectos.

A través de un plan de manejo ambiental (**PMA**), con actividades generadas por el diagnóstico y evaluación a realizar que estarían orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales producidos por la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola. Este busca predecir de manera oportuna las consecuencias ambientales del caso de estudio, centrándose en

problemas, conflictos o limitaciones de recursos naturales que podrían verse afectados con la ejecución del mismo. Además, sirve como soporte para la identificación de las posibles medidas preventivas para la minimización de problemas y sugiere como adaptar el proyecto de manera eficiente para el cuidado, manejo y control de los recursos aprovechados en el mismo (Moreno Guerrero & Muñoz Revelo, 2007). Teniendo en cuenta que en la metodología se proyectaron los impactos significativos de la unidad porcícola, a través de la matriz de CONESA, para la evaluación de estos, se desarrollaron teniendo en cuenta las características de los impactos según (Conesa, 2006) (Bermudez, 2014), donde los valores descritos en la tabla 1, califican los impactos basándose en la información preliminar obtenida en el diagnóstico, entrevista, encuestas, fuentes secundarias e información cualitativa.

Características y calificación de los impactos según Conesa

NATURALEZA		INTENSIDAD	
Impacto benéfico (BN)	+	Baja (B)	1
Impacto perjudicial (PJ)	-	Media (M)	2
		Alta (A)	4
		Muy Alta (MA)	8
		Total (T)	12
ESTENSIÓN		MOMENTO	
Puntual (PN)	1	Largo Plazo (LP)	1
Parcial (PC)	2	Mediano Plazo (MP)	2
Extensa (E)	4	Inmediato (I)	4
Total (T)	8	Critico (C) +	4
Critica (C) +	4		
PERSISTENCIA		REBERSIBILIDAD	
Fugaz (F)	1	Corto Plazo (CP)	1
Temporal (T)	2	Mediano Plazo (MP)	2
Permanente (P)	4	Irreversible (I)	4
SINERGIA		ACUMULACIÓN	
Sin Sinergismo (SinS)	1	Simple (S)	1
Sinergico (S)	2	Acumulativo (A)	4
Muy sinergico (MS)	4		
EFECTO		PERIODICIDAD	
Indirecto (I)	1	Irregular discontinuo (ID)	1
Directo (D)	4	Periódico (P)	2
		Continuo (C)	4
RECUPERABILIDAD		IMPORTANCA	
Recuperable inmediato (RI)	1	I= (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + P + R + MC)	
Recuperable Mediano Plazo (RMP)	2		
Mitigable, compensable (MC)	4		
Irrecuperable (I)	8		

Tabla 1. Fuente: Conesa (2006)

A través de la teoría de extensión rural que promueve la innovación, permite la resolución de problemas asociados a las necesidades de producción rural, pérdida de capital natural y social. Esta innovación debe concebirse como un proceso de aprendizaje para tener en cuenta los conocimientos ancestrales y previos, acerca de la tecnología, gestión y manejo de procesos, y producción. Por otro lado, es relevante considerar otros aspectos como los equipos de trabajo multidisciplinario y la formación de estrategias y metodologías para asumir compromisos y tareas a desarrollar (FAO, 2019). De esta manera se crea un entorno propicio para las buenas prácticas ambientales en la porcicultura impulsando la educación ambiental en la institución a partir del manejo responsable porcícola.

Al considerar la restauración del biodigestor anexo a las instalaciones porcícolas del I.E.D Instituto Agrícola de Peña Negra, con el plan de manejo ambiental se espera promover al uso de energías renovables específicamente en el aprovechamiento de biomasa para la obtención de biogás, mediante la fermentación anaeróbica, utilizada generalmente para el tratamiento de residuos animales o vegetales de baja relación carbono / nitrógeno. Además, la biomasa que queda degradada como residuo del proceso de producción de biogás, constituye un excelente fertilizante para cultivos agrícolas (Secretaría de Energía, 2008).

Sistema integral animales traspatio-biodigestor-huerto

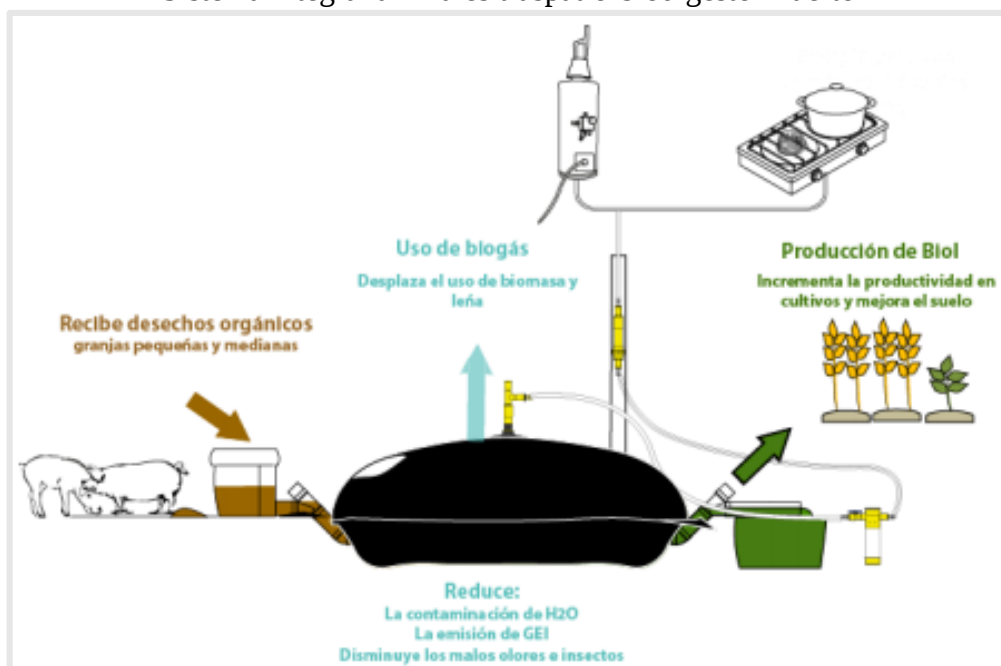


Ilustración 1. Fuente: Sistema.bio (2019)

5.5 Marco Normativo

Para el desarrollo de este proyecto se tiene en cuenta la legislación vigente en materia de explotación porcícola, con el fin de disminuir la generación de impactos ambientales negativos para el ambiente y los cuales serán exigidos por la autoridad ambiental:

Certificado de uso del suelo:

Las granjas porcícolas deberán presentar el correspondiente uso del suelo emitido por la secretaria de planeación municipal cuya vocación agropecuaria permita el desarrollo de la producción porcícola.

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 para los siguientes fines (Cormacarena, 2015):

- a). Abastecimiento doméstico en los casos que requiera.
- b). Riego y silvicultura.
- c). Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera derivación.
- d). Uso industria.
- e). Generación Térmica.
- f). Explotación minera y tratamiento de minerales.
- g). Explotación petrolera.
- h). Inyección para generación geotérmica.
- i). Generación hidroeléctrica.
- j). Generación cinética directa.
- k). Flotación de maderas.
- l). Transporte de minerales y sustancias tóxicas.
- m). Acuicultura y pesca.
- n). Recreación y deportes.
- o). Usos medicinales y otros usos similares.

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” (Cormacarena, 2015).
- **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” (Cormacarena, 2015).

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” (Cormacarena, 2015).

Plan de fertilización:

- **Resolución 1023 de 2005.** “Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación” (Cormacarena, 2015). Las granjas porcícolas deberán presentar el respectivo plan de fertilización de acuerdo con los lineamientos establecidos en la guía ambiental del subsector porcícola (Asociación Colombiana de Porcicultores, 2002).

Marco jurídico general y específico

Norma	Nombre
Decreto ley 2811 de 1974	Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente
Constitución política nacional (1991)	Constitución Política de Colombia
Decreto 1076 de 2015 Sección 4 (Decreto 1594 de 1984)	Usos del agua y residuos líquidos
Decreto 1076 de 2015 título 5 (Decreto 948 de 1995)	Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Decreto 1076 de 2015 Sección 2. (Decreto 791 de 1996)	Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Decreto 1077 ARTICULO 2.2.2.1.1.1	Ordenamiento del territorio
Decreto 1076 de 2015 capítulo 7 sesión 1. (Decreto 2667 de 2012)	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.
Decreto 1077 de 2015. Capítulo 1 Sección 1. (Decreto 879 de 1998)	Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial.
Decreto 1076 de 2015 Capítulo 6. (Decreto 155 del 2004)	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones
Resolución 1023 del 2005	Por el cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y auto regulación.
RESOLUCIÓN NÚMERO (1935) 5 de Noviembre de 2008	Por la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005
Resolución 2640 de 2007	Por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado porcino destinado al sacrificio para consumo humano.
RESOLUCIÓN 1192 DE 2012	Por la cual se amplían y se establecen plazos para el cumplimiento de lo dispuesto en las Resoluciones 2341 y 2640 de 2007.
Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
Resolución 0627 del 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Decreto 1076 de 2015 Sección 18. (Decreto 1449/ 1977)	Conservación de los predios rurales

Tabla 2. Fuente: CORMACARENA (2015)

5.6 Marco institucional

El I.E.D Instituto Agrícola de Peña Negra, es un colegio de carácter oficial que ofrece los servicios de educación preescolar, básica primaria, básica secundaria, media técnica, educación para adultos, con énfasis agropecuario (I.E.D Instituto Agrícola, 2019). A continuación se presenta en forma de organigrama el escenario institucional de la entidad educativa:

Organigrama I.E.D Instituto Agrícola

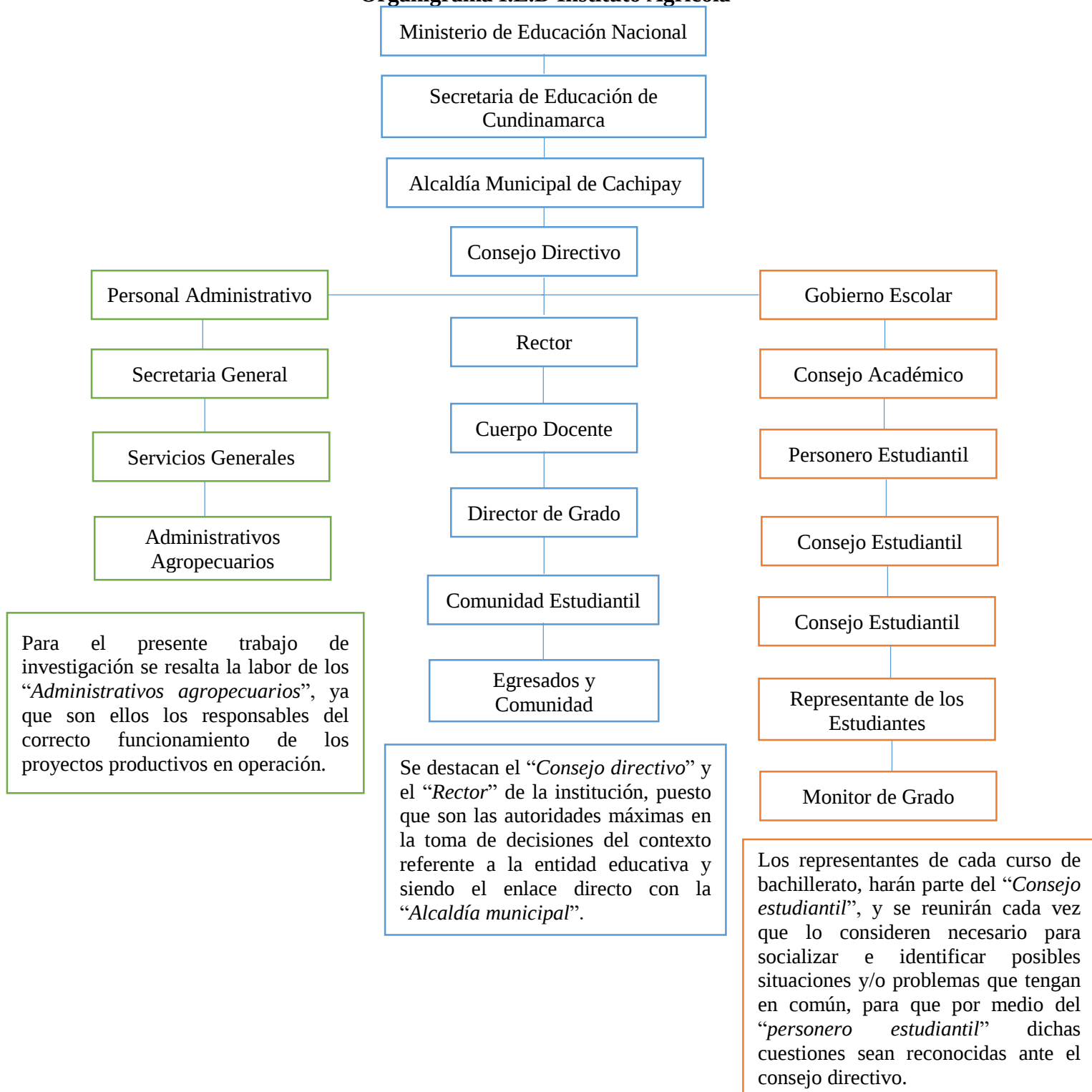


Figura 1. Fuente: Autor e I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra (2019)

6. Metodología

6.1 Enfoque de la investigación

En el presente trabajo de investigación se formuló un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra siguiendo el plan de acción presentado a continuación:

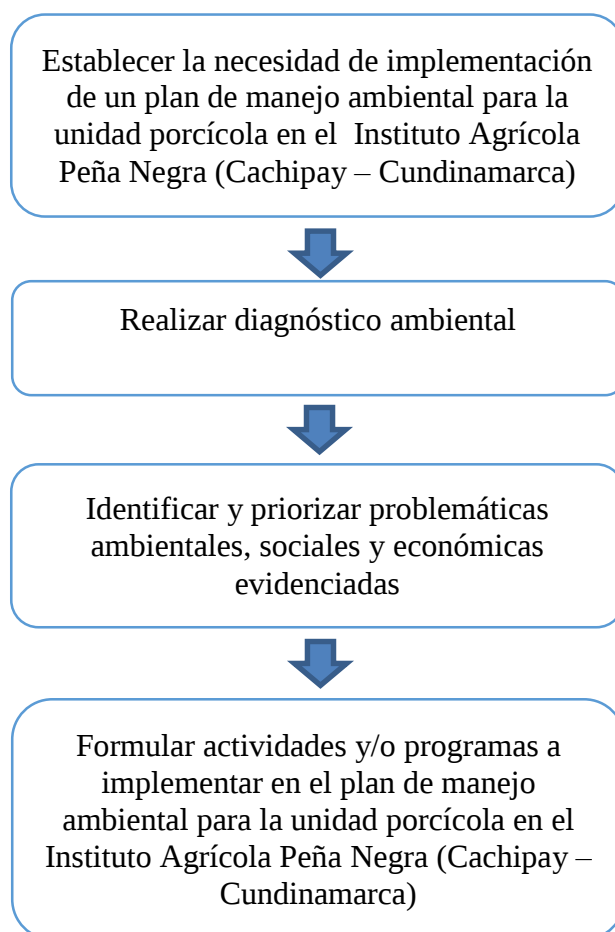


Figura 2. Fuente: Autor (2019)

En el desarrollo del presente documento de investigación se realizó la recopilación de información primaria y secundaria por medio de visitas técnicas a la institución educativa, registros fotográficos, consulta bibliográfica, revisión de documentación existente o relacionada a la unidad porcícola, entrevistas a la comunidad educativa del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, con el objetivo de identificar y priorizar las problemáticas ambientales relacionadas con la unidad porcícola para posteriormente formular un plan de manejo ambiental que permite generar bienestar en la comunidad educativa en el ámbito social, económico y ambiental.

El enfoque metodológico implementado en la presente investigación fue mixto. El enfoque o método mixto se puede definir como un conjunto de procesos que implican la recolección, recopilación, análisis, integración y discusión conjunta de datos cualitativos y cuantitativos con el

objetivo de realizar comentarios de la información recolectada y de esta forma lograr mayor entendimiento del fenómeno u objeto bajo estudio (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). En la figura 1 se presentara una recopilación de lo que implica la implementación de un método mixto en una investigación:



Figura 3. Fuente: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

El diseño de mixtos específico que se utilizó en la investigación fue el diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS). Este se caracteriza por presentar una primera fase, la cual consiste en la recolección y análisis de datos cualitativos seguido de una segunda etapa donde se recolectan y analizan datos cuantitativos. La ventaja de DEXPLOS es su facilidad de implementación pues presenta etapas o fases que son claras y diferenciadas, aunque presenta una desventaja importante para el investigador pues este debe contar con un tiempo prudente para la recolección y el análisis minucioso de los datos recabados en cada fase.

Esquema del diseño explotario secuencial (DEXPLOS)

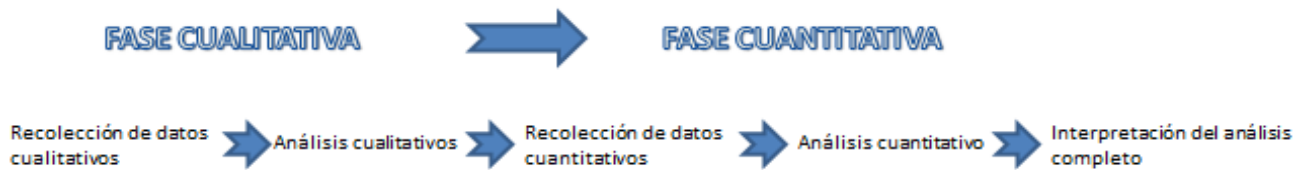


Figura 4. Fuente: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

6.2 Alcance de la investigación

Dando cumplimiento al primer objetivo planteado, el alcance de este será la elaboración de un diagnóstico ambiental, social y económico para la unidad porcícola en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra ubicado en el municipio de Cachipay en Cundinamarca. Se realizó el diagnóstico teniendo en cuenta lo siguientes:

- **Ambiental:** La caracterización de la unidad porcícola para la identificación de los impactos ambientales negativos que puedan generar afectaciones al recurso suelo, agua y aire.
- **Social:** La percepción y participación de la comunidad educativa del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra del manejo de la unidad porcícola y como la gestión adecuada e inadecuada de la misma puede generar efectos negativos o positivos considerables en la comunidad.
- **Económico:** Los costos de mantenimiento de una unidad porcícola y su infraestructura y los beneficios económicos que pueden generar la institución educativa (análisis costo-beneficio).

Para el cumplimiento de los dos últimos objetivos planteados que consisten en identificar y evaluar los impactos ambientales producto del funcionamiento de la unidad porcícola para posteriormente formular fichas de manejo ambiental para los impactos ambientales significativos evidenciados en la unidad porcícola instalada en el Instituto Agrícola Peña Negra en el municipio de Cachipay en Cundinamarca. Lo que se busca alcanzar en el presente trabajo de investigación teniendo en cuenta lo evidenciado en el diagnóstico ambiental, social y económico es lo siguiente:

- Identificar, evaluar y priorizar impactos ambientales negativos producto de la operación de la unidad agrícola de la Instituto Agrícola Peña Negra para así plantear alternativas de solución.
- Formular programas, proyectos y/o actividades que permitan alcanzar los objetivos y metas planteadas en lo ambiental, social y económico.
- La formulación del plan de manejo ambiental para la unidad porcícola en la Instituto Agrícola Peña Negra contemplará la puesta en marcha de un biodigestor, la institución

podría sacar provecho del biogás y de los lixiviados (abono orgánico) que allí se generen a través del tratamiento de excreta porcina.

- Generar bienestar y conocimientos en la comunidad educativa del Instituto Agrícola Peña Negra para que esta se empodere de los proyectos productivos y así mismo de la gestión de las buenas prácticas ambientales, incrementando la calidad y la competitividad de la actividad porcícola así como la calidad educativa.

6.3 Unidad de análisis

La unidad a analizar es el proyecto porcícola presente en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, esta institución educativa tiene un énfasis en educación agropecuaria pues en su malla curricular, ofrece a su comunidad, la oportunidad de adquirir conocimientos teórico-prácticos en la modalidad, ya que ejecuta distintos proyectos productivos, tales como; siembra de hortalizas y leguminosas, lombricultura, cunicultura, avicultura, apicultura, piscicultura y porcicultura. Con el presente trabajo de investigación se busca formular un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola con el objetivo de mejorar las prácticas ambientales incrementando la calidad y la competitividad de la actividad porcícola así como la calidad educativa.

Proyecto Porcícola I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 4. Fuente: Autor (2019)

6.4 Matriz metodológica de la investigación

En la tabla 2 se presenta la metodología de investigación implementada en el contexto social económico y ecológico teniendo en cuenta sus variables, aspectos, indicadores, unidades, técnicas e instrumentos.

MATRIZ METODOLOGICA DE INVESTIGACION						
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	TÉCNICAS	Las técnicas implementadas para la recolección y el análisis de información en el presente trabajo de investigación fueron observación en campo, revisión bibliográfica, transferencia de conocimientos en espacios participativos y análisis estadístico				
	INSTRUMENTOS	Los instrumentos que permitieron la recolección y análisis de información para la formulación del plan de manejo ambiental de la unidad porcícola del presente trabajo de investigación fueron bitácoras de campo, registros fotográficos, encuesta y entrevistas que permitieron obtener la información de manejo de la unidad porcícola en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra.				
DIMENSIÓN	VARIABLES	ASPECTO	INDICADOR	UNIDADES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
SOCIAL	EDUCACIÓN AMBIENTAL	Conocimientos ambientales de la comunidad educativa	Nivel educativo	Grado de escolaridad	Análisis estadístico	Entrevista
	PARTICIPACIÓN	Participación activa de la comunidad educativa	Nivel de participación	Grado de participación	Análisis estadístico y observación directa	Entrevista y charlas interactivas
	ASISTENCIA TÉCNICA	Disponibilidad de mano de obra calificada	Frecuencia de capacitaciones	Capacitaciones/año	Análisis estadístico	Entrevista
ECONÓMICO	CAPACIDAD ECONÓMICA	Relación costo-beneficio	Costos de mantenimiento y operación versus utilidad generado por la unidad porcícola.	Pesos Colombianos	Análisis estadístico y observación directa	Entrevista y charlas interactivas
	APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS	Reutilización, transformación y aprovechamiento de residuos	Cantidad de residuos sólidos reutilizados, transformados o aprovechados	Kg de residuos sólidos reutilizados, transformados o aprovechados	Análisis estadístico, observación directa y transferencia de información	Entrevista y charlas interactivas
ECOLÓGICO	CONTROL DE VECTORES	Conocimientos para el control de vectores	Cantidad de métodos usados para el control de vectores	Número de métodos utilizados	Análisis estadístico	Entrevista
	AGUA, SUELO Y AIRE	Calidad del agua, suelo y aire	Concentración de sustancias químicas	% de concentración en agua, suelo y aire	Análisis bibliográfico y consulta de información secundaria	Revisión bibliográfica

Tabla 3. Fuente: Autor (2019)

6.5 Matriz resumen de objetivos

Para efectos de la presentación y resumir la metodología, se presenta una tabla integradora de las actividades, instrumentos necesarios para el cumplimiento de los cada uno de los objetivos.

Matriz Resumen de Objetivos

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICO	ACTIVIDAD	HERRAMIENTA	RESULTADOS ESPERADOS
Formular un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola instalada en el Instituto Agrícola Peña Negra en el municipio de Cachipay en Cundinamarca.	Analizar y definir el estado actual de la unidad porcícola y de su infraestructura anexa para control ambiental, así como el contexto institucional para la administración y operación	Visitas técnicas a la institución para identificar los procesos y caracterizar la unidad porcícola y su infraestructura anexa de control ambiental	Visita de campo, consulta bibliográfica, registro fotográfico, análisis espacial, bitácora de campo, georreferenciación, fichas de especificaciones técnicas de la infraestructura de control ambiental instalada	Caracterización de procesos
		Identificar la relación de causalidad	Matriz de marco lógico	Identificación del problema raíz que podría impedir la operación y manejo de la unidad porcícola y sus impactos ambientales
		Indagar por el contexto institucional normativo y de las capacidades para administrar y operar la unidad porcícola y su infraestructura anexa de control ambiental	Entrevistas y revisión de la documentación existente	Identificación de un contexto institucional para reconocer las funciones, responsabilidades y posibles fuentes de financiación de un plan de manejo ambiental
	Identificar y evaluar los impactos ambientales más significativos de la unidad porcícola.	Identificar los aspectos ambientales relacionados con la unidad porcícola	Análisis del medio físico, biótico y sociocultural y de los factores que podrían impactar al ambiente	Factores ambientales susceptibles de ser impactados y matriz de impacto ambiental ponderada en función de significancia
		Identificar los impactos ambientales y aplicar métodos de valoración	Metodología de análisis causa efecto y de métodos de valoración de impactos ambientales	
		Identificar los impactos ambientales significativos y las medidas de control ambiental sobre la infraestructura existente	Ponderación sobre la valoración de impactos ambientales identificados	
	Formular fichas de manejo ambiental para los impactos ambientales significativos, que sean apropiadas para las capacidades y función de la institución educativa y estimar los	Predicción y análisis de impactos	Matriz de aspectos e impactos ambientales en los cuales se especifique los programas ambientales y acciones de control	Programas y actividades para el manejo sostenible de la unidad porcícola y así generar bienestar en la comunidad educativa en el ámbito social, económico y ambiental.
		Diseño de fichas de manejo ambiental apropiadas para los impactos ambientales significativos y el contexto institucional y normativo ambiental aplicable.		

	posibles beneficios de su implementación.	Análisis de posibles impactos por implementación de las medidas de manejo y control ambiental.		
--	---	--	--	--

Tabla 4. Fuente: Autor (2019)

7 Plan de trabajo

7.1 Fases de la Investigación

A continuación en la figura 4 se describen las fases del proyecto de investigación, en donde se ven reflejadas las funciones a ejecutar en cada una de ellas para el desarrollo y el cumplimiento de cada objetivo:

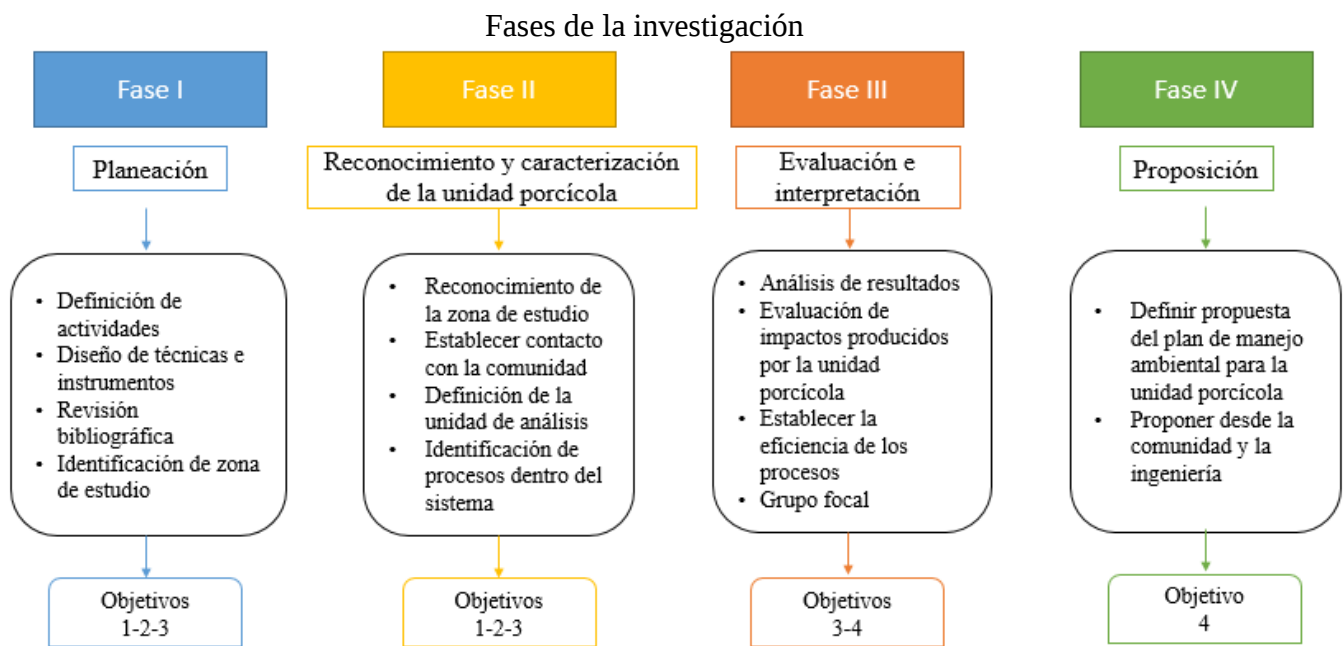


Figura 5. Fuente: Autor (2019)

8. Resultados, Análisis y Discusión

8.1 Caracterización de las instalaciones de la Unidad Porcícola I.E.D Instituto Agrícola.

El I.E.D Instituto Agrícola se especializa en la modalidad agropecuaria, este se encuentra localizado en la inspección de Peña Negra del municipio de Cachipay, Cundinamarca. La porcícola en la institución, fue ejecutada desde su inauguración en el año 1949, funcionando como un proyecto educativo que aportara a los estudiantes conocimientos prácticos referentes al manejo y cuidado de los cerdos en las etapas de cría, ceba y venta. Actualmente en las instalaciones de la unidad se realiza una porcicultura a pequeña escala y estas se encuentran ubicadas específicamente en las coordenadas 4°42'02" latitud norte y 74°28'56" longitud oeste, aproximadamente a 30,55 m. del cuerpo de agua río Bahamón.

Distancia en metros de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola al río Bahamón

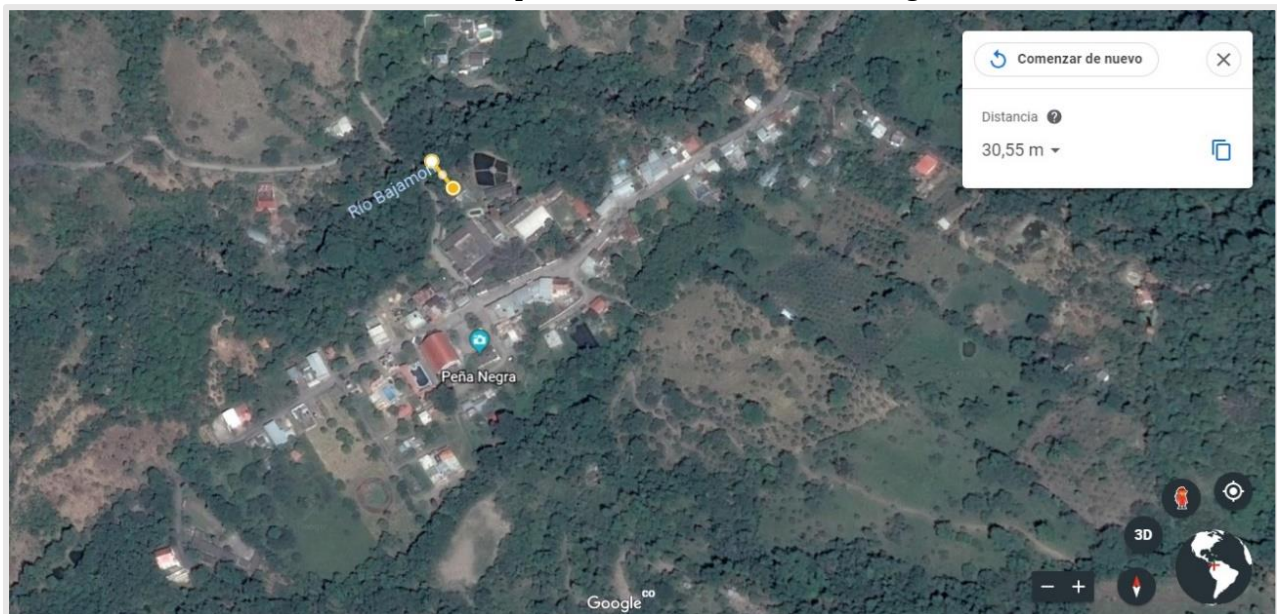


Imagen 5. Fuente: Google Earth (2019)

Fotografía panorámica de la distancia entre la unidad porcícola y el río Bahamón



Fotografía 5. Fuente: Autor (2019)

A través de una visita realizada en campo, bajo la dirección y el acompañamiento de Enrique Romero zootecnista profesional encargado de los proyectos productivos pecuarios del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra y la experiencia del investigador como técnico agropecuario se obtuvieron los siguientes resultados:

- *Número de cerdos y razas*

Actualmente la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra cuenta con un total de 8 cerdos; 5 lechones, 1 reproductor y 2 hembras en estado de gestación (Preñadas), estas últimas con proyección de que cada una de a luz entre 12 y 15 lechones.

➤ Lechones Pietrain

Estos son de origen Belga, también denominados como el cerdo de los “4 jamones” por su excepcional conformación de la canal, al ser una raza de línea padre muy especializada. Se caracteriza por la forma de sus orejas hacia arriba y tener piel blanca con grandes manchas de diversas tonalidades y tamaños, distribuidas de forma aleatoria (Paramio, y otros, 2010).

Lechones Pietrain del I.E.D Instituto Agrícola



Fotografía 6. Fuente: Autor (2019)

➤ Cerdo Reproductor Duroc

Es una raza de origen USA, muy equilibrada con aptitud mixta y utilizada en la línea materna o paterna según los objetivos para los que haya sido seleccionada. Posee una buena conformación de canal y calidad de carne, se caracteriza por tener una piel roja oscura, con orejas en visera y patas largas, lo que permite ser utilizada para desarrollarse en sistemas al aire libre (Paramio, y otros, 2010).

Cerdo Reproductor Duroc del I.E.D Instituto Agrícola



Fotografía 7. Fuente: Autor (2019)

➤ Hembras Gestantes Landrace

Esta raza es originaria de Dinamarca, tiene aptitud mixta y se utiliza frecuentemente en cruce con la raza Large White para dar lugar a las híbridas comerciales, se caracteriza por tener la piel completamente blanca y las orejas en visera hacia delante en forma de zepelín (Paramio, y otros, 2010).

Cerdas Landrace del I.E.D Instituto Agrícola



Fotografía 8. Fuente: Autor (2019)

Las instalaciones de la porcícola en la institución tienen un área construida de 54 m² (10 m de ancho y 17 m de largo) en bloque y concreto, esta se considera una producción semi-tecnificada puesto que cuenta con la infraestructura y tecnología necesaria para brindar a los cerdos espacio y confort, por lo que es provechoso para el óptimo desarrollo de los mismos. Sin embargo en el proyecto pecuario no se tienen en cuenta mediciones zootécnicas y ambientales para el control de indicadores técnicos y económicos (Solla, 2019). Debido a la falta de planificación y seguimiento riguroso de algunas variables de medición como por ejemplo; cantidad de excreta generada, cantidad de residuos (sólidos y respel) producidos, litros de agua consumidos por la actividad, entre otros. Hacen que la porcicultura en la institución sea medianamente eficiente desperdiciando el potencial tecnológico y de infraestructura que posee, este se ve reflejado en términos sociales, económicos y ecológicos.

Proyecto porcícola I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 9. Fuente: Autor (2019)

De acuerdo a (Jimenez, 2010) el proyecto porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, es una explotación de ciclo completo, debido a que en ella se realizan todos los procesos de la producción porcina; cría, preceba, levante y ceba. Los autores (Caceres Chaves & Forero Ortiz, 2015) describen los procesos mencionados anteriormente como etapas de acuerdo al crecimiento del animal:

- I. **Cría o lactancia**, se inicia desde el nacimiento del lechón (pesando 1 kg aproximadamente), y va hasta la sexta semana de vida, cuando alcanza un peso entre los 12 y 15 kg. El final de esta etapa es el destete.
- II. **Precebo**, se inicia con el destete del lechón y dura aproximadamente 4 semanas. Esta etapa va hasta que el lechón alcance entre 20 y 25 kg de peso. En esta etapa es necesaria una fuente de calor externa para evitar el riesgo de contraer enfermedades y facilitar el desarrollo del animal.

- III. **Levante o desarrollo**, inicia al finalizar la etapa de preceba y dura 8 o máximo 10 semanas, hasta que el cerdo alcanza un peso alrededor de los 40 y 50 kg.
- IV. **Ceba o engorde**, este es el periodo final de la vida productiva del animal, es decir, cuando alcance los 90 o 100 kg de peso promedio, lo cual debe ocurrir aproximadamente en 2 meses.

A continuación en la imagen 9 se presentan las correspondientes áreas de los procesos operativos de la unidad porcícola en la institución:

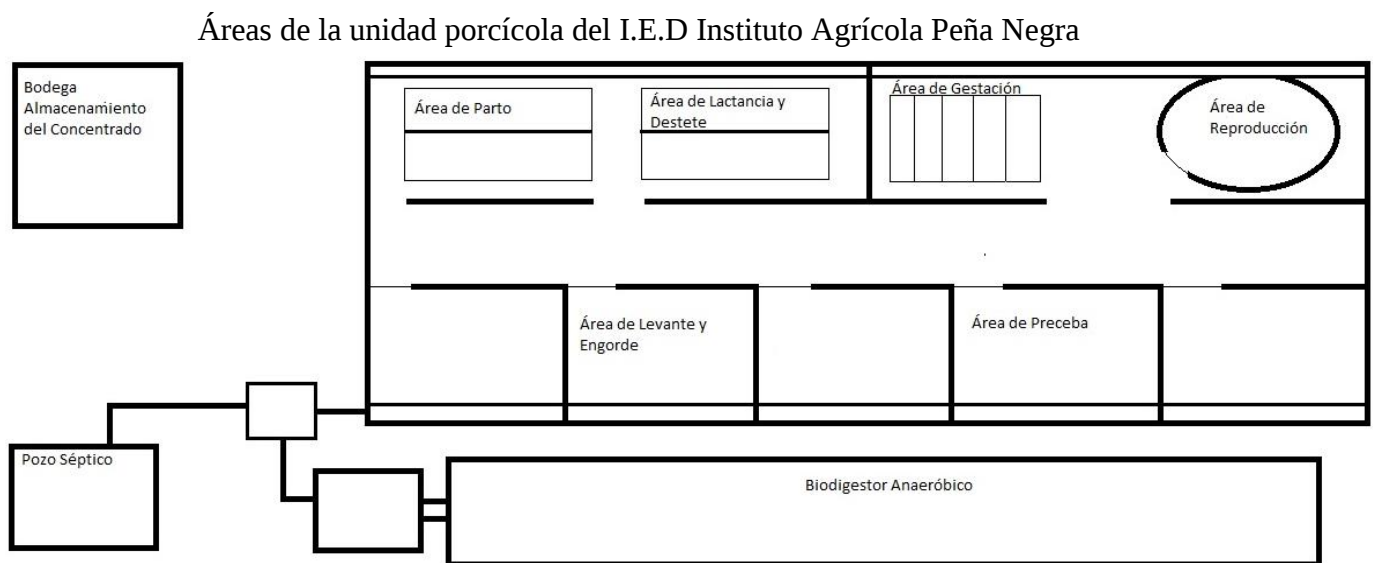


Imagen 6. Fuente: Autor (2019)

✓ Área de reproducción

Dentro de las instalaciones de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra se encuentra el área de reproducción, se compone de un corral en forma circular y es allí donde se realiza el proceso de monta entre el macho reproductor y las hembras en celo.

Corral de apareamiento del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Diámetro: 3,52 m
Altura: 1,40 m

Fotografía 10. Fuente: Autor (2019)

El corral de apareamiento tiene una figura circular para que la hembra no tenga lugar de arrinconarse, permitiéndole al macho acceder sin mayor dificultad.

✓ Área de gestación

Una vez las hembras salen del corral de apareamiento en la etapa reproductiva, comienza la gestación la cual dura 114 - 115 días (tres meses, tres semanas, tres días) (Caceres Chaves & Forero Ortiz, 2015). La unidad porcícola posee un sistema de jaulas de gestación, donde cada hembra se aloja individualmente recibiendo agua y comida. Dicho sistema permite tener mayor control sobre las cerdas, ya que evitan las peleas entre estas y facilitan la detección de estrés post-apareamiento y la observación de cualquier problema de salud.

Jaulas de gestación del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



5 jaulas unidas
Ancho: 3 m / 0.60 m c/u
Largo: 2.06 m
Altura: 1.50 m

Fotografía 11. Fuente: Autor (2019)

✓ *Área de parto*

Es la instalación donde la cerda va estar durante y después del parto, esta debe contar con las condiciones necesarias para proteger a los lechones de ser pisados o aplastados por la hembra, lo que permitiera menos pérdidas de lechones por accidentes.

Jaulas paritorias del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



2 jaulas unidas
Ancho: 3.70 m / 1.85 m c/u
Largo: 1.82 m
Altura: 1.70 m

Fotografía 12. Fuente: Autor (2019)

Se evidencia que las jaulas de parto no se encuentran en óptimas condiciones, puesto que no cumplen con los parámetros necesarios descritos en el manual de producción porcícola citado anteriormente en el estado del arte. Las dimensiones de la jaula de cría o paritorio deben cumplir con los siguientes estándares: 2.10 m de largo, 0.55 - 0.65 m de ancho, 0.90 - 1.20 m de alto y dos espacios laterales para los lechones de 0.45 m cada uno. Por otro lado, el área para los lechones debe permanecer con cama limpia y seca (Caceres Chaves & Forero Ortiz, 2015).

Jaula paritoria en óptimas condiciones

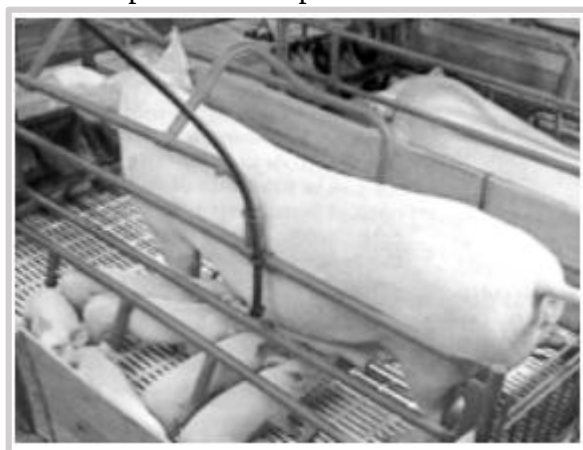


Imagen 7. Fuente: Manual de Producción Porcícola (2005)

Como se evidencia en la fotografía 12 las jaulas paritorias de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, no poseen las características necesarias para el desarrollo óptimo de la instalación, ya que la jaula #1 no cuenta con la rejilla base que puede ser en madera o plástico, por lo que no puede ser considerada para uso; y la #2 la rejilla base (plástico) se encuentra en deficientes condiciones, representando un riesgo para el bienestar de la hembra y los lechones. En la imagen 10 se puede apreciar una jaula paritoria en funcionamiento y en condiciones óptimas para su implementación.

✓ *Área de lactancia y destete*

En esta área son utilizadas las mismas jaulas paritorias descritas anteriormente, debido a la facilidad y seguridad que proporcionan al lechón a la hora de ser amamantados por la madre.

Jaulas de lactancia y destete del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 13. Fuente: Autor (2019)

Como se observa en la fotografía 13 las jaulas se encuentran en deterioro, puesto que las rejillas que funcionan como base dentro de la jaula están en mal estado por lo que no son adecuadas para su correcto uso.

Cuando los lechones alcanzan el peso ideal (12 y 15 kg) se inicia la fase de destete, donde gradualmente se corta el suministro de leche brindado por la madre provocando un desapego entre ellos, esto se hace a través de la separación del espacio donde se encuentran los lechones y la cerda por medio de una rejilla o tabla de madera como se ilustra en la imagen 11:

Jaula adaptada para la etapa de destete

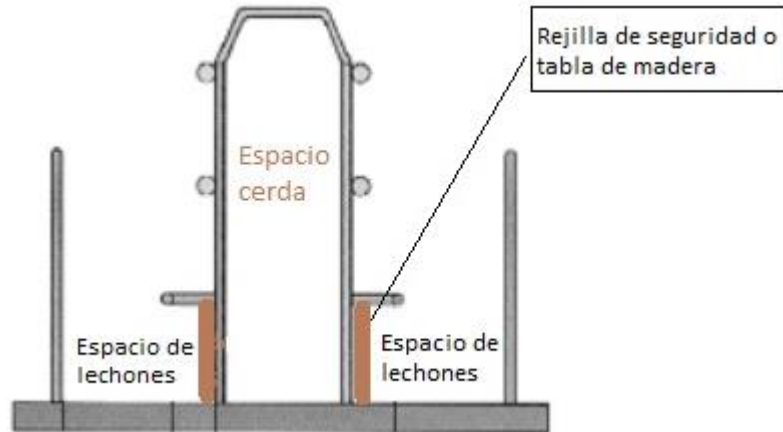


Imagen 8. Fuente: Manual de producción Porcícola (2005) y Autor (2019)

✓ Áreas de preceba, levante y engorde

Después del destete los cerdos pasan a ser alojados en un corral de concreto donde permanecen en completo confinamiento pasando por las etapas de preceba, levante y engorde, hasta alcanzar el peso adecuado para la venta o el matadero. Este sistema, logra un mejor control ambiental, mayor control en los programas de alimentación, manejo y sanidad, los cuales son factores importantes para desempeñar un buen rendimiento de la producción pecuaria y sacar animales con buen peso al mercado (Carrero Gonzáles, Whyte, Espinosa, & Cataño, 2005).

Corrales de preceba, levante y engorde del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 14. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 15. Fuente: Autor(2019)



Fotografía 16. Fuente: Autor (2019)

En total las instalaciones cuentan con 5 corrales; 3 utilizados para las etapas de preceba, levante y engorde; uno exclusivamente para el macho reproductor; y por ultimo uno para las hembras maduras destinadas a reproducción.

Corrales hembras maduras y reproductor del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 17. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 18. Fuente: Autor (2019)

Los comederos son elaborados en bloque y cemento, pues estos hacen parte de la instalación de todos los corrales de preceba, levante y engorde. Por otra parte los bebederos, más conocidos como chupetes automaticos y estos van unidos a las paredes de las instalaciones, donde el cerdo acerca su boca muerde el artefacto e instantaneamente sale el liquido, como se muestra a continuación:

Comederos



Fotografía 19. Fuente: Autor (2019)

Bebederos



Imagen 9. Fuente: Porcinews (2019)

Chupete Automatico



Imagen 10. Fuente: Mercado libre chile (2019)

Los bebederos hacen parte de una red de tubería tecnificada establecida en todas las instalaciones de la unidad porcícola, sin embargo como se evidencia en las fotografías 20 y 21, hay un corral que actualmente se encuentra desocupado y el chupete automatico se encuentra averiado.

Corral desocupado del I.E.D Instituto Agrícola



Fotografía 20. Fuente: Autor (2019)

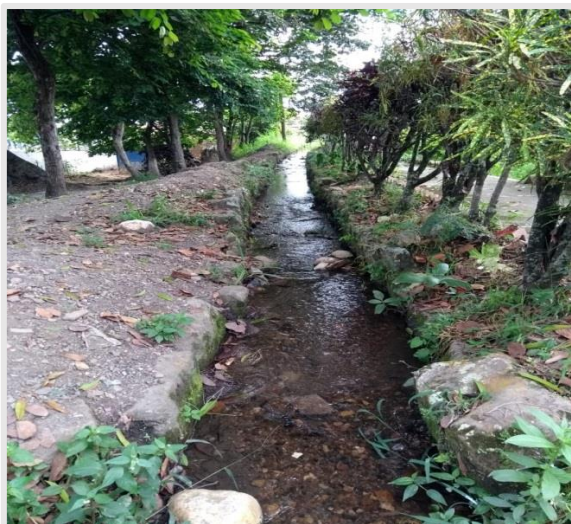
Chupete automatico averiado



Fotografía 21. Fuente: Autor (2019)

La Institución educativa tiene una concesion de agua aprobada por la Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca (CAR) para abastecerse del agua proveniente del río Bahamón, esta hace uso del recurso hídrico para todos los proyectos productivos agropecuarios. Para el proyecto de porcicultura, se cuenta con un tanque de almacenamiento de 1000 Litros y de allí se distribuye el agua para todas las instalaciones de la unidad porcícola.

Bocatoma y tanque de abastecimiento de la unidad porcícola I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 22. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 23. Fuente: Autor (2019)

Se evidencia que el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, a pesar de ser una entidad ubicada en una zona rural y de beneficiarse de los servicios ofrecidos por el ecosistema, no posee la cultura en cuanto a la protección y el manejo responsable de los recursos naturales, pues como se aprecia en la fotografía 21 hay un desperdicio del recurso hídrico debido al desperfecto de un chupete automatico, sin que se tomen medidas al respecto, pues el moho que se ve en la pared hace notar que el daño existe desde hace tiempo; en la unidad porcícola todos los dias entran operarios y

estudiantes encargados del proyecto pecuario (grado 8º) y sin embargo nadie a notado el desperfecto en la instalación. Se deduce que como el colegio hace uso del agua de río esto no representa ningún costo en sus actividades de operación, ya que no afecta su producción.

✓ *Techos, muros y columnas*

En la ilustración 1 se muestran las medidas y dimensiones de la estructura de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, esta construcción dispone de techos en tejas eternit, muros en bloque y columnas de concreto y ladrillo.

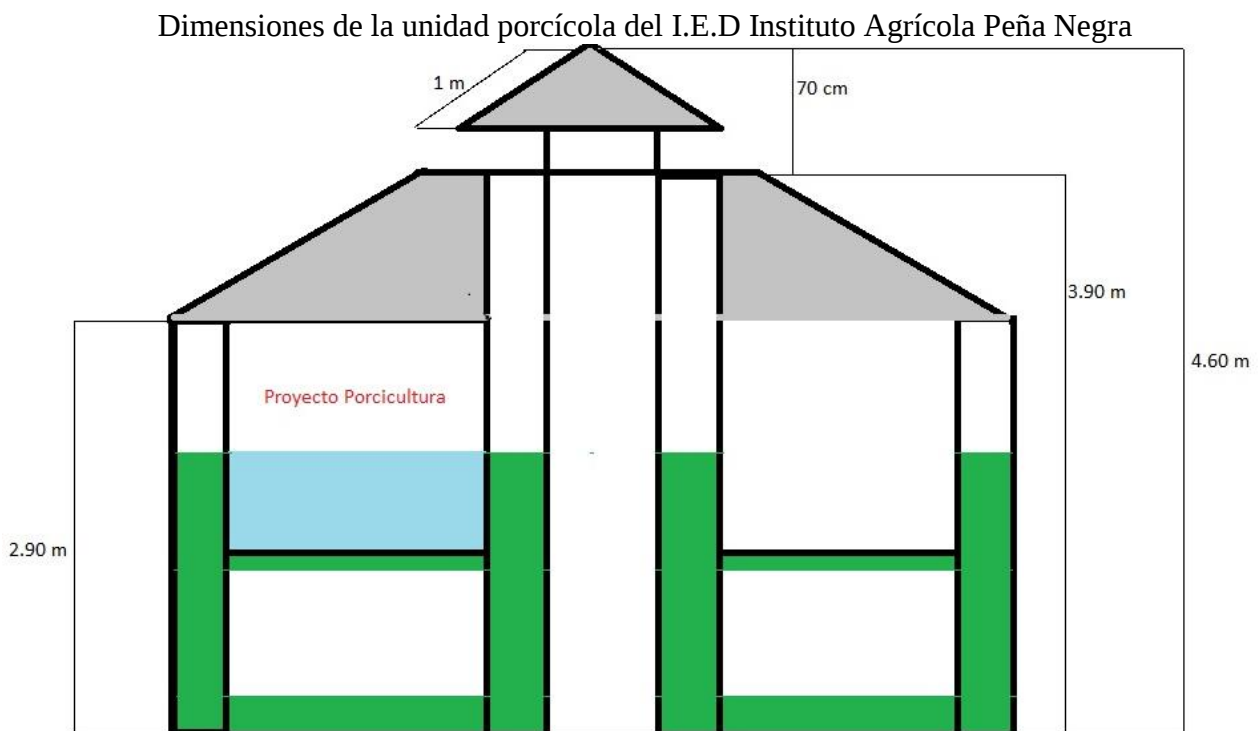


Ilustración 2. Fuente: Autor (2019)

Infraestructura proyecto porcícola I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 24. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 25. Fuente: Autor (2019)

Según el manual de producción porcícola (Carrero Gonzáles, Whyte, Espinosa, & Cataño, 2005), las dimensiones y materiales de construcción para una instalación de porcicultura deben ser los siguientes:

Dimensiones y materiales para la construcción de una unidad porcícola

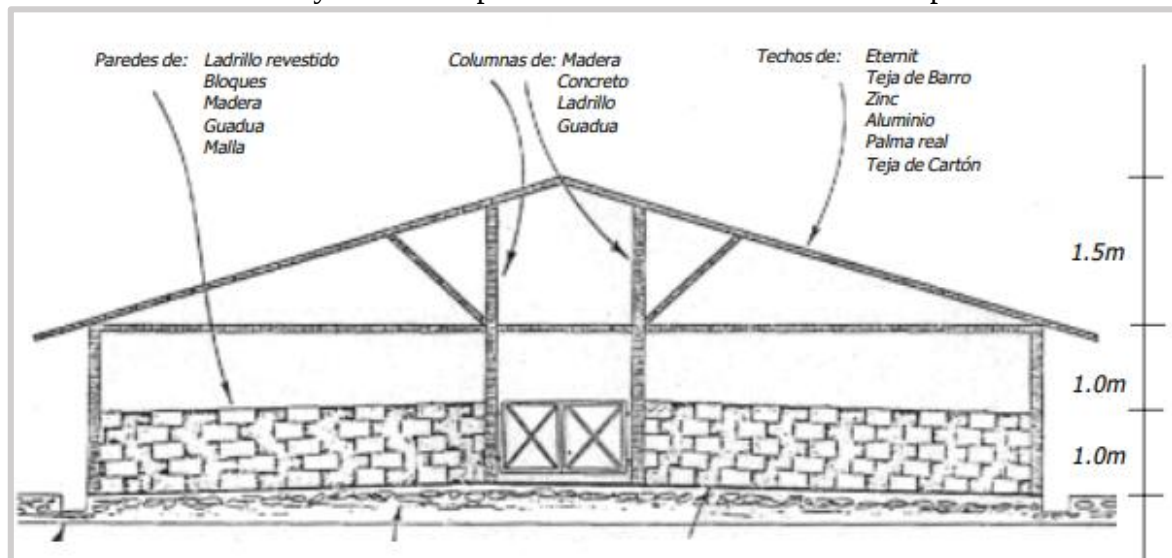


Ilustración 3. Fuente: Manual de Producción Porcícola (2005)

Teniendo en cuenta la información anterior, se tiene la certeza que la unidad porcícola de la institución cumple con los parametros establecidos en terminos de infraestructura. Como se aprecia en la ilustración 1 la altura de la unidad porcicola permite que haya un excelente flujo de aire por lo

que no se concentran malos olores por los residuos de excreta dentro de las instalaciones, disminuyendo los impactos negativos que puedan ser producidos por esta constante.

✓ *Bodega de almacenamiento*

Es un pequeño cuarto ubicado en el exterior de las instalaciones productivas, representa un anexo de la unidad porcícola donde se almacena el concentrado de los cerdos y también los implementos veterinarios utilizados en el proyecto pecuario; como medicamentos, guantes, jeringas, entre otros.

Bodega de almacenamiento del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 26. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 27. Fuente: Autor (2019)

Como se puede apreciar en las fotografías 26 y 27, en la bodega de almacenamiento también se preserva el concentrado utilizado para el proyecto piscícola (peces) sin ningún tipo de orden. Por otro lado es una constante en todas las instalaciones que no existe ningún tipo de señalización de los procesos que se llevan a cabo dentro de la unidad porcícola, ni de los elementos de protección adecuados para ingresar a las instalaciones.

Según (Monterubbianesi & Borrás, S. f) en la guía de bioseguridad en explotaciones porcinas, las instalaciones deben contar con duchas y áreas intermedias limpias que sirvan como zona de vestuario para los operarios y encargados del proyecto porcícola, donde guardaran la ropa de calle y objetos como por ejemplo; anillos, aretes, celulares, calzado, entre otros. Puesto que para entrar a la unidad porcícola se requiere un overol, bata y botas de goma según la función a realizar como se presenta a continuación:

Vestimenta adecuada para el manejo de producción porcícola



Imagen 11. Fuente: Guía de Bioseguridad en Explotaciones Porcinas



Imagen 12. Fuente: Zamorano.edu (2015)

En el I.E.D Instituto Agrícola de Peña Negra no se cumple con ninguno de los parametros mencionados anteriormente, como se exhibe en las fotografías 28 y 29; un estudiante del grado 8° se encuentra alimentando a los cerdos en esqueleto y en la siguiente a un operario inspeccionando al cerdo reproductor sin los implementos de protección adecuados, lo que aumenta el riesgo de que el personal relacionado con la actividad pecuaria pueda contraer algun tipo de infección o enfermedad.

Estudiante (grado 8°) y operario dentro de las instalaciones de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola



Fotografía 28. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 29. Fuente: Autor (2019)

✓ Desagües

Las instalaciones cuentan con un sistema eficaz de desagües, pues hay 2 canales que atraviesan todas las instalaciones de la unidad porcícola como se muestra a continuación:

Canales desagües de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra

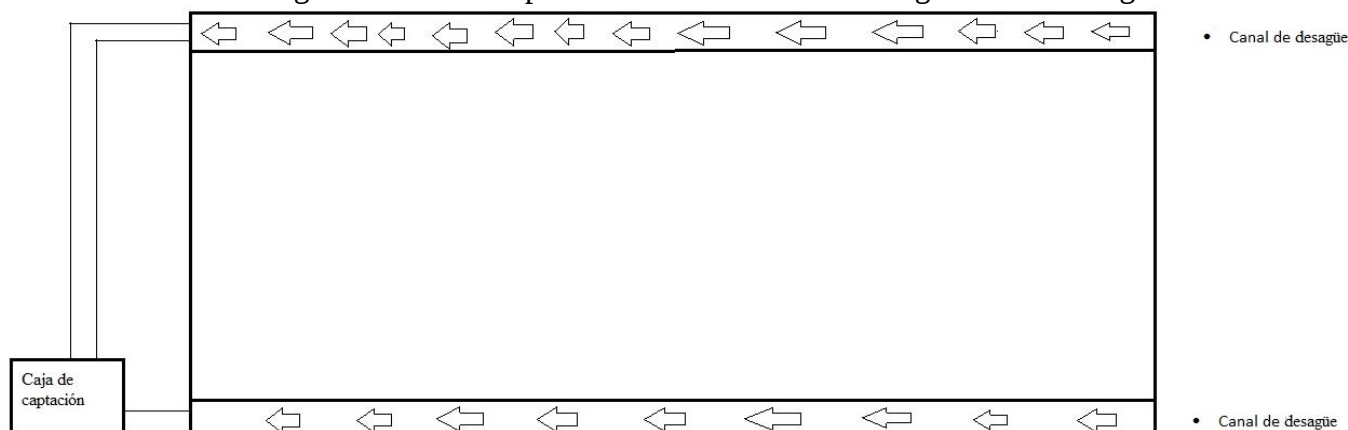


Ilustración 4. Fuente: Autor (2019)

Dichos canales de desagüe se extienden a lo largo de toda la unidad porcícola en ambos costados, tienen un ancho de 23 cm y una profundidad de 20 cm; este sistema es beneficioso pues la excreta líquida y el orín (purines) son evacuados de forma sencilla reuniéndolos en la caja de captación.

Caja de captación de purines del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 30. Fuente: Autor (2019)

✓ Biodigestor

Hace aproximadamente 15 años se implementó junto con la alcaldía, un biodigestor tubular para el tratamiento de purines (excreta) porcícolas el cual solo funcionó alrededor de 1 año debido a la falta de información en cuanto a mantenimiento, desde entonces el biodigestor se encuentra en desuso y en mal estado.

Al inicio de la investigación a finales del año 2018, se pretendía construir un modelo productivo y educativo con base en el funcionamiento del biodigestor para generar biogás a partir del tratamiento de excreta porcina en la Institución, y que este sirviera como medio para capacitar a estudiantes y porcicultores de la región con el objetivo de apreciar el estiércol de los cerdos como un subproducto de la porcicultura. Se encontró una instalación en deficiente estado y abandono.

Biodigestor en mal estado del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 31. Fuente: Autor (2018)



Fotografía 32. Fuente: Autor (2018)



Fotografía 33. Fuente: Autor (2018)



Fotografía 34. Fuente: Autor (2018)

En las anteriores fotografías se puede observar el estado en el que se encontró por primera vez el biodigestor de la Institución educativa. Mediante una investigación previa con los operarios de los proyectos productivos, se tuvo conocimiento que el mismo año, estudiantes del grado 11 para su proyecto de grado tomaron el biodigestor con el objetivo de restaurarlo y articularlo al proceso de producción porcícola, bajo la dirección de la docente encargada de la modalidad y una instructora del SENA Girardot; estos fueron premiados como el mejor proyecto de la correspondiente promoción. Sin embargo los métodos y los materiales utilizados no fueron los adecuados y requeridos para este tipo de tecnología.

En la fotografía 33, se puede observar como las cajas de captación de residuos fueron averiadas en la pretendida restauración por los estudiantes del grado 11° durante el año 2018, al romperlas en el centro para meter tubos de PVC; en las fotografías 34 y 35 se puede apreciar el diámetro de los tubos utilizados para el biodigestor, esto representaba un problema para el funcionamiento automatizado de la instalación debido a que el estiércol se taponaba entre cada uno de los tubos, por lo que era necesario agregar la excreta de forma manual. Por otra parte, el plástico implementado no cumplía con los aspectos para su uso por lo que al intentar hacer la conexión con los tubos de Gres, este se cristalizó y se rompió por lo que aun el biodigestor no ha podido entrar en funcionamiento permanente.

El plástico para el biodigestor debe considerar las siguientes especificaciones según, (DistriLadam, 2019):

- ✓ Polietileno aditivado con filtro U.V
- ✓ Tubular 2 m.
- ✓ Diametro desarrollado 1.60 m
- ✓ Calibre 8
- ✓ Resistencia, expuesto a la interperie por 36 meses

A principios del año 2019 mediante trabajo realizado en campo, el autor en colaboración con su padre y un trabajador desarrollaron la correcta restauración de la instalación, aplicando los materiales y parametros recomendados por el zootecnista Enrique Romero, ya que el estuvo presente la primera vez que fue construido y puesto en marcha el biodigestor, donde funciono en perfecto estado. Debido a que el trabajo cambio en el enfoque de la investigación y paso de construir un modelo productivo y educativo con base en el funcionamiento del biodigestor para generar biogás a partir del tratamiento de excreta porcina en la Institución, a formular un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, se postergo la compra del plástico para el biodigestor.

Trabajo en campo: restauración del biodigestor en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 35. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 36. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 37. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 38. Fuente: Autor (2019)

Costos de reparación biodigestor del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra

Cantidad	Atributo	Valor unitario	Valor total
2	Tubos de Gres 6''	\$30.000	\$60.000
1	Bulto de Cemento	\$24.800	\$24.800
½	bulto de arena	\$20.000	\$20.000
20	bloques	\$800	\$16.000
1	Maestro de obra	Medio dia de trabajo	\$20.000
		TOTAL	\$140.800 (COP)

Tabla 5. Fuente: Autor (2019)

Mediante una consulta realizada a la organización Sistema.bio dedicada a la implementación de sistemas de digestión anaerobia mediante la tecnología de biodigestores tubulares, se determino que con base a la cantidad de animales que se encuentran en la unidad porcícola, se produce en promedio 65 kg de excreta día; por lo que al implementar dicha tecnología se producirá (Sistema Biobolsa, 2019):

- ✓ 3,7 m³ de gas día, equivalente a 118 lb/mes de gas propano, 7,4 de gas/día en un quemador de estufa.
- ✓ Hasta 267 L/día de biol (fertilizante liquido), suficiente para abonar 9,3 hectáreas por año.

- *Pozo séptico*

Actualmente la Institución cuenta con un sistema para el tratamiento de los vertimientos producidos en la unidad porcícola que consta de 2 pozos sépticos construidos en concreto, los cuales al momento de la investigación no cumplen con los estandares de funcionamiento. Se demuestra el proceso del tratamiento de purines a través de un flujograma de imágenes.

Proceso: tratamiento de vertimientos por medio de pozos sépticos en la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola de Peña Negra





Fotografía 42. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 43. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 44. Fuente: Autor (2019)

Como se puede observar, en las imágenes, la excreta después de ser recolectada en la caja de captación pasa por una tubería subterránea hasta llegar al pozo séptico #1 (fotografía 39) donde se hace un primer filtrado, este tiene una medida de 2 m x 2.5 m, con una profundidad de 1.80m, posteriormente mediante un canal subterráneo llega al pozo séptico #2 (fotografía 44) cuya longitud es 3.5 m x 2.8m y tiene una profundidad de 2m, allí se vuelve hacer un filtro y los vertimientos salen por una corriente de agua superficial hasta desembocar en el cuerpo de agua río Bahamón.

Teniendo en cuenta la visita realizada y los datos tomados en campo, se pudo evidenciar que los pozos sépticos están en funcionamiento, sin embargo se encuentran en un estado de decursión por parte del personal operativo y de los encargados, ya que la maleza alrededor de ellos es abundante lo que dificulta su acceso. Por otro lado en su momento a la hora de revisarlos estos estaban totalmente llenos por lo que se considera que hace un tiempo no les hacen mantenimiento, para que opere en su máximo nivel de rendimiento. Esto ocasiona una mala filtración de dichos vertimientos, por consiguiente se presenta una contaminación del suelo por donde sale la corriente de agua superficial del pozo séptico #2 y más grave aún se estaría contaminando el recurso hídrico del río Bahamón.

Como se menciona en el marco teórico los purines del cerdo que no son tratados pueden llegar a ocasionar impactos negativos en el suelo, ya que pueden producir una colmatación por taponamiento de poros, provocando así una disminución de la capacidad de drenaje del terreno, de igual forma se presenta una degradación física y estructural, lo que afecta la fertilidad y el ciclo de vida de los suelos, por último se induce a que haya un crecimiento y desarrollo de algunos microorganismos patógenos para animales e incluso para los seres humanos (Guio Martínez & Mesa Ángel, 2016). En el caso de contaminar el río Bahamón debido al exceso de nutrientes como el nitrógeno, potasio y fósforo presentes en la excreta porcina, al llegar a cuerpos de agua en forma de vertimientos, aceleran el proceso de eutrofización en el cuerpo hídrico promoviendo el nacimiento y desarrollo de plantas acuáticas, que incrementan la biomasa y disminuyen el oxígeno disuelto en el agua, aumentando la demanda biológica de oxígeno (Guio Martínez & Mesa Ángel, 2016), de igual manera, se producen afecciones a la salud de la fauna acuática del cuerpo de agua del río Bahamón, también se ve afectada la salud de los campesinos y animales que se abastecen de este recurso hídrico.

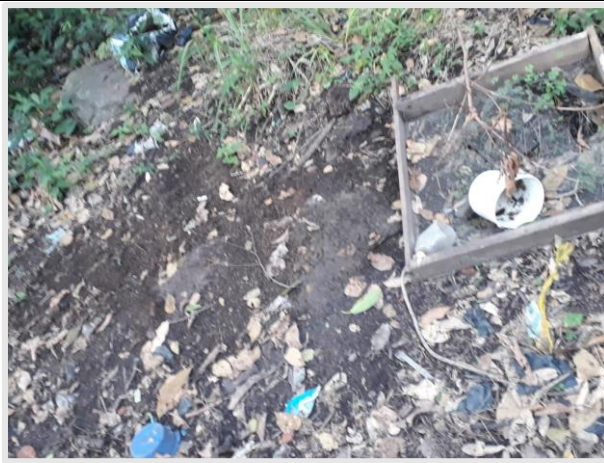
- *Centro de Compostaje*

Es un área específicamente dedicada a la recolección de excreta porcina, la cual lleva un proceso de biocompostaje para la elaboración de abono orgánico el cual es utilizado en los cultivos agrícolas que se desarrollan dentro de la Institución.

Centro de compostaje del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra



Fotografía 45. Fuente: Autor (2019)



Fotografía 46. Fuente: Autor (2019)

Se encuentra con una estructura no en muy buenas condiciones, esta representa una amenaza para el personal que se encuentre en el interior desarrollando actividades de volteo de tierra, pues es una construcción muy rustica con parales metalicos inestables que sostienen el plastico del techo. Por otro lado, como se evidencia en la fotografía #46 hay descomposición de excreta alrededor de la instalación lo que puede provocar la generación de malos olores y la aparición de vectores como ratas y moscas, que pueden llegar afectar el bienestar de la comunidad estudiantil.

Con la Información recolectada en campo a traves de visitas tecnicas, se elaboro el flujo de entradas y salidas de materia en cada uno de los procesos que se llevan a cabo dentro de la unidad porcícola del Instituto Agrícola:

Flujograma de entradas y salidas de cada uno de los procesos de la unidad porcícola

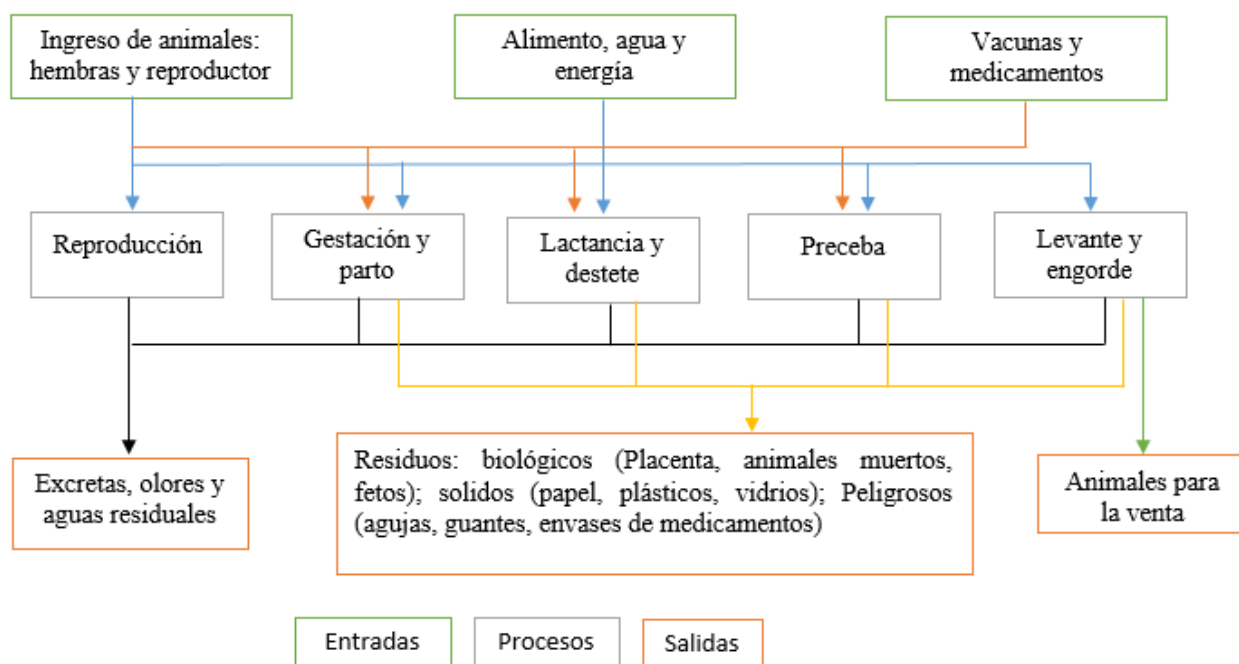


Figura 6. Fuente: Autor (2019)

Flujograma de entradas y salidas de los anexos de la unidad porcícola

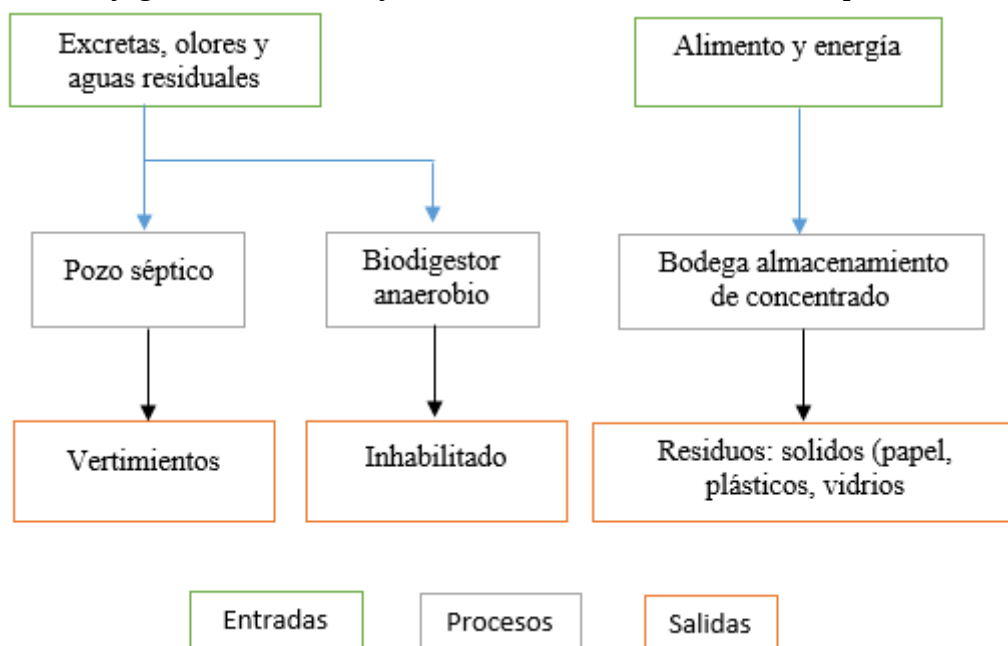


Figura 7. Fuente: Autor (2019)

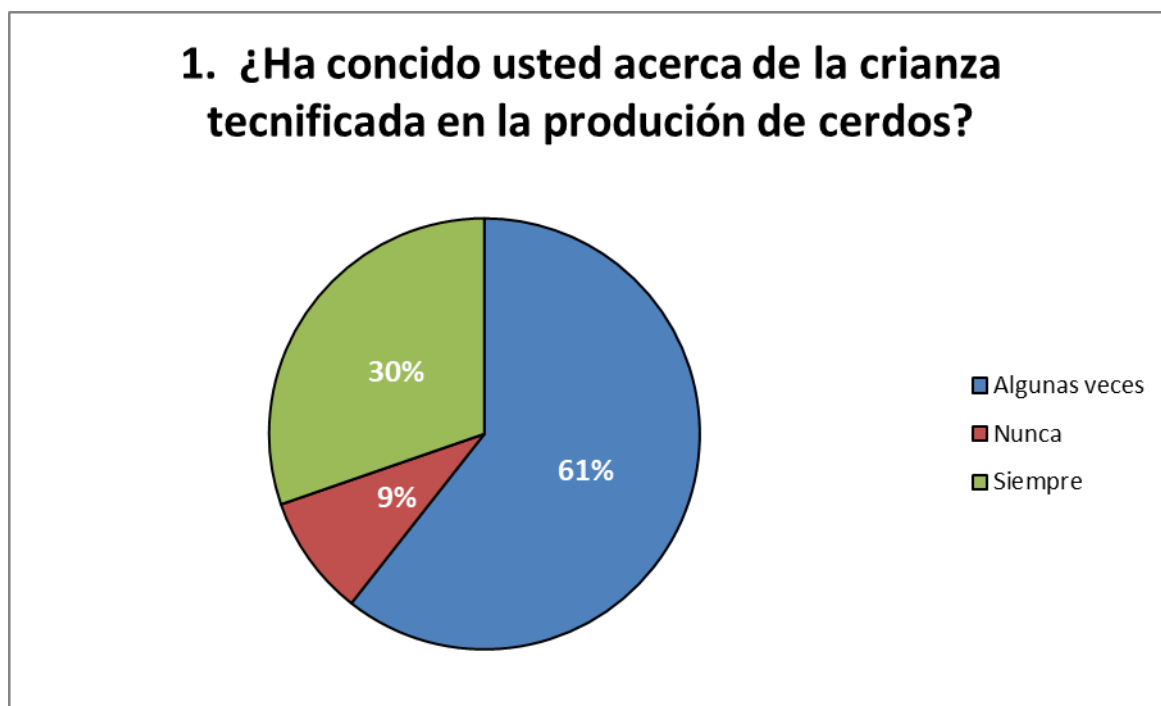
8.2 Caracterización del contexto institucional para la administración y operación de la unidad porcícola

Al complementar el diagnóstico (fuentes primarias y secundarias), con la recolección de información cualitativa por medio de encuestas, y con las entrevistas realizadas a un operario administrativo y al rector de la Institución Educativa, es posible realizar un análisis tanto del proceso interno como de la administración de la unidad porcícola en el que se logra identificar los impactos potenciales desde cada una de las etapas y actividades. (Ver anexo 1) Previo al análisis estadístico de las encuestas, fue necesario hacer una contextualización y mencionar algunas precisiones en cuanto a la población que fue tomada como muestra en la aplicación de la encuesta.

En primer lugar, está compuesta por actores de la comunidad educativa, involucrando a 2 operarios administrativos, uno técnico y otro profesional (Zootecnista). Se completan las encuestas con 31 estudiantes de los grados octavo (9 estudiantes), decimo (8 estudiantes) y once (14 estudiantes). De estos estudiantes, solo los de decimo y once, poseen un conocimiento técnico y administrativo de los procesos que se llevan a cabo en la unidad porcícola, que corresponden a los educandos que ya hicieron parte del proyecto productivo en años anteriores, según el programa del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, a diferencia de los estudiantes de grado octavo, quienes no tienen una participación directa en el proyecto productivo, pero están en el proceso teórico; Por lo que su conocimiento parte de lo empírico o por experiencias propias. (Ver anexo 2)

Se llega a la conclusión que aproximadamente un 61% de los involucrados tienen conocimiento sobre la actividad porcícola y un 30% el conocimiento es empírico. Por lo que cualitativamente se considera una muestra acertada para el objeto de estudio. Como se observa en la gráfica 1.

Resultados primera pregunta encuesta.



Gráfica 1 Autor. Huertas, David, 2019. Fuente propia

En cuanto a la disposición de los residuos, se identifican causas de impactos en los diversos componentes, ya que el 64% y 72% nunca dispone de los residuos sólidos y residuos peligrosos, respectivamente, producidos en la unidad porcícola. A diferencia del tratamiento de excreta porcina, donde el 43% lo realiza algunas veces y el 36% siempre. (Ver anexo 3 Gráficas circulares preguntas 3, 4 y 5).

Referente a los impactos en los medios social y económico, el 24% consideran que la actividad porcícola en la institución genera afectaciones a la comunidad de Peña Negra, el 43% lo consideran solamente algunas veces y el 33% no la consideran como una actividad que genere malestar. Además el 64% considera que los olores producto de la actividad, dificultan la concentración de los estudiantes (Ver anexo 4 Gráficas circulares pregunta 6 y 7). La presencia de plagas, vectores y enfermedades, se relaciona con la inadecuada disposición de los desechos producidos. Por lo que el 21% y 43% siempre y algunas veces, respectivamente, han observado la presencia de plagas, vectores y enfermedades durante la crianza de cerdos. (Ver anexo 3 Gráficas circulares pregunta 8 y 9).

Las estadísticas obtenidas demuestran que la deficiencia en algunos procesos administrativos de la unidad porcícola, son una causa significativa de los impactos en los respectivos componentes. Las malas prácticas o el inadecuado manejo de los procesos, son causales de efectos en el ambiente, como se puede interpretar al comparar las respuestas entre las preguntas orientadas a la generación de olores, plagas, vectores y enfermedades y las preguntas sobre la disposición de residuos y excretas, teniendo en cuenta que esta actividad recibe un seguimiento constante de entidades gubernamentales. (Ver anexo 3 Gráfica circular pregunta 10).

Es claro que la I.E.D. Institución Agrícola Peña Negra focaliza el proyecto productivo de unidad porcícola en lo técnico, haciendo énfasis en lo fisionómico y fisiológico; y carece de un módulo o asignatura que se enfoque en el análisis y estudio de los impactos y consecuencias que se generan por la actividad en la unidad porcícola para los aspectos ambientales, económicos y social, donde además se ofrezcan pautas que orienten a los estudiantes en la ejecución de una buena práctica porcícola en estos aspectos.

Según las entrevistas realizadas, al directivo docente (Ver anexo 4) y al zootecnista profesional encargado en la parte operativa del proyecto porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, el conocimiento de cada una de las áreas que desempeñan tanto de gestión como de función, se realiza el análisis de los datos, conceptualizaciones y opiniones que dan un enfoque determinante en la toma de decisiones para la función y la formulación de un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola de la institución.

Se tiene en cuenta que además de las encuestas realizadas a los estudiantes quienes son los que desarrollan el proyecto pecuario en la institución bajo la dirección de la docente encargada de la modalidad, es importante resaltar que los datos obtenidos en las entrevistas complementan la información empírica a través del desarrollo de la investigación, lo que ha permitido un acercamiento a la administración con el fin de tener una proyección más real y directa para el proceso del proyecto.

Se tuvo en cuenta la entrevista con el zootecnista Enrique Romero, puesto que es la persona encargada de los proyectos agropecuarios de la Institución, tiene bastante experiencia en la modalidad y es uno de los trabajadores más antiguos del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra.

Entrevista realizada en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra

Ficha técnica de entrevista	
Dirección	La entrevista de esta investigación fue realizada por Nelson David Huertas Chaparro, estudiante de Ingeniería Ambiental de la Universidad El Bosque
Técnica	El tipo de entrevista utilizada es abierta junto con la información que proporciona la investigación acción participativa. Se realizaron diez preguntas relacionadas con la porcicultura tecnificada, tratamiento y manejo de excretas, disposición de residuos sólidos y peligroso.
Fecha de Realización	19 de Marzo del 2019
Entrevistado	Zootecnista encargado de los proyectos agropecuarios del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra Enrique Romero
Preguntas	Respuestas
1. ¿Ejecuta en la Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra, proyectos de porcicultura, quien lo realiza y desde cuándo?	Este tipo de proyectos siempre se han realizado en la Institución, la porcicultura en la Institución además de ser un proyecto productivo en la Institución también ha servido como medio para capacitar y desarrollar conocimientos asociados a la actividad junto con los estudiantes, con el fin de que ellos implementen estos proyectos para beneficio de sociedad.
2. ¿Realiza usted seguimiento técnico de la unidad porcícola?	No, la realidad es aquí no llevamos una tabla o un registro de la unidad porcícola por lo tanto no se tiene conocimiento acerca del consumo de agua, ni de los residuos generados por la actividad. Con respecto a la cantidad de excreta de cerdos que se genera, se estima que un cerdo produce un kilo, dos kilos diarios dependiendo la estatura del animal y la cantidad de comida que se le esté suministrando, pero en este caso si es muy necesario tener en cuenta la producción de estiércol para llevar un control de la cantidad de abono o sólidos dentro del compostaje. En cuanto a los residuos peligrosos trabajamos con jeringas, agujas, frascos de medicamentos. Por lo general cuando se realizan jornadas de vacunación son responsabilidad de gente vinculada a la secretaria de agricultura o al municipio, ellos mismos realizan la vacuna y disponen de sus propios residuos. En cuanto a los residuos generados al tratar cerdos con antibiótico y vitaminas, se les explica a los estudiantes de no botar las agujas por tanto los envases no se reutilizan, se recogen todas las agujas, se hace una especie de fogata, un horno, se queman para que no vayan a quedar residuos peligrosos por ahí y que un muchacho de un momento a otro se nos esté punzando con alguna aguja infectada.
3. ¿Considera usted, que lleva a cabo	Sí, porque desde un comienzo se hace la recolecta de la

prácticas responsables con el ambiente dentro de la producción porcina, por qué?	porquinaza y algunos lixiviados, estos son llevados como abono para algunas hortalizas y lo que es sólido se lleva a un compostaje. En ese momento nosotros debemos conservar el medio ambiente, al no generar problemas ante la comunidad, ni tampoco ante el colegio, siempre buscando un sitio adecuado para amontonar la porquinaza pues debido a la corrientes de aire se pueden propagar malos olores.
4. ¿Qué aspectos sociales, económicos y ecológicos considera usted que son importantes dentro de la porcicultura?	Lo que es importante dentro de la porcicultura en este caso dentro de la Institución es totalmente diferente de lo de la comunidad, en la comunidad se realiza para el sostenimiento de la misma familia y aquí para conocimiento de los mismos muchachos y un medio de enseñanza.
5. ¿Qué problemas ambientales y comunitarios ha generado la unidad porcícola dentro de la comunidad educativa?	Debido al buen a ubicación del proyecto porcícola en la institución esta no afecta a la comunidad estudiantil, ni a la comunidad de peña negra, las instalaciones de la unidad porcícola siempre se mantienen aseadas y desinfectadas con creolina para evitar posibles inconvenientes con la comunidad. Hace unos días, en mi deseo por querer conservar el medio ambiente y garantizar el correcto funcionamiento de los pozos sépticos uno de ellos estaba seco y con un compañero nos pusimos a sacar la tierra en forma de polvillo. Debido a una corriente de aire en su momento aspire esta tierra y se me introdujo una bacteria en un pulmón y casi me cuesta la vida, mediante exámenes realizados fue una bacteria que se llama Giardia afectándome el funcionamiento de un cuarto de pulmón, el cual lo único que hicieron fue controlarla mediante penicilina cristalizada, pero en ocasiones la bacteria se despierta y nuevamente tengo que entrar en control y tratamiento.
6. ¿Posee convenios con entidades gubernamentales que apoyen la gestión agropecuaria, para el desarrollo del proyecto porcícola en la institución?	Nosotros contamos con el apoyo de la secretaria de agricultura del municipio, brindándonos conocimientos y orientación, por otro lado, el SENA Girardot saca a los muchachos como bachilleres técnicos agropecuarios y hay una articulación entre esta institución y el colegio, por tal razón algunos profesionales vienen y capacitan, desarrollando nuevos conocimientos en los estudiantes.
7. ¿Cuáles son los beneficios que tiene la porcicultura en la institución? (nómbrelos)	Uno de los beneficios importantes de la porcicultura en la Institución es el buen desarrollo y sostenimiento de un proyecto pecuario, otro es el factor económico que sean proyectos productivos y sostenibles para que lo poco que quede sea un proyecto agradable, que los muchachos se den cuenta el buen desarrollo de dicho proyecto y así mismo cuando ellos deciden montar un proyecto ante una comunidad, ellos ya han adquirido los conocimientos necesarios para poner en practica dicha actividad.

8. ¿Qué prácticas ambientales realiza usted con los residuos generados en la unidad porcícola dentro de la institución educativa?	No dejar llevar los residuos sólidos cerca al río, como la Institución se encuentra ubicada a unos 70 0 50 m del río Bahamón, es obligado a hacer pozos sépticos con espina de pescado para que cuando estos se llenen los residuos salgan por una de las espinas de pescado y no llegue esa contaminación hacia el río, eso en cuanto a los lixiviados y los sólidos son llevados a un compostaje que se está haciendo y cuando se seca se mezcla con tierra para llevar hacia los cultivos.
9. ¿Tiene conocimiento usted, cómo podría beneficiarse la institución a nivel social, económico y ecológico la producción en términos de tratamiento y control de excreta porcina?	Los beneficios que podríamos tener de toda la materia orgánica que sale de los cerdos ya sean lixiviados o algo sólido, uno sería el buen funcionamiento de un biodigestor que se está desarrollando un proyecto para la recuperación de esta tecnología, que servirá para la calefacción de los mismos lechones o una criadora para pollos, esto sería lo primordial mediante la obtención de biogás con el tratamiento de excreta. Por otro lado, sería saber llevar el gas a través de una tubería a los laboratorios de química de la Institución, para que funcionen los mecheros y así los muchachos puedan desarrollar sus actividades.
10. ¿le gustaría desarrollar un proyecto dentro de la institución I.E.D Instituto Agrícola de Peña Negra, Cachipay-Cundinamarca, sobre la producción en términos de tratamiento y control de residuos y excreta porcina?	Sí, ante los muchachos para que ellos mismos se den cuenta si es verdad que es lo que se está haciendo o no, con los sólidos llevarlos a compostaje secarlos, deshidratarlos y luego convertirlos en abono para los diferentes cultivos de hortalizas en la Institución ya sea de lechugas, zanahorias y también poder abonar algunos cítricos y los lixiviados de igual forma para hacer algunos riegos a las hortalizas, entonces sería en un estanque depositar, recolectar y almacenar dichos lixiviados para luego ser bombeados hacia los diferentes cultivos o algunos pastos.

Tabla 6. Fuente: Autor (2019)

8.3 Identificación y evaluación de impactos ambientales

Siendo el ambiente un entorno vital para el individuo y la comunidad, que lo implica directa e íntimamente con el contexto, el tiempo y la herencia cultural e histórica; por lo que el medio ambiente es una fuente de recursos que abastece a los seres vivos de materias primas y energía primordiales para su subsistencia, una parte de estos recursos es renovable por lo que se requiere de un tratamiento cuidadoso para evitar una situación irreversible.

Esta investigación se basó en fuentes de información secundaria, ya que no se contó con el tiempo, ni presupuesto suficiente para hacer estudios requeridos a profundización. Al no contar con datos, cifras, cantidades y magnitudes propias de los procesos y actividades de la unidad porcícola, que es una falla en la administración de procesos, el análisis cuantitativo carece de información que permita una identificación más clara y confiable.

Se realiza inicialmente una matriz (Ver anexo 5), en donde se cruzan, las actividades realizadas en cada etapa identificada dentro de la unidad porcícola y los respectivos factores asociados a los componentes de cada medio. El objetivo es identificar las actividades que generen impactos en los respectivos factores del ambiente, caracterizando inicialmente a estos como positivos, negativos o ambos. Posteriormente se identifican los aspectos más significativos que se relacionan con los impactos (Ver anexo 6). La identificación de estos aspectos permite orientar de forma más adecuada las acciones y programas de manejo para los impactos, así como focalizar los ejes transversales de los impactos y lograr generar estrategias más puntuales que ofrezcan una solución más indicada.

Esto permite, junto a las encuestas y diagnostico preliminar, identificar los impactos potenciales para cada componente según la actividad. Encontrando que la unidad no solo genera impactos negativos, donde la mayoría están asociados a la inadecuada administración de los procesos, sino que se encuentran impactos positivos que pueden ser potenciados y contribuir a mitigar, reducir, compensar o corregir los negativos. En la tabla #7 se mencionan los impactos junto a sus aspectos evaluados en la unidad porcícola de la Institución Educativa.

Definición de aspectos e impactos producidos de la unidad porcícola

MEDIO	COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	ASPECTO
INERTE	ATMOSFERA	Calidad del aire	Contaminación del aire	Generación de malos olores por la producción de residuos sólidos y líquidos
				Presencia de humo y gases por la quema de residuos sólidos y peligrosos
				Alteración de la calidad del aire por generación de gases CH ₄ , NH ₃ , CO ₂ , H ₂ SO ₄
	AGUA	Calidad de recurso hídrico	Contaminación del recurso hídrico y el cuerpo de agua Río Bahamón	Subproductos provenientes de la generación de gases CH ₄ , NH ₃ , CO ₂ , H ₂ SO ₄
		Estructura del suelo	Erosión y afectación de propiedades físicas y químicas del suelo	Generación de vertimientos con carga orgánica (heces, orina, alimento, polvo)
BIÓTICO	FAUNA	Habitad	Alteración en la cadena biológica de fauna	Aporte de nutrientes y carga orgánica al río Bahamón
	SALUD	Sanidad	Afectación de la salud física y biológica de comunidad educativa y comunidades aledañas	Inadecuada disposición de residuos sólidos y peligrosos
SOCIAL	INFRAESTRUCTURA	Modificación en estructuras	Facilita el ejercicio pedagógico-productivo dentro de la unidad	Incremento de vectores y plagas como moscas y roedores
			Mejora la etapa de transporte de vertimientos	Generación de bacterias, virus y/o enfermedades en la comunidad educativa
			Mejor la etapa de disposición de vertimientos	Propagación de bacterias, virus y/o enfermedades de la comunidad educativa hacia otros
			No aprovechamiento de los subproductos generados	Adecuada infraestructura para el desarrollo de la unidad porcícola
ECONÓMICO	TRABAJO	Oportunidad de	Fomento de la actividad porcícola en la zona	sistemas de desagüe apropiados para la evacuación de residuos líquidos
	EDUCACIÓN	Programas y proyectos	Cualificación de los bachilleres académicos en temas productivos	Adecuación de pozo séptico para el tratamiento de vertimientos
			Replica de conocimientos y prácticas de la comunidad educativa hacia otras zonas	Biodigestor averiado
	TERRITORIO	Uso del suelo	Afectación de actividades económicas cercanas por la generación de olores y gases	Proceso pedagógico-productivo dentro de la unidad porcícola
			Alteración de actividades económicas que hacen uso del recurso hídrico	Implementación de proyectos productivos en los programas escolares
	INGRESOS	Generación de subproductos	Reducción de costos operativos de producción	Espacios de socialización de conocimientos adquiridos en la unidad porcícola
			Generación de ingresos extras	Generación de olores y gases
			Pérdida de oportunidad de obtener ingresos y reducir costos	Aporte de nutrientes y carga orgánica al río Bahamón

Tabla 7. Fuente: Autor (2019)

A continuación, en la tabla #8 se demuestran los impactos y aspectos significativos producidos por la unidad porcícola, con su respectiva calificación de importancia mediante la metodología CONESA.

Calificación de impactos significativos de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola

IMPACTO	ASPECTO	CALIFICACIÓN
Contaminación del aire	Generación de malos olores por la producción de residuos sólidos y líquidos	50
Contaminación del recurso hídrico, cuerpo de agua Río Bahamón	Generación de vertimientos con carga orgánica (heces, orina, alimento, polvo)	70
	Aporte de nutrientes y carga orgánica al	63

	río Bahamón	
Alteración en la cadena biológica de fauna	Incremento de vectores como moscas y roedores	55
Alteración de actividades económicas que hacen uso del recurso hídrico	Aporte de nutrientes y carga orgánica al río Bahamón	51

Tabla 8. Fuente: Autor (2019)

Es importante resaltar que dichos impactos son producidos por la deficiente gestión administrativa de la institución para el mantenimiento y debida operación de las instalaciones de la unidad porcícola, a pesar de que se cuenta con los recursos económicos y humanos para realizar una eficiente producción sin que se deteriore los recursos naturales del ecosistema.

Otro punto importante a discutir, es sobre los residuos peligrosos producidos dentro de la porcicultura y que no tienen un debido control, pese a que en la unidad hay pocos animales, se generan los residuos necesarios que deterioran la calidad del suelo, ya que no se degradan y tienen el riesgo de generar contaminación por manipulación, puesto que muchos de estos residuos se encontraron botados a los alrededores de las instalaciones representando un peligro para la comunidad estudiantil.

Según el zootecnista encargado del proyecto porcícola: *“En cuanto a los residuos generados al tratar cerdos con antibiótico y vitaminas, se les explica a los estudiantes de no botar las agujas por tanto los envases no se reutilizan, se recogen todas las agujas, se hace una especie de fogata, un horno, se queman para que no vayan a quedar residuos peligrosos por ahí y que un muchacho de un momento a otro se nos esté punzando con alguna aguja infectada.”* (Romero, 2019) La falta de capacitación en cuanto al tratamiento de residuos, hace que los operarios en su buena fe al tratar de mitigar impactos ambientales como por ejemplo eliminar residuos (agujas, jeringas, guantes, envases) a través de fogatas, incurran ocasionando otros impactos al afectar la calidad del aire por la generación de gases contaminados, incluso llegando a afectar su propia salud, pues al hacer esto los operarios no utilizan elementos de protección personal.

Es importante que la Institución Educativa, implante una política de seguridad dentro de la unidad porcícola pues como se evidencia en las fotografías #28 y #29 los estudiantes y los operarios realizan sus labores dentro de la unidad porcícola sin los elementos de protección adecuados para cualquier tipo porcicultura, incrementando la probabilidad de contraer algún virus, bacteria o enfermedad.

8.4 Plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental consiste en un cronograma detallado de cada una de las actividades a desarrollar en un tiempo prudencial para atender cada una de las necesidades que conlleva este dicho plan, entre ellas están:

PROGRAMA: MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES	FICHA No. 1
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN Y ADECUACIÓN DE UN BIODIGESTOR ANAEROBIO, MANTENIMIENTO DE POZOS SEPTICOS Y CENTRO DE COMPOSTAJE	

1. **OBJETIVO:** Recuperación y acondicionamiento de la tecnología presente en la Institución Educativa, para promover las buenas prácticas ambientales en la porcicultura

2. **TIPO DE MEDIDA:** Correctiva

3. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO:

Durante el desarrollo de las actividades de la producción porcícola se producen gran cantidad de residuos de excreta sólida y líquida, que al no ser tratados adecuadamente debido al bajo rendimiento y al incorrecto uso de la tecnología y las instalaciones, hay una contaminación del aire por la generación de malos olores; afecta las características de fertilidad y ciclo de vida de suelos por la degradación física y estructural del terreno y contaminación del recurso hídrico (río Bahamón) por la alta producción de vertimientos no tratados.

4. MEDIDA RECOMENDADA:

- Biodigestor: Realizar una evaluación de los potenciales usos de los productos del biodigestor para continuar con la adecuación de la instalación anexa de la unidad porcícola que se ha venido adelantando a través de la asesoría de personal capacitado.
- Pozos sépticos: Es necesaria la capacitación de los operarios en cuanto al funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones anexas de la unidad porcícola, debido a que la metodología implementada actualmente por el personal es empírica, y por la falta de asesoramiento técnico no cumple con los parámetros de rendimiento y han provocado afectaciones en la salud de estos puesto que tampoco usan los elementos de protección personal correspondientes.
- Centro de compostaje: Realizar una reestructuración del área de compost en el cual se mejore la infraestructura donde se lleva a cabo el proceso, además implementar un sistema de cerca viva que restrinja el acceso de estudiantes y disminuyan la propagación de olores.

a. Método o Descripción

Instituto Agrícola Peña Negra

Considerando que la Institución es una entidad de orden público, se concertará junto con la Alcaldía Municipal, la gestión de jornadas educativas con entidades

capacitadoras como el SENA y algunas Universidades que fortalezcan los conocimientos de los docentes y operarios responsables del proyecto productivo. Por otra parte es importante asignar un rubro del conpes para el mantenimiento y adecuación de la infraestructura en mal estado de la unidad porcícola.

1. Se levantara un acta firmada por el consejo directivo donde se especifique y se apruebe el presupuesto que se requiera para la recuperación del biodigestor y la compra de la cerca viva para sembrar alrededor del centro de compostaje.
2. Firma de planillas de asistencia en cada capacitación que se realice a docentes, operarios y estudiantes

b. Recursos humanos requeridos.

- Personal capacitador autorizado por parte de las entidades de educación (SENA y universidades).
- Operarios, trabajadores y docentes de la institución encargados del mantenimiento de las instalaciones de la unidad porcícola.

c. Recursos materiales requeridos:

- Biodigestor: Teniendo en cuenta los arreglos ya realizados por el egresado Nelson David Huertas Chaparro, los materiales faltantes para poner en funcionamiento la instalación son:
 - ✓ 12 m de plástico tubular
 - ✓ 13 m de geotex
 - ✓ Kit de salida (accesorios para hacer la conexión)
- Pozos sépticos: planillas de asistencia por capacitación
- Compostaje: 100 plantas de cerca viva limoncillo

d. Lugar de aplicación de la medida.

Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra, Cachipay, Cundinamarca.

e. Responsable de la medida.

Rector de la Institución, docentes de la modalidad agropecuaria, operarios técnicos de los proyectos pecuarios y estudiantes

f. Medidas de seguimiento y verificación.

Una vez aprobado el rubro para la restauración y mantenimiento de las instalaciones de la unidad porcícola Trimestralmente personal autorizado por parte de la alcaldía municipal, realizara visitas verificando el progreso de las obras y la cantidad de capacitaciones llevadas a cabo

g. Indicadores de cumplimiento

Presupuesto aprobado
No. de obras realizadas

No. De capacitaciones realizadas
No. de personas capacitadas

Estos indicadores serán reportados en los Informes de cumplimiento del plan de manejo ambiental, y mide la efectividad con la que la institución desempeña funciones administrativas y de gestión en el proyecto productivo

h. Meta.

La meta propuesta es dar respuesta a las necesidades de capacitación en cuanto al mantenimiento y uso de la tecnología con la que la institución cuenta para desarrollar una porcicultura eficiente y sostenible, por otro lado, se pretende que con la restauración y el mejoramiento de las instalaciones entren en funcionamiento mejorando los procesos productivos de la unidad porcícola.

i. Costos.

Biodigestor:

✓ 12 m de plástico tubular	\$174.000
✓ 13 m de geotex	\$123.500
✓ Kit de salida (accesorios para conexión)	\$22.000
Total	\$319.000

Compostaje:

- ✓ 100 plántulas cerca viva limoncillo

Valor c/u \$1000 x 100 = \$100.000

j. Importancia.

Reducir la cantidad de impactos producidos por la unidad porcícola en la institución, a través del tratamiento de excreta porcina haciendo uso de las instalaciones previniendo el deterioro de los recursos naturales.

PROGRAMA: MANEJO DE EXCRETAS	FICHA No. 2
PROYECTO: CONTROL Y TRATAMIENTO DE PURINES	

1. OBJETIVO: Reducir la cantidad de vertimientos producidos en la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra

2. TIPO DE MEDIDA: Correctiva y Preventiva

3. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO:

En vista de la falta de seguimiento que se presenta en la institución en cuanto a la excreta que se genera diariamente en las instalaciones de la unidad porcícola, fácilmente se puede incurrir en ocasionar impactos negativos al ecosistema teniendo en cuenta que esta es una zona donde abunda la vegetación y fauna silvestre, debido a la cercanía con el río Bahamón.

4. MEDIDA RECOMENDADA:

Cuantificar el volumen de excreta producida diariamente en la unidad porcícola, que permita realizar un control eficiente para el tratamiento de dichos residuos.

- Pozos sépticos: Dimensionar la capacidad de carga y rendimiento del sistema de pozos sépticos, para tener conocimiento del tiempo en el que se debe realizar la correspondiente limpieza y mantenimiento. Por otro lado se plantea la posibilidad
- Centro de compostaje: Disponer de manera eficiente el área utilizada para realizar el proceso de volteo, puesto que se evidencio que este proceso lo realizan también por fuera de la estructura que se posee, incrementando la aparición de vectores

a. Método o Descripción

- Pozos Sépticos: Mediante el asesoramiento técnico de personal capacitado y presentación de un informe técnico, realizar los cálculos correspondientes teniendo en cuenta la cantidad de excreta producida diariamente, determinando así la capacidad de carga y rendimiento del sistema.
- Centro de compostaje: Crear un protocolo para la recolección de excreta sólida, desde el momento que se genera hasta que es llevada al punto de acopio en el centro de compostaje

b. Recursos humanos requeridos.

- Personal técnico capacitado en cuanto a la capacidad de carga de pozos

sépticos.

- Docentes
- Operarios
- Estudiantes

c. Lugar de aplicación de la medida.

Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra, Cachipay, Cundinamarca.

d. Responsable de la medida.

Rector de la Institución, docentes de la modalidad agropecuaria, operarios técnicos de los proyectos pecuarios y estudiantes

e. Medidas de seguimiento y verificación.

- ✓ De acuerdo a las especificaciones presentes en el informe técnico de capacidad de carga y rendimiento de los pozos sépticos, la docente encargada de la modalidad, junto con el personal operativo de los proyectos productivos deberán realizar inspecciones periódicas a las instalaciones para verificar su óptimo funcionamiento.
- ✓ Se diseñara e implementara un formato que contenga los registros de la excreta solida producida, cada vez que se realicen jornadas de limpieza y sean llevadas al punto de acopio en el centro de compostaje.

f. Indicadores de cumplimiento

$$\frac{\text{Cantidad de excreta sólida producida (Kg)}}{\text{Cantidad de abono orgánico producido (Kg)}} = \text{Cantidad de excreta aprovechada}$$

Estos indicadores serán reportados en los Informes de cumplimiento del plan de manejo ambiental, y mide la efectividad con la que se lleva a cabo el protocolo para la recolección y aprovechamiento de excreta sólida.

g. Meta.

Minimizar la generación de cargas contaminantes al ambiente, reincorporando al sistema productivo la excreta porcícola como un subproducto de aprovechamiento

h. Costos.

La asesoría técnico será brindada por la secretaria de agricultura del municipio de Cachipay, por lo que para la ejecución de este programa no se necesitaran costos en su desarrollo

í. Importancia.

Además de reducir la cantidad de impactos producidos por la unidad porcícola, es importante hacer un aprovechamiento de subproductos como la excreta porcina para la elaboración de abonos orgánicos, alcanzando una producción de mayor eficiencia.

PROGRAMA: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS	FICHA No. 3
PROYECTO: ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS	

1. **OBJETIVO:** Disponer de manera correcta los residuos sólidos y peligrosos generados dentro de las instalaciones de la unidad porcícola del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra

2. **TIPO DE MEDIDA:** Correctiva y Preventiva

3. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO:

Debido a que la institución no cuenta con un plan de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, el manejo inadecuado de estos amenaza la sostenibilidad ambiental del proyecto porcícola, afectando directamente aspectos como la salud pública, factores ambientales como los recursos renovables y no renovables, y el deterioro de los recursos naturales.

4. MEDIDA RECOMENDADA:

Capacitación sobre la disposición de los residuos sólidos y peligrosos, para cuantificar e identificar dichos residuos que son generados en cada uno de los procesos de producción en la unidad porcícola.

a. Método o Descripción

- ✓ Elaboración de un documento (PGIRS Y RESPEL)
- ✓ Adecuación de un área para el almacenamiento temporal de residuos inorgánicos y peligrosos
- ✓ Adecuación de contenedores dentro de la unidad porcícola que permitan realizar fácilmente la separación de residuos en la fuente

- ✓ Establecimiento de protocolos para el manejo y disposición de los residuos
- ✓ Contratación de una empresa que haga la correcta disposición de los residuos peligrosos

b. Recursos humanos requeridos.

- Personal técnico capacitador en cuanto al manejo de residuos sólidos y peligrosos
- Docentes
- Operarios
- Estudiantes

c. Lugar de aplicación de la medida.

Unidad porcícola de la Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra, Cachipay, Cundinamarca.

d. Responsable de la medida.

Rector de la Institución, docentes de la modalidad agropecuaria, operarios técnicos de los proyectos pecuarios y estudiantes

e. Medidas de seguimiento y verificación.

Establecer un compromiso por parte de la Institución, de tal forma que la comunidad educativa garantice el adecuado manejo, separación y disposición de los residuos sólidos y peligrosos.

Los operarios técnicos deberán hacer inspecciones diariamente, verificando que en cada uno de los contenedores se estén depositando correctamente los residuos correspondientes según sus características.

Definición de actividades, responsabilidades y funciones de los involucrados en el proyecto porcícola dentro de la institución, esto con el fin de cumplir el objetivo planteado

f. Indicadores de cumplimiento

$$\frac{\text{Volumen de residuos tratados (Kg)}}{\text{Volumen de residuos recolectados (Kg)}} \times 100$$

Estos indicadores serán reportados en los Informes de cumplimiento del plan de manejo ambiental, y mide la efectividad con la que se lleva a cabo el protocolo para el manejo de residuos sólidos y peligrosos.

g. Meta.

- ✓ Generación mínima de residuos sólidos
- ✓ Aprovechamiento de los residuos generados en el proceso productivo
- ✓ Disponer el 100% de los residuos peligrosos generados en la unidad porcícola de la Institución, teniendo en cuenta el peligro que estos representan para la comunidad estudiantil

h. Costos.

- Canecas para separación en la fuente de la unidad porcícola \$224.700 (ref. Mercado libre)
- Realizar cotizaciones con algunas empresas prestadoras de servicio en gestión ambiental de residuos, para que dispongan de materiales peligrosos en la institución, teniendo en cuenta que además de los generados por la unidad porcícola también se producen en otros proyectos de producción pecuaria y en el laboratorio de química del colegio.

i. Importancia.

Además de reducir y aprovechar la mayor cantidad de residuos sólidos producidos por la unidad porcícola, es importante crear conciencia en el estudiante acerca de la correcta disposición de residuos sólidos y peligrosos, contribuyendo a la conservación y protección de los recursos naturales desde las actividades agropecuarias eficientes.

PROGRAMA: MODULO PARA EL ANÁLISIS DE IMPACTOS Y GENERACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS PORCÍCOLAS DESDE LA ACADEMIA	FICHA No. 4
PROYECTO: ARTICULACIÓN DE CONCEPTOS DE MANEJO AMBIENTAL EN LA ASIGNATURA DE PRODUCCIÓN PECUARIA	

1. OBJETIVO: Articular conceptos de manejo ambiental haciendo énfasis en las buenas prácticas de producción porcícola dentro del curriculum académico de la asignatura de producción pecuaria.

2. TIPO DE MEDIDA: Mitigación y Correctiva

3. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO:

Dado el enfoque de la Institución Educativa, dentro de la asignatura de producción

pecuaria en este caso para los estudiantes de grado 8º, se manejan conceptos teórico-prácticos de la porcicultura haciendo énfasis en los ciclos productivos del cerdo, la anatomía, fisiología, entre otros. Sin embargo no se ofrece información en cuanto al desarrollo eficiente de la producción pecuaria, bajo prácticas responsables con el ambiente, que le permitan al estudiante contextualizar los posibles efectos e impactos que se producen durante la ejecución de este tipo de proyectos. Debido a ello se percibe la porcicultura como una actividad de alto impacto ambiental, puesto que los conocimientos adquiridos desde la academia no son los apropiados para atender las necesidades del productor, por lo que se incurre en el incumplimiento de la normatividad legal por desconocimiento de la misma, ocasionando una serie de afectaciones al ambiente.

4. MEDIDA RECOMENDADA:

Capacitación al cuerpo docente de la modalidad y a los operarios encargados del proyecto de producción porcícola, sobre el manejo ambiental y la normatividad legal vigente correspondiente al caso de estudio.

Actualizar y complementar el curriculum de la asignatura de producción pecuaria en base a la información recibida durante las capacitaciones.

a. Método o Descripción

- ✓ Gestionar mediante la alcaldía municipal de Cachipay y el SENA capacitaciones acerca de la normatividad y el manejo ambiental correspondiente en la porcicultura
- ✓ La docente de la asignatura de producción pecuaria tendrá la obligación de incluir progresivamente dichos temas dentro de su malla curricular, aplicando los conocimientos adquiridos dentro de la unidad porcícola e incentivar a los estudiantes a desarrollar buenas prácticas ambientales porcícolas.

b. Recursos humanos requeridos.

- Personal técnico capacitador en cuanto al manejo ambiental de proyectos porcícolas
- Docentes
- Operarios
- Estudiantes

c. Lugar de aplicación de la medida.

Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra, Cachipay, Cundinamarca.

d. Responsable de la medida.

Rector de la Institución y docente de la modalidad pecuaria

e. Medidas de seguimiento y verificación.

Establecer un compromiso por parte de la docente de la modalidad, de tal forma que garantice la articulación de temas relacionados con las buenas prácticas ambientales porcícolas y que a su vez realice la transferencia de información a la comunidad educativa.

Definición de actividades, responsabilidades y funciones de los involucrados en el proyecto porcícola dentro de la institución, esto con el fin de cumplir el objetivo planteado.

f. Indicadores de cumplimiento

Evaluación de la malla curricular por parte del Rector de la Institución Educativa

Este será reportado en los Informes de cumplimiento del plan de manejo ambiental, y mide la efectividad con la que se articulan los nuevos conceptos a la asignatura de producción pecuaria.

g. Meta.

- ✓ Sensibilizar a los estudiantes del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, en relación a los posibles impactos de la porcicultura, pero a su vez de los beneficios al realizar una producción eficiente teniendo como base la premisa de buenas prácticas ambientales.
- ✓ Complementar la malla curricular de la asignatura de producción pecuaria.
- ✓ Desarrollar el plan de manejo ambiental formulado en las instalaciones de la unidad porcícola de la Institución Educativa

h. Costos.

- Debido al apoyo de la alcaldía municipal y el convenio de la Institución con el SENA Girardot, dichas capacitaciones no representarían costos monetarios.

i. Importancia.

Al brindar un nuevo concepto de producción porcícola al estudiante de la Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola de Peña Negra, se incentivará a realizar mejores procesos obteniendo beneficios a través de la eficiencia y el aprovechamiento de subproductos en la actividad pecuaria. Por otro lado, al ser esta una entidad pública es viable la oportunidad de réplica entre los productores de la región. En primer lugar concediendo espacios a los estudiantes para que realicen prácticas en granjas

porcícolas, ya que al graduarse reciben una certificación por parte del SENA Girardot como bachilleres técnicos agropecuarios, estando en la capacidad de emplearse, de igual manera mediante la gestión de la alcaldía municipal y la institución, se pueden brindar capacitaciones abiertas a productores e interesados en el manejo, funcionamiento de las instalaciones y producción de la unidad porcícola.

9. Conclusiones

Para la supervivencia de la humanidad es necesario tener un equilibrio entre los procesos productivos, calidad de vida y sostenibilidad; sin desconocer que este proceso debe partir de las acciones que el hombre desarrolle frente a la sinergia propuesta. La investigación contempló la formulación de un plan de manejo ambiental para la unidad porcícola de la Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola de Peña Negra, Cachipay, Cundinamarca y a la comunidad que se ha visto afectada por la falta de asesoramiento y manejo de los impactos presentados en los diferentes procesos productivos de la actividad pecuaria.

Se formuló el plan de manejo ambiental para la unidad porcícola de la Institución Educativa, dando cumplimiento al objetivo general de la investigación cubriendo cada una de las necesidades y áreas que componen las instalaciones de la actividad pecuaria respectiva.

Para la elaboración de este plan se realizó el análisis del estado en el que se encontraba la unidad porcícola y cada uno de los aspectos en infraestructura para el control ambiental, proponiendo una solución a la administración, definiendo los hallazgos en detalle, las dificultades operacionales y de gestión.

Se identificaron los aspectos más relevantes dentro la explotación porcícola que ocasionaban impactos significativos como; la contaminación de aire, recurso hídrico (río Bahamón), también la erosión y afectación de propiedades físicas y químicas del suelo, la alteración en la cadena biológica de fauna, entre otros y se evaluaron determinando el análisis la formulación del plan de manejo ambiental para la unidad porcícola.

Finalmente se crearon fichas de manejo ambiental para los impactos ambientales significativos arrojados por la investigación siendo estos los apropiados para las capacidades en función de las necesidades de la Institución Educativa Departamental Instituto Agrícola Peña Negra; fomentando la inclusión de buenas prácticas, asesoramiento, cursos, talleres tecnificados, entre otros, con el fin de aumentar la eficiencia y funcionamiento de la porcicultura en términos ambientales en beneficio de la comunidad en general.

En conclusión esta investigación se proyecta como eje innovador dentro de la comunidad de Peña Negra, a través de la capacitación a porccultores e interesados en el manejo y mantenimiento de las instalaciones porcícolas de la región, preservando los recursos naturales y el ambiente.

Como estudiante de la Universidad El Bosque, esta investigación ha permitido fortalecer el gusto e interés por la Ingeniería Ambiental, para desarrollarme como profesional aportando el conocimiento necesario a sistemas naturales y de producción que permitan reducir la cantidad de impactos

producidos por las actividades antrópicas, contribuyendo a mejorar la calidad de vida y desarrollo sostenible en mi región de procedencia.

10. Recomendaciones

En la estructuración de la formulación del plan de manejo ambiental en el I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra, se realizaron una serie de pasos importantes que permitieron visualizar la problemática existente en el estudio de caso y las posibles soluciones; sin embargo se hacen unas recomendaciones que son pertinentes e indispensables para el buen funcionamiento a la hora de implementar el plan de manejo; a saber

En primera instancia se sugiere la articulación del curriculum académico con el agropecuario, de tal manera que los estudiantes re afirmen el énfasis del perfil en la institución.

Incentivar al estudiante a continuar con la modalidad de la Institución, teniendo en cuenta que esta desarrolla otros proyectos agropecuarios los que resaltan la importancia en los aspectos ambientales y las buenas prácticas de producción rural, ya que estas generan una serie importante de impactos que afectan el bienestar de los ecosistemas; por lo que le permitirá al estudiante del I.E.D Instituto Agrícola Peña Negra resaltar dentro del perfil de bachiller técnico agropecuario generándole más oportunidades de trabajo en campo.

Es indispensable realizar el análisis de calidad de suelos, y aguas residuales para obtener datos porcentuales exactos que determinen la viabilidad e importancia de los impactos que están generando los procesos de la unidad porcícola en la institución, para hacer la contratación del técnico pertinente.

Con el apoyo de entidades gubernamentales como la alcaldía municipal, gestionar convenios con entidades capacitadoras de educación en producción rural en todos los aspectos para que sean acompañados y asesorados en el manejo y conservación de los recursos naturales.

Actualización a los docentes de las áreas agropecuarias que se manejan dentro de la Institución para el acompañamiento y desarrollo de las actividades que los estudiantes ejercen en el transcurso y permanencia en el establecimiento educativo.

A través de la Alcaldía Municipal y la Secretaria de Educación, asignar un rubro (conpes) para el desarrollo de proyectos productivos y el mantenimiento de las dependencias e infraestructura de las mismas para su buen funcionamiento.

El uso de los implementos de protección adecuados, por parte de los estudiantes y el personal asignado para el manejo y desarrollo de estos proyectos con el fin de garantizar la seguridad sanitaria y la preservación del ambiente.

Contratación de una empresa de disposición de residuos peligrosos (jeringas, agujas, guantes contaminados, envases tóxicos, entre otros).

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, M. J. (2017). *Diagnostico General de Sistemas Productivos Porcinos en el Municipio de Concepción (Antioquia)*. Caldas-Antioquia: Corporación Universitaria La Sallista.
- Alcaldía Local de Tunjuelito. (2009). *Guía Técnica Para la Elaboración de planes de Manejo Ambiental (PMA)*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Alcaldía Municipal de Cachipay. (2018). *Cachipay - Cundinamarca*. Obtenido de Cachipay - Cundinamarca: <http://www.cachipay-cundinamarca.gov.co/>
- Arévalo Peña, J. J., & Zambrano Malagón, L. G. (2007). *Implementación de un Sistema Autosostenible en la Granja Agropecuaria del Municipio de Cogua para el Tratamiento de los Vertimientos Líquidos Porcícolas*. Bogotá: Universidad de La Salle.
- Asociación Colombiana de Porcicultores. (2002). *Guía Ambiental par el Subsector Porcícola*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente .
- Asociación Colombiana de Porcicultores. (2015). *Informe de los Proyectos de Inversión Desarrollados Durante el Año 2015*. Bogotá: CENIPORCINO.
- Barrios Palomino, W. E., & Salazar Taboada, M. A. (2015). *Propuesta de un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para la unidad Experimental de Cerdos de la UNALM*. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Bermudez, P. (20 de Mayo de 2014). <https://prezi.com>. Recuperado el abril de 2019, de <https://prezi.com/zzzo4helj2fe/metodo-conesa/>
- Caceres Chaves, C. A., & Forero Ortiz, D. J. (2015). *Plan de Manejo Ambiental (PMA) Para el Proceso de Producción Porcícola, una Alternativa de Producción más Limpia en la vereda La Aguadita (Fusagasugá, Cundinamarca)*. Bogotá: Universidad Libre.
- Carrero Gonzáles, H., Whyte, J., Espinosa, C., & Cataño, G. (2005). *Manual de Producción Porcícola*. Tuluá: Ministerio de la Protección Social.
- Ceppia. (11 de Marzo de 2019). *Manual Introducción a la Gestión Ambiental Municipal*. Obtenido de Manual Introducción a la Gestión Ambiental Municipal: <http://www.ceppia.com.co/Herramientas/PLANIFICACION-Y-GESTION%20AMBIENTAL/Manual-de-Introduccion-a-la-Gestion-Ambiental-Municipal.pdf>
- Conesa, V. (2006). <http://centro.paot.mx>. Recuperado el abril de 2019, de http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf
- CORMACARENA. (2015). *Guía Ambiental Para Sistemas de Producción Porcícola en el Departamento del Meta*. Obtenido de Guía Ambiental Para Sistemas de Producción Porcícola en el Departamento del Meta: <https://asociados.porkcolombia.co/porcicultores/images/porcicultores/publicaciones/GUIA-AMBIENTAL-PARA-SISTEMAS-PORCICOLAS-CORMACARENA.pdf>
- Cormacarena. (2015). *Guía Ambiental Para Sistemas Porcícolas*. Villavicencio: Cormacarena.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (Noviembre de 2016). *GIT Área de Comunicación DANE*. Obtenido de GIT Área de Comunicación DANE: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
- DistriLadam. (31 de marzo de 2019). *DistriLadam*. Obtenido de DistriLadam: <http://www.distriladam.com/plastico-para-biodigestor>
- FAO. (12 de Marzo de 2019). *Evaluación del Impacto Ambiental Directrices para los Proyectos de Campo de la FAO*. Obtenido de Evaluación del Impacto Ambiental Directrices para los Proyectos de Campo de la FAO: <http://www.fao.org/3/a-i2802s.pdf>

- FAO. (12 de marzo de 2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/337960/>
- Guio Martinez, E. A., & Mesa Angel, K. Y. (2016). *Formulacion Plan de Manejo Ambiental Granja Porcina Villa Alejandra, Corrales-Boyaca*. Sogamoso: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Mexico D.F., Mexico: Mc Graw Hill .
- I.E.D Instituto Agrícola. (2019). *Misión y Visión*. Peña Negra-Cachipay: I.E.D Instituto Agrícola.
- Jimenez, D. (2010). *Programa de Manejo de Impactos Ambientales de la Granja Porcícola Monterrey*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Machado Hernández, E. M., Robayo Gomez, Y. M., Ayala Bello, H. U., & Chávez Porras, Á. (s.f.). *Plan de Manejo Ambiental Para un Proyecto Porcícola. Estudio de Caso: Proyecto La Zambara, Otanche, Boyacá*. Boyacá.
- Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación. (11 de marzo de 2019). *Buenas Practicas de Manejo y Utilización de Efluentes Porcinos*. Obtenido de Buenas Practicas de Manejo y Utilización de Efluentes Porcinos: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/prensa/folletos_digitales/contenido/Manual_Porcino.pdf
- Monterubbianesi, M., & Borrás, P. (S. f). *Bioseguridad en Explotaciones Porcinas*. Argentina: SENASA.
- Morales, L. (11 de marzo de 2019). *Catarina*. Obtenido de Catarina: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leia/morales_r_pm/capitulo5.pdf
- Moreno Guerrero, D. C., & Muñoz Revelo, L. M. (2007). *Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental de la Fase 1 para la Ruta de Recolección Selectiva y la Operación del Centro de Reciclaje La Alqueria en Bogotá DC*. Bogotá: Universidad de La Salle.
- Moreno Velasquez, A., & Devia Tarache, J. A. (2018). *Evaluación Ambiental al Criadero de Porcicultura Granja Campo Alegre en el Municipio de Acacias-Meta en la Vereda El Resguardo*. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia.
- ONUDI. (12 de marzo de 2019). *Manual de Producción más Limpia*. Obtenido de Manual de Producción más Limpia: https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf
- Paramio, T., Manteca, X., Milan, J., Piedrafita, J., Izquierdo, D., Gasa, J., . . . Pares, R. (2010). *Manejo y Producción de Porcino*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Pérez, R. (2001). Porcicultura y contaminación del agua en La Piedad, Michoacán, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 5-13.
- Pérez, R. (2001). Porcicultura y Contaminación del Agua en La Piedad, Michoacán, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 5-13.
- Quispe, L. E. (2017). *Impacto Ambiental Generado por la Producción Porcina en la Zona Urbana de Lomas de Lúculo-Villa Maria del Triunfo*. Villa El salvador: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Rodríguez, R. E. (2017). *Las granjas integrales autosuficientes como escenario de prácticas pedagógicas en instituciones educativas en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- Romero, E. (19 de Marzo de 2019). Zootecnista. (N. Huertas, Entrevistador)
- Salud Arequipa. (12 de Marzo de 2019). *Norma Técnica I.S. 020 Tanques Sépticos*. Obtenido de Norma Técnica I.S. 020 Tanques Sépticos: https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.020.pdf
- Secretaria de Energía. (2008). *Energías Renovables 2008 - Energía Biomasa*. Argentina: Copyright (C) 2008.

- Sistema Biobolsa. (2019). *Propuesta Técnica*. Bogotá: Sistema.bio.
- Solla. (23 de Marzo de 2019). *Solla Nutrición Animal*. Obtenido de Solla Nutrición Animal: <https://www.solla.com/node/1602>
- Universidad Autónoma de Barcelona. (12 de marzo de 2019). *Innovación, Transferencia y Empresa*. Obtenido de Innovación, Transferencia y Empresa: <https://www.uab.cat/web/investigar/itinerarios/innovacion-transferencia-y-empresa/transferencia-del-conocimiento-1345667266489.html>
- Uno Winblad. (1998). *Ecological Sanitation*. Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Estocolmo, Suecia.
- Wu, B. Y. (2009). *Calidad físicoquímica y bacteriológica del agua para el consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica*. San José-Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia Escuela de Ciencias Exactas y Naturales.
- Yaguachi, P. R. (2017). *Cierre Técnico de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la FCP-ESPOCH*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.