Cambio de uso del suelo en la finca Pobo: del cultivo de sagú a la porcicultura en Fosca, Cundinamarca



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

Autor

Nicolle Sevillano Carmona código 20192185080

Angela Maria Pardo Morales 20192185094

Tutor

Ph.D. Luisa Fernanda González Ramírez

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Administración ambiental

Bogotá, Colombia

Septiembre de 2025

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 9
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 10
2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA 13
2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA 13
3. JUSTIFICACIÓN 15
4. OBJETIVOS 18
4.1 OBJETIVO GENERAL 18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 18
5. MARCO DE REFERENCIA 19
5.1 MARCO TEÓRICO 19
5.2 MARCO CONCEPTUAL 20
5.3 MARCO LEGAL 21
5.4 MARCO ESPACIAL 24
6. ESTADO DEL ARTE RELACIONADO CON EL AVANCE DEL CONOCIMIENTO EN RELACIÓN CON EL PROBLEMA PROPUESTO 25
7. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 27
7.1 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES, SOCIOECONÓMICAS Y AGROECOLÓGICAS 32
7.1.1 Observación directa y lista de chequeo ambiental 32
7.1.2 Ficha de uso del suelo 32
7.1.3 Inventario preliminar de flora y fauna 32

7.1.4 Entrevistas semiestructuradas 33

7.1.5 Metodología para la caracterización socioeconómica 34

7.2 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS DEL CULTIVO DE SAGÚ Y EL ESTABLO PORCINO 34

7.2.1 Matriz de Leopold 34

7.2.2 Metodología para la evaluación de impactos socioeconómicos 36

7.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS OPCIONES PRODUCTIVAS 37

7.4 METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO SOSTENIBLE..... 38

8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN EN FUNCIÓN DEL PROBLEMA PROPUESTO 39

8.1 ANÁLISIS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES, SOCIOECONÓMICAS Y AGROECOLÓGICAS..... 39

8.1.1 Lista de Chequeo Ambiental 39

8.1.2 Ficha de Uso del Suelo 41

8.1.3 Inventario Preliminar de Flora y Fauna 43

8.1.4 Análisis de entrevistas 46

8.1.5 Análisis socioeconómico 77

8.2 ANÁLISIS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS DEL CULTIVO DE SAGÚ Y EL ESTABLO PORCINO 78

8.2.1 Evaluación de impacto Ambiental 78

8.2.1.1 Evaluación de impacto ambiental del sagú 79

8.2.2 Análisis de resultados del impacto socioeconómicos 89

8.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS OPCIONES PRODUCTIVAS..... 90

8.3.1 Análisis de resultados comparativo de la evaluación de impacto ambiental de ambas actividades 91

8.3.2 Diagramas de flujo de energía del cultivo de sagú 93

8.3.3 Diagrama de flujo de energía del establo porcino 94

8.3.4 Análisis de comparación de los diagramas de flujo de energía del sagú y el establo porcino 95

8.3.5 Análisis de comparación socioeconómico del sagú y el establo porcino 96

8.4 PROPUESTAS TÉCNICAS CON CRITERIOS DE VIABILIDAD 97

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 100

9.1 CONCLUSIONES 100

9.2 RECOMENDACIONES 101

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 103

11. ANEXOS 106

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Tabla metodológica: Relación entre objetivos, actividades, técnicas e instrumentos 27

Tabla 2. Cronograma. 29

Tabla 3. Rangos de calificación de EIA. 35

Tabla 4. Lista de Chequeo Ambiental 40

Tabla 5. Ficha de Uso del Suelo 41

Tabla 6. Flora 44

Tabla 7. Fauna 46

Tabla 8. Resultados de la pregunta 1 de propietarios. 48

Tabla 9. Resultados de la pregunta 2 de propietarios 50

Tabla 10. Resultados de la pregunta 3 de propietarios 52
Tabla 11. Resultados de la pregunta 4 de propietarios 54
Tabla 12. Resultados de la pregunta 5 de propietarios 55
Tabla 13. Resultados de la pregunta 1 de Agricultores 57
Tabla 14. Resultados de la pregunta 2 de Agricultores 59
Tabla 15. Resultados de la pregunta 3 de Agricultores 61
Tabla 16. Resultados de la pregunta 4 de Agricultores 63
Tabla 17. Resultados de la pregunta 5 de Agricultores 65
Tabla 18. Resultados de la pregunta 1 de porcicultores 68
Tabla 19. Resultados de la pregunta 2 de porcicultores 70
Tabla 20. Resultados de la pregunta 3 de porcicultores 72
Tabla 21. Resultados de la pregunta 4 de porcicultores 74
Tabla 22. Resultados de la pregunta 5 de porcicultores 76
Tabla 23. Caracterización socioeconómica 77
Tabla 24. Impacto al factor ambiental del cultivo del sagú 81
Tabla 25. Impacto de la actividad en el factor ambiental del cultivo del sagú 82
Tabla 26. Impacto al factor ambiental por el establo porcino 86
Tabla 27. Impacto de la actividad en el factor ambiental del establo porcino 88
Tabla 28. Resultados comparativo de EIA de ambas actividades económicas 91
Tabla 29. Caracterización económica 97
Tabla 30. Propuestas técnicas con criterios de viabilidad 98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa finca El Pobo 24
Figura 2. Formato matriz Leopold 36

Figura 3. Resultados de la pregunta 1 de propietarios. 48
Figura 4. Resultados de la pregunta 2 de propietarios 50
Figura 5. Resultados de la pregunta 3 de propietarios 52
Figura 6. Resultados de la pregunta 4 de propietarios 53
Figura 7. Resultados de la pregunta 5 de propietarios 55
Figura 8. Resultados de la pregunta 1 de Agricultores 57
Figura 9. Resultados de la pregunta 2 de Agricultores 59
Figura 10. Resultados de la pregunta 3 de Agricultores 61
Figura 11. Resultados de la pregunta 4 de Agricultores 63
Figura 12. Resultados de la pregunta 5 de Agricultores 65
Figura 13. Resultados de la pregunta 1 de porcicultores 67
Figura 14. Resultados de la pregunta 2 de porcicultores 69
Figura 15. Resultados de la pregunta 3 de porcicultores 71
Figura 16. Resultados de la pregunta 4 de porcicultores 73
Figura 17. Resultados de la pregunta 5 de porcicultores 75
Figura 18. Matriz Leopold del cultivo de Sagú 80
Figura 19. Impacto al factor ambiental del cultivo Sagu 82
Figura 20. Impacto de la actividad en el factor ambiental de cultivo Sagú 83
Figura 21. Matriz Leopold del cultivo del establo porcino 85
Figura 22. Impacto al factor ambiental por el establo porcino 87
Figura 23. Impacto de la actividad en el factor ambiental del establo porcino 88
Figura 24. Resultados comparativos EIA de ambas actividades económicas 92
Figura 25. Comparativa de resultados brutos de ambas actividades económicas 93
Figura 26. Diagrama de flujo de energía cultivo de sagú 94
Figura 27. Diagrama de flujo de energía del establo porcino 95

1. INTRODUCCIÓN

La transformación de los sistemas de uso del suelo en territorios rurales de Colombia se ha intensificado en las últimas décadas, generando implicaciones que van más allá del ámbito productivo para incidir directamente en las dimensiones ambientales, sociales y económicas de las comunidades campesinas. Estos cambios se manifiestan, en muchos casos, en la sustitución de cultivos tradicionales por sistemas pecuarios de mayor rentabilidad inmediata, lo que plantea dilemas sobre sostenibilidad, conservación de recursos y seguridad alimentaria (Rodríguez & Cárdenas, 2021).

En este contexto se ubica la finca Pobo, localizada en el municipio de Fosca (Cundinamarca), donde se discute la posibilidad de sustituir el cultivo de sagú (*Maranta arundinacea*) tradicionalmente manejado bajo esquemas agroecológicos y de bajo impacto por un sistema de producción porcina intensiva. La decisión, aunque orientada a mejorar la rentabilidad de la unidad productiva, exige una valoración integral de los efectos que puede acarrear en términos de biodiversidad, servicios ecosistémicos, dinámicas sociales y sostenibilidad económica de la región (Pérez Hettinga, 2017; Sabogal, 2023).

El estudio cobra relevancia porque contribuye a la comprensión de los impactos asociados al cambio de uso del suelo en escenarios rurales andinos, donde las familias deben equilibrar la necesidad de generar ingresos con la urgencia de conservar los recursos naturales. Este análisis se inscribe en marcos de acción más amplios, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) y la Estrategia Nacional de Economía Circular (MADS, 2019), los cuales plantean la necesidad de transitar hacia modelos productivos que integren eficiencia económica con responsabilidad ambiental.

La investigación adopta un enfoque metodológico mixto, de carácter descriptivo-comparativo, en el que se articulan técnicas cualitativas y cuantitativas. Se aplicarán entrevistas semiestructuradas a actores locales, observación directa y fichas de campo, junto con herramientas de evaluación de impactos ambientales, destacando la matriz de Leopold, reconocida por su rigurosidad en el análisis sistemático de actividades productivas (Martínez & Martínez, 2020). Además, se incorporarán estimaciones económicas que

permitan valorar la viabilidad financiera de las dos alternativas, enriqueciendo así la discusión sobre sostenibilidad.

Es importante señalar que la escala de análisis es una finca, lo que restringe la generalización de los hallazgos. Sin embargo, esta aproximación detallada ofrece aprendizajes valiosos que pueden orientar procesos similares en otros territorios rurales de la región andina con condiciones agroecológicas comparables.

Se espera que los resultados permitan identificar cuál de las dos opciones productivas —la continuidad del cultivo de sagú o la implementación de un sistema porcino— representa una alternativa más sostenible a largo plazo, tanto desde la perspectiva ambiental como socioeconómica. De igual manera, se busca aportar recomendaciones técnicas y prácticas para una gestión responsable del suelo, que fortalezcan la capacidad de decisión de actores rurales frente a las presiones del cambio productivo en Colombia.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En contextos rurales como el del municipio de Fosca (Cundinamarca), las decisiones relacionadas con el uso del suelo representan una oportunidad para armonizar la productividad económica con la conservación ambiental. La finca Pobo, actualmente dedicada al cultivo de sagú (*Maranta arundinacea*), se enfrenta a la posibilidad de transformar su modelo productivo hacia la ganadería porcina intensiva mediante la construcción de un establo. Esta alternativa busca aumentar los ingresos familiares, pero también podría generar efectos negativos sobre el ambiente y la sostenibilidad del territorio. (Gómez, 2019; Pérez Hettinga, 2017).

La monografía surge como respuesta a la necesidad de analizar de manera rigurosa y comparativa las implicaciones ambientales y socioeconómicas de esta transformación, lo cual permite generar conocimiento útil para la toma de decisiones sostenibles. Estudios previos han abordado problemáticas similares en el contexto rural colombiano, especialmente en lo que respecta al impacto de sistemas agropecuarios sobre los recursos naturales (Gómez, 2019; Pérez Hettinga, 2017; Rodríguez & Cárdenas, 2021). Estos trabajos brindan fundamentos conceptuales y metodológicos que respaldan la viabilidad de la presente investigación. (González et al., 2024).

El problema es real y relevante, ya que involucra la gestión concreta del territorio en una finca que debe optar entre dos alternativas de producción con consecuencias distintas para el ambiente, la economía local y la calidad de vida. Además, es factible en términos de acceso a la información, competencia metodológica, recursos disponibles y marco temporal, lo cual permite resolverlo mediante el proceso de investigación monográfica. (Martínez & Martínez, 2020; Castiblanco & Naizaque, 2024).

El origen del problema radica en la necesidad de diversificar la economía familiar de la finca sin comprometer los servicios ecosistémicos que actualmente presta el cultivo de sagú, tales como la regulación hídrica, la conservación del suelo y el mantenimiento de la biodiversidad (Rodríguez, 2021; Sabogal, 2023). Así mismo, existe una tensión entre la aparente rentabilidad del modelo porcino y sus potenciales impactos negativos sobre la

calidad del aire, del agua y la salud de los ecosistemas, aspectos que requieren análisis técnico y contextualizado.

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción agropecuaria en pequeñas unidades de tierra representa desafíos ambientales, sociales y económicos que requieren análisis integrales para la toma de decisiones sostenibles (Gonzales, Melo, Galindo & Mejia, 2024). En este contexto, la finca Pobo, ubicada en el municipio de Fosca, Cundinamarca, se dedica actualmente al cultivo de sagú. Esta planta ofrece múltiples beneficios ecológicos, como la conservación del suelo, la regulación de los ciclos hídricos y la protección de la biodiversidad local (Rodríguez & Cárdenas, 2021).

Sin embargo, ante la necesidad de diversificar y fortalecer los ingresos de la finca, se ha propuesto establecer un sistema de producción pecuaria mediante la construcción de un establo porcino, lo que implicaría la eliminación de los cultivos de sagú y la transformación del uso del suelo. Esta propuesta plantea interrogantes críticos sobre los impactos ambientales y económicos de cada alternativa, especialmente en lo que respecta a la calidad del suelo y del agua, la biodiversidad y la sostenibilidad a largo plazo de la finca (Gómez, 2019; Pérez Hettinga, 2017).

Considerando el compromiso nacional e internacional con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente los ODS 2 (Hambre cero), ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 12 (Producción y consumo responsables), ODS 13 (Acción por el clima) y ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres) (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015), así como las directrices de la Política Nacional Ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y de la Estrategia Nacional de Economía Circular (MADS, 2019), resulta fundamental analizar el escenario actual y proyectar las consecuencias de cada decisión.

Diagnóstico de la Situación Actual

La finca Pobo, ubicada en la zona rural del municipio de Fosca, Cundinamarca, cuenta con una extensión aproximada de 3 hectáreas dedicadas al cultivo de sagú (*Maranta arundinacea*). Según Rodríguez (2021) este cultivo, de características perennes, contribuye de manera significativa a la conservación del suelo, la regulación hídrica y la protección de la biodiversidad en el ecosistema local.

Actualmente, el sistema productivo se mantiene con prácticas de bajo impacto ambiental, sin embargo, se proyecta la conversión del uso del suelo a partir de septiembre de 2025 mediante la construcción de un establo para producción porcina. Este cambio de enfoque implica un riesgo potencial de degradación ambiental, ya que la transición de cultivos perennes a sistemas pecuarios intensivos puede generar impactos como la compactación del suelo, el aumento de la carga orgánica contaminante en fuentes hídricas y la pérdida de cobertura vegetal (Gómez, 2019).

La transformación propuesta involucra a diversos actores: los propietarios de la finca, trabajadores rurales locales, la comunidad campesina de la vereda, la Alcaldía Municipal de Fosca, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la Secretaría de Ambiente de Cundinamarca, así como consumidores potenciales de carne porcina a nivel local y regional. Además, cualquier modificación en el uso del suelo deberá enmarcarse dentro de las regulaciones ambientales vigentes y considerar los compromisos del municipio frente a las metas de desarrollo sostenible (ONU, 2015; MADS, 2018).

Pronóstico

Si se implementa el establo porcino en la finca Pobo, es probable que se generen efectos ambientales adversos, como el incremento en la contaminación del suelo y las fuentes hídricas debido a los residuos orgánicos del ganado, la posible erosión del suelo por la pérdida de cobertura vegetal y una reducción de la biodiversidad en la zona. Por otro lado, mantener el cultivo de sagú puede favorecer la conservación del ecosistema, mejorando la estabilidad del suelo y contribuyendo a la regulación de los ciclos hídricos. Según el estudio de (Rodríguez, 2021) sobre sistemas agroecológicos en la región Andina, los cultivos

perennes pueden proporcionar una mayor estabilidad ambiental y mejorar los servicios ecosistémicos en comparación con la ganadería intensiva. No obstante, es necesario evaluar la viabilidad económica de ambas opciones para determinar cuál representa un modelo de producción más sostenible en el largo plazo.

Control del Pronóstico

Desde la perspectiva de la administración ambiental, el proceso de toma de decisiones debe integrar criterios de gestión sostenible y análisis de riesgos ambientales, más allá de la mera aplicación de tecnologías de mitigación (MADS, 2018).

En caso de optar por el establo porcino, se recomienda: implementar sistemas de tratamiento de residuos como biodigestores, promoviendo la economía circular (MADS, 2019). Preservar corredores ecológicos y áreas de vegetación natural para mitigar la erosión y conservar la biodiversidad. Adoptar prácticas de manejo integral de residuos y aguas residuales bajo estándares de buenas prácticas pecuarias (FAO, 2018). Explorar esquemas de producción agropecuaria mixta, como sistemas silvopastoriles o agroforestales, que integren componentes agrícolas y forestales para mejorar la sostenibilidad (Martínez, 2020).

La administración ambiental debe actuar como un eje articulador entre las necesidades productivas de la finca y los compromisos ambientales regionales y globales, fomentando procesos participativos, de planificación adaptativa y de gestión estratégica.

Justificación e Importancia del Estudio

Ante este contexto, surge la necesidad de realizar una evaluación ambiental comparativa entre la continuidad del cultivo de sagú y la implementación del establo porcino, considerando indicadores de impacto ambiental como la erosión del suelo, la calidad del agua, la biodiversidad local y las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta evaluación permitirá fundamentar la toma de decisiones en la finca Pobo desde una perspectiva sostenible y alineada con las políticas ambientales regionales (Pérez Hettinga, 2017; Sabogal, 2023).

En este sentido, la investigación busca responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el impacto ambiental de mantener el cultivo de sagú en la finca Pobo? ¿Cuáles serían las consecuencias ambientales de la conversión del uso del suelo para la instalación del establo porcino? ¿Cuál de las dos opciones representa una mejor alternativa en términos de sostenibilidad ambiental y económica?

Este estudio se justifica por la necesidad de generar información científica que permita orientar modelos de producción agropecuaria sostenibles en regiones de vocación agrícola y pecuaria. Asimismo, los resultados contribuirán a la toma de decisiones fundamentadas por parte de productores locales y autoridades ambientales, promoviendo estrategias de manejo agroecológico y conservación de los recursos naturales en Fosca, Cundinamarca.

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las implicaciones ambientales, socioeconómicas y agroecológicas del cambio de uso del suelo de cultivo de sagú a producción porcina en la finca Pobo, Fosca (Cundinamarca)?

2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Qué impactos ambientales y socioeconómicos se asocian a la permanencia del cultivo de sagú en términos de biodiversidad, calidad del suelo y del agua, y servicios ecosistémicos?
- ¿Cuáles son los efectos esperados sobre el ambiente y la economía local si se implementa un sistema de producción porcina en la finca Pobo?
- ¿Qué diferencias existen entre los servicios ecosistémicos proporcionados por el cultivo de sagú y aquellos que se verían afectados por la producción porcina?
- ¿En qué medida la producción porcina podría representar una alternativa económicamente más rentable o menos sostenible que el cultivo de sagú en el largo plazo?

- ¿Qué estrategias de manejo ambiental y de producción sostenible pueden ser implementadas para mitigar los posibles impactos negativos asociados a la conversión del uso del suelo?

3. JUSTIFICACIÓN

Desde el plano teórico, este trabajo aporta al análisis crítico de los procesos de cambio de uso del suelo en zonas rurales bajo una perspectiva ambiental integral e interdisciplinar. El cultivo de sagú, como alternativa productiva adaptada al entorno local, posee un valor agroecológico, cultural y alimentario, enmarcado en debates sobre soberanía alimentaria y conservación de saberes tradicionales (Pulido, 2024).

En contraste, la implementación de sistemas pecuarios intensivos, como la producción porcina, representa un modelo de alto impacto ambiental, vinculado a la degradación del suelo, contaminación de fuentes hídricas, pérdida de biodiversidad y emisión de gases de efecto invernadero (Pérez Hettinga, 2017). Además, se relaciona con prácticas que no necesariamente garantizan la eficiencia en el uso de los recursos naturales, contrariando los lineamientos del ODS 12 (ONU, 2015).

La investigación se fundamenta en marcos conceptuales provenientes de la ecología política, la economía ecológica y el ordenamiento ambiental del territorio. Estos enfoques permiten comprender las implicaciones estructurales de los cambios productivos y sus efectos sobre el ambiente y la sociedad. Asimismo, se retoman los aportes de la pedagogía ambiental y los enfoques críticos del territorio para integrar el análisis ambiental con procesos educativos y comunitarios (González, Melo, Galindo & Mejía, 2024).

La reflexión también se articula con instrumentos de política pública nacional como la Estrategia Nacional de Economía Circular (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2019) y la Política Nacional Ambiental (MADS, 2018), que promueven modelos productivos sostenibles, de bajo impacto ambiental y de fortalecimiento de la resiliencia comunitaria frente al cambio climático (relacionado con el ODS 13).

Justificación teórica

Desde el plano teórico, la monografía pretende aportar al análisis crítico de los procesos de cambio de uso del suelo en zonas rurales desde una perspectiva ambiental integral. El cultivo del sagú, aunque de carácter local, se inscribe en discusiones más amplias sobre

soberanía alimentaria, sostenibilidad ecológica y conocimiento agroecológico (Pulido, 2024). El reemplazo de este tipo de cultivos por sistemas ganaderos intensivos, como es el caso de la producción porcina, implica alteraciones significativas en los ecosistemas, que incluyen afectaciones al recurso hídrico, pérdida de biodiversidad, emisión de gases contaminantes y degradación del suelo (Pérez Hettinga, 2017). Así, la investigación se nutre de marcos teóricos relacionados con la ecología política, la economía ecológica y el ordenamiento ambiental del territorio, con el objetivo de comprender de forma holística las consecuencias del modelo de desarrollo productivo que se desea implementar. Además, el trabajo se sustenta en las reflexiones pedagógicas que abogan por una comprensión crítica del territorio y el ambiente desde enfoques interdisciplinares (González, Melo, Galindo & Mejía, 2024), lo que permite vincular el análisis ambiental con procesos educativos y comunitarios.

Justificación metodológica

Metodológicamente, este trabajo constituye un aporte significativo mediante la aplicación de un análisis ambiental comparativo, que permite evaluar dos alternativas productivas (cultivo de sagú versus producción porcina) en función de variables ambientales (calidad del agua, del suelo, biodiversidad y servicios ecosistémicos) y económicas (costos, ingresos, riesgos de mercado) (Martínez & Martínez, 2020; Sabogal, 2023).

El uso de una triangulación metodológica revisión documental, observación directa y entrevistas semiestructuradas fortalece la validez de los hallazgos, contextualizando el análisis y evitando generalizaciones inadecuadas. Este enfoque diferencial aporta una herramienta replicable para otras unidades productivas rurales, facilitando la toma de decisiones con base en evidencia técnica adaptada a las condiciones territoriales específicas (González et al., 2024).

Además, el análisis integral permite valorar no solo los impactos ecológicos, sino también la viabilidad económica de cada alternativa, en coherencia con los principios de producción y consumo responsables del ODS 12, y la necesidad de una gestión eficiente de los recursos naturales, promovida por la Estrategia Nacional de Economía Circular (MADS, 2019).

Justificación práctica

En términos prácticos, esta monografía responde a una necesidad concreta del territorio: generar información confiable y accesible para orientar la toma de decisiones sobre el cambio de uso del suelo en la finca Pobo.

La evaluación de las implicaciones ambientales y socioeconómicas de la conversión del cultivo de sagú a la producción porcina permitirá identificar riesgos, oportunidades y estrategias de manejo, fortaleciendo la sostenibilidad de las actividades productivas en coherencia con los ODS 2, 6, 12, 13 y 15 (ONU, 2015).

De acuerdo con Castiblanco y Naizaque (2024), los procesos educativos y de gestión ambiental participativa son fundamentales para el empoderamiento de las comunidades rurales en la administración de sus territorios. En este sentido, el presente trabajo busca fortalecer las capacidades locales mediante la difusión de conocimiento técnico adaptado y de estrategias de gestión ambiental basadas en el conocimiento situado.

Asimismo, el estudio visibiliza el valor ambiental, cultural y productivo del cultivo de sagú, resaltando su coherencia con las dinámicas ecosistémicas del municipio de Fosca y su contribución al cumplimiento de las metas de la Agenda 2030 (Rodríguez & Cárdenas, 2021).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las implicaciones ambientales y socioeconómicas del cambio de uso del suelo en la finca Pobo, ubicada en el municipio de Fosca (Cundinamarca), mediante el análisis comparativo entre el mantenimiento del cultivo de sagú y la implementación de una unidad de producción porcina, con el fin de aportar elementos técnicos, ecológicos y económicos para la toma de decisiones sostenibles y responsables sobre el manejo del territorio.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar las condiciones ambientales, socioeconómicas y agroecológicas actuales de la finca Pobo, considerando variables como el uso del suelo, disponibilidad y calidad del agua, biodiversidad, prácticas productivas y contexto cultural.
2. Identificar y evaluar los impactos ambientales y socioeconómicos potenciales asociados a las actividades económicas del cultivo del sagú y la producción porcina.
3. Analizar comparativamente las implicaciones ambientales, económicas, culturales y agroecológicas del cultivo de sagú y de la producción porcina, destacando los riesgos, oportunidades y posibles sinergias entre ambas alternativas productivas.
4. Formular estrategias de manejo sostenible y recomendaciones para la gestión responsable del uso del suelo en la finca Pobo, fundamentadas en los resultados de la evaluación comparativa, orientadas a fortalecer la sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio.

5. MARCO DE REFERENCIA

El presente capítulo establece el marco de referencia que sustenta la investigación, integrando los aportes teóricos, conceptuales, normativos y territoriales necesarios para comprender el problema planteado. Su propósito es proporcionar las bases académicas y legales que orientan el análisis comparativo entre el cultivo de sagú y la producción porcina en la finca Pobo, en Fosca (Cundinamarca).

5.1 MARCO TEÓRICO

El cambio de uso del suelo es un proceso complejo que involucra transformaciones en las funciones ecológicas, económicas y sociales de un territorio. En los últimos años, este fenómeno ha sido objeto de múltiples estudios desde diversas disciplinas, especialmente en contextos rurales donde la presión por incrementar la productividad puede entrar en conflicto con la conservación ambiental. Lambin et al. (2001) destacan que los cambios en la cobertura del suelo obedecen tanto a factores biofísicos como a dinámicas económicas, institucionales y culturales.

La agroecología se presenta como una alternativa sostenible frente a los sistemas productivos convencionales. Según Altieri y Nicholls (2012), los sistemas agroecológicos promueven la biodiversidad, la eficiencia energética y la resiliencia del agroecosistema frente a perturbaciones climáticas o económicas. En este sentido, el cultivo de especies perennes como el sagú puede representar un modelo de producción compatible con la conservación del suelo y la sostenibilidad hídrica.

Contrariamente, la expansión de sistemas pecuarios intensivos ha sido asociada con múltiples impactos ambientales negativos. De acuerdo con Steinfeld et al. (2006), el sector ganadero es uno de los principales responsables de la degradación de suelos, la contaminación del agua y las emisiones de gases de efecto invernadero. En Colombia, investigaciones como la de Narváez et al. (2019) muestran cómo la producción porcina intensiva genera cargas orgánicas elevadas, que pueden afectar los cuerpos de agua y la salud de las comunidades rurales.

Desde el enfoque de economía ecológica, se ha argumentado que los sistemas agroindustriales tienden a maximizar la rentabilidad a corto plazo, sin considerar los costos ambientales y sociales asociados. Martínez-Alier (2007) sostiene que el desarrollo sostenible implica reconocer los límites biofísicos del planeta y los conflictos de distribución ambiental que surgen del acceso desigual a los recursos.

Asimismo, la planificación ambiental ha desarrollado metodologías para evaluar los efectos del uso del suelo sobre el entorno, siendo la evaluación de impacto ambiental (EIA) una herramienta clave para anticipar, mitigar y compensar los efectos negativos. Conesa (2010) propone el uso de matrices multicriterio, como la de Leopold, para valorar los impactos en términos de magnitud, duración y reversibilidad, permitiendo una comparación sistemática entre diferentes escenarios.

Por otro lado, la teoría de los servicios ecosistémicos ha cobrado fuerza como una forma de valorar los beneficios que proveen los ecosistemas. De Groot et al. (2002) clasifican estos servicios en provisión, regulación, soporte y culturales. La pérdida de cobertura vegetal y el deterioro del suelo implican una reducción directa en servicios como la regulación hídrica, el control de la erosión y el secuestro de carbono.

Finalmente, la gestión ambiental rural plantea que las decisiones sobre el uso del suelo deben incorporar los conocimientos locales, el contexto territorial y los principios de gobernanza ambiental. Ostrom (2009) argumenta que los bienes comunes, como el suelo y el agua, pueden ser gestionados eficazmente por las comunidades si existen reglas claras, mecanismos de monitoreo y apoyo institucional.

5.2 MARCO CONCEPTUAL

Cambio de uso del suelo: Es la transformación de la cobertura o función dominante de una superficie terrestre. Este cambio puede ser inducido por factores económicos, sociales o tecnológicos, y puede conllevar impactos significativos sobre el ambiente y la estructura social del territorio (Lambin et al., 2003).

Sostenibilidad ambiental: Capacidad de los sistemas ecológicos para mantenerse en el tiempo, conservando sus funciones esenciales, su biodiversidad y su productividad, al tiempo que satisfacen las necesidades humanas presentes sin comprometer las de las futuras generaciones (WCED, 1987).

Agroecología: Disciplina científica y práctica política que promueve sistemas agrícolas sostenibles mediante la integración de conocimientos tradicionales, principios ecológicos y participación comunitaria (Altieri & Toledo, 2011; Gliessman, 2015).

Producción porcina intensiva: Sistema pecuario basado en la cría de cerdos en confinamiento, con alta densidad animal, uso de insumos externos y tecnologías especializadas. Se caracteriza por alta eficiencia productiva, pero también por altos impactos ambientales si no se gestiona adecuadamente (Steinfeld et al., 2006).

Servicios ecosistémicos: Son los beneficios que los humanos obtienen directa o indirectamente de los ecosistemas. Incluyen servicios de regulación (agua, clima), soporte (ciclo de nutrientes), provisión (alimentos, materias primas) y culturales (paisaje, identidad) (MEA, 2005; De Groot et al., 2002).

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): Instrumento de planificación y gestión ambiental que permite prever, identificar y valorar los impactos de un proyecto antes de su ejecución, facilitando la toma de decisiones informadas (Conesa, 2010).

Gestión ambiental rural: Conjunto de procesos técnicos, normativos y sociales orientados al manejo sostenible del territorio rural, con enfoque participativo, multisectorial e intercultural (Ostrom, 2009; González et al., 2024).

5.3 MARCO LEGAL

El marco legal que orienta esta investigación se basa en la legislación nacional e internacional relacionada con el uso del suelo, la sostenibilidad ambiental y la producción agropecuaria. Estas normas establecen principios, derechos y deberes fundamentales para el desarrollo de actividades productivas en armonía con el medio ambiente, y son referentes obligatorios para el análisis de cualquier intervención sobre el territorio rural.

En primer lugar, la Constitución Política de Colombia (1991) establece en su artículo 79 el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, y en el artículo 80 impone al Estado la obligación de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación y restauración.

La Ley 99 de 1993, que crea el Ministerio de Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA), sienta las bases de la política ambiental del país. Esta norma establece el principio de precaución, el enfoque preventivo y promueve la evaluación de impacto ambiental como instrumento de control.

Por su parte, la Ley 152 de 1994 (Ley Orgánica del Plan de Desarrollo) dispone que el ordenamiento del territorio debe realizarse en función del desarrollo sostenible, la equidad regional y la protección del medio ambiente.

En el ámbito específico de la producción porcina, la Resolución 136 de 2020 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) establece los requisitos sanitarios para la producción y comercialización de cerdos, incluyendo el manejo de residuos y las condiciones de bioseguridad.

De igual manera, la Resolución 1023 de 2005 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece los lineamientos para la elaboración de estudios de impacto ambiental, incluyendo la identificación, valoración y manejo de impactos.

A nivel internacional, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015) constituye un marco orientador clave. En este estudio destacan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2 (Hambre cero), 6 (Agua limpia y saneamiento), 12 (Producción y consumo responsables), 13 (Acción por el clima) y 15 (Vida de ecosistemas terrestres), los cuales se relacionan directamente con la transformación productiva que se estudia en la finca Pobo.

En el contexto nacional, la Estrategia Nacional de Economía Circular, impulsada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2019), fomenta la transición hacia modelos productivos sostenibles, promoviendo la reducción de residuos, el uso eficiente de recursos y la reutilización en los ciclos productivos. Esta estrategia resulta fundamental para orientar decisiones que involucren el uso del suelo y los sistemas agropecuarios.

En el ámbito regional, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) ha emitido disposiciones específicas. El Acuerdo 21 de 2018 establece el régimen de uso, aprovechamiento, protección, transporte y movilización de flora silvestre y bosques naturales en la jurisdicción de la CAR, aplicable a actividades que puedan generar deforestación o afectaciones a los ecosistemas. Más recientemente, la Resolución 20257000284 del 23 de julio de 2025 definió condiciones para la imposición, seguimiento y cumplimiento de compensaciones ambientales en proyectos que generen impactos sobre recursos naturales.

Asimismo, la CAR, en colaboración con la Universidad Nacional, ha propuesto una metodología técnica para la definición de umbrales máximos de suburbanización y densidades en suelos rurales suburbanos de Cundinamarca. Este criterio técnico-normativo resulta esencial para orientar la expansión de la frontera productiva o urbana de forma compatible con la sostenibilidad, siendo también un insumo para los instrumentos de planeación territorial municipales como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), los Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) y los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT). En este sentido, el POT de Fosca constituye un marco legal de aplicación directa, pues establece lineamientos sobre el uso del suelo, define zonas de vocación agrícola, pecuaria o de conservación, y condiciona el desarrollo de proyectos como los analizados en la finca Pobo.

Finalmente, el Acuerdo 4 de 2010 y el Acuerdo 1 de 2012 de la CAR regulan las tasas retributivas y compensatorias por el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables en su jurisdicción, lo cual impacta directamente los costos y obligaciones ambientales de actividades productivas agropecuarias.

5.4 MARCO ESPACIAL

El estudio se desarrolla en la finca Pobo, localizada en el municipio de Fosca, más específicamente en la vereda Quinchita, departamento de Cundinamarca, en la región andina colombiana. Esta zona se caracteriza por su vocación agropecuaria, sus suelos de ladera, y una alta sensibilidad ecológica, por lo que cualquier modificación del uso del suelo tiene implicaciones considerables en términos de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Figura 1. Mapa finca El Pobo



Fuente: Autores

6. ESTADO DEL ARTE RELACIONADO CON EL AVANCE DEL CONOCIMIENTO EN RELACIÓN CON EL PROBLEMA PROPUESTO

El cambio de uso del suelo y su relación con los impactos ambientales ha sido ampliamente estudiado en la literatura científica, especialmente en regiones rurales donde convergen la presión económica, la producción agropecuaria y la necesidad de conservar los recursos naturales. En el caso particular del municipio de Fosca, Cundinamarca, donde se ubica la finca Pobo, se hace indispensable analizar cómo el conocimiento actual permite comprender las consecuencias de transformar un sistema agroecológico basado en el cultivo de sagú en un sistema intensivo de producción porcina.

Estudios recientes han evidenciado que los cultivos perennes, como el sagú (*Maranta arundinacea*), cumplen funciones ecológicas relevantes, entre ellas, la conservación del suelo, la regulación hídrica y la protección de la biodiversidad. Rodríguez y Cárdenas (2021) señalan que los sistemas agroecológicos tradicionales ofrecen ventajas en términos de estabilidad ecológica, especialmente en ecosistemas de montaña como los de la región andina colombiana. Estas conclusiones coinciden con los hallazgos de Pulido (2024), quien destaca el papel de la agroecología como herramienta de soberanía alimentaria y resiliencia ambiental en comunidades rurales.

Por otro lado, la intensificación de la producción animal, particularmente en sistemas porcícolas, ha sido objeto de múltiples investigaciones en América Latina debido a sus efectos sobre el agua, el aire y el paisaje. Pérez Hettinga (2017) advierte que la producción porcina genera cargas orgánicas significativas que afectan la calidad del agua y pueden representar un riesgo sanitario para las comunidades locales. Asimismo, Gómez (2019) analiza cómo la conversión de tierras agrícolas a usos pecuarios ha intensificado la contaminación y el deterioro del suelo en municipios de Cundinamarca, generando conflictos ambientales y sociales.

Desde una perspectiva metodológica, se ha consolidado el uso de matrices cualitativas como la de Leopold (Leopold et al., 1971) para evaluar de manera sistemática los impactos

ambientales asociados a decisiones de uso del suelo. Conesa (2010) actualiza esta herramienta proponiendo una adaptación que permite considerar tanto factores ecológicos como sociales, lo que ha facilitado la comparación entre alternativas productivas desde un enfoque multidimensional.

En el campo de la gestión ambiental rural, González et al. (2024) destacan la necesidad de integrar el conocimiento técnico con las percepciones locales, promoviendo procesos participativos que articulen la sostenibilidad con las necesidades productivas de las comunidades. Esta visión es clave para el caso de la finca Pobo, donde las decisiones sobre el uso del suelo deben considerar tanto la viabilidad económica como el mantenimiento de servicios ecosistémicos.

En síntesis, el conocimiento existente respalda la relevancia de evaluar de forma comparativa sistemas agrícolas y pecuarios en territorios rurales. A la luz de las investigaciones recientes, el presente trabajo de monografía se inserta en una línea de análisis que busca aportar evidencia empírica y contextualizada para fundamentar decisiones de manejo del suelo desde una perspectiva integral y sostenible.

7. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos y dar respuesta al problema planteado sobre las implicaciones ambientales y socioeconómicas del cambio de uso del suelo en la finca Pobo (Fosca, Cundinamarca), se adoptará un enfoque metodológico mixto, de tipo descriptivo-comparativo, que articula métodos cualitativos y cuantitativos para garantizar un análisis integral desde las dimensiones ambiental, cultural, económica y agroecológica (Martínez & Martínez, 2020; Sabogal, 2023). Y se usará una herramienta semicuantitativa la matriz de Leopold adaptada para la evaluación de impactos potenciales y la comparación de escenarios productivos. La metodología se estructura en función de los objetivos específicos definidos.

A. Tabla metodológica: Relación entre objetivos, actividades, técnicas e instrumentos

La siguiente tabla muestra la relación entre los objetivos específicos del proyecto, las actividades previstas, las técnicas e instrumentos aplicados, y los productos esperados. Esta organización permite estructurar de manera clara el enfoque metodológico para alcanzar los resultados propuestos, Tabla1.

Tabla 1. Tabla metodológica: Relación entre objetivos, actividades, técnicas e instrumentos

Objetivo específico	Actividad	Técnica	Instrumento
Caracterizar las condiciones ambientales, socioeconómicas y	Observación directa, entrevistas, revisión documental	Observación directa en campo, revisión documental,	Lista de chequeo ambiental, ficha de uso del suelo, inventario preliminar de flora/fauna (si aplica), mapa base.

Objetivo específico	Actividad	Técnica	Instrumento
agroecológicas actuales.		entrevistas exploratorias.	
Identificar y evaluar los impactos potenciales del cultivo del sagú y la producción porcina.	Aplicación de matrices de evaluación de impactos	Matriz de Leopold del cultivo de sagú y establo porcino	Matriz bidimensional que cruza actividades del modelo del cultivo del sagú y establo porcino con factores ambientales (suelo, agua, biodiversidad, paisaje, salud humana), utilizando una escala ponderada de magnitud e importancia.
Analizar comparativamente las implicaciones de ambas opciones productivas.	Sistematización de datos, análisis estadístico y teórico	Tablas, gráficos, modelación conceptual	Informe comparativo de escenarios productivos
Formular estrategias de manejo sostenible.	Construcción de propuestas de manejo, validación académica	Propuestas técnicas con criterios de viabilidad	Estrategias de manejo ambiental y socioeconómico

Fuente: Autores

B. Cronograma

El cronograma presenta la planificación de actividades necesarias para evaluar el impacto ambiental del cultivo de sagú y la producción porcina. Las tareas, distribuidas en trece semanas, incluyen revisión documental, trabajo de campo, análisis de datos y redacción de resultados, asignadas a responsables específicos para cumplir los objetivos del proyecto.

Tabla 2. Cronograma.

Actividad	Semana Inicio	Semana Fin	Productos Entregables	Objetivos Asociados	Responsable	Semanas												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Revisión bibliográfica sobre impacto y evaluación ambientales	1	2	Listado de fuentes bibliográficas y síntesis documental	Objetivo general, Específicos 1 y 2	Nicolle y Angela													
Diseño de guías de entrevistas semiestructuradas y formatos de observación	3	3	Guía de entrevistas validada y formatos de observación	Específicos 1 y 2	Nicolle y Angela													
Planeación logística para trabajo de campo	4	4	Plan de campo aprobado	Objetivo general, Específico 1	Nicolle													
Trabajo de campo: observación directa y aplicación de entrevistas	5	6	Registro de observaciones y transcripciones de entrevistas	Específicos 1 y 2	Angela													

Actividad	Semana Inicio	Semana Fin	Productos Entregables	Objetivos Asociados	Responsable	Semanas												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Aplicación de matrices de evaluación de impactos	7	8	Matrices de impactos diligenciadas	Específico 2	Nicolle y Angela													
Análisis cualitativo de entrevistas y análisis estadístico de matrices	8	8	Informe de análisis cualitativo y tablas/gráficos estadísticos	Objetivos generales, Específicos 1, 2 y 3	Nicolle y Angela													
Sistematización de datos económicos del cultivo de sagú y producción porcina	8	8	Matriz de comparación económica	Específico 3	Nicolle													
Elaboración de modelos conceptuales de sistemas productivos	9	9	Modelos conceptuales diagramados	Específico 3	Ángela													
Sistematización de	10	10	Informe sistematiz	Objetivos	Nicolle													

Actividad	Semana Inicio	Semana Fin	Productos Entregables	Objetivos Asociados	Responsable	Semanas												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
información: diagnóstico ambiental y evaluación comparativa			ado de resultados	general y Específicos 1, 2 y 3														
Redacción del capítulo de resultados y discusión	11	11	Borrador del capítulo	Objetivos general y todos los específicos (1, 2, 3 y 4)	Ángela													
Redacción de conclusiones y recomendaciones	12	12	Documento final consolidado	Específico 4	Nicolle y Angela													
Entrega al tutor y ajustes según retroalimentación	13	13	Documento ajustado según tutoría	Objetivo general y todos los específicos (1, 2, 3 y 4)	Nicolle y Angela													

Fuente: Autores.

7.1 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES, SOCIOECONÓMICAS Y AGROECOLÓGICAS

La caracterización de las condiciones ambientales, socioeconómicas y agroecológicas de la finca Pobo constituyó la fase inicial del trabajo de campo, orientada a establecer una línea base que permitiera comprender de manera integral la situación actual del predio. Para ello, se aplicaron metodologías descriptivas de enfoque mixto que integran la observación directa, la recolección de información primaria y la recuperación de percepciones locales.

7.1.1 Observación directa y lista de chequeo ambiental

Este instrumento corresponde a una metodología descriptiva de enfoque mixto, ya que integra observaciones cualitativas sobre procesos ambientales con registros cuantitativos sistematizados en listas de chequeo. Se aplicó en campo para identificar condiciones biofísicas y antrópicas del predio, como cobertura vegetal, manejo de residuos, procesos de erosión, proximidad a fuentes hídricas, presencia de fauna y flora y prácticas de conservación. Se justifica porque permite obtener un diagnóstico detallado, objetivo y verificable de las condiciones actuales de la finca, estandarizando la información y facilitando su contraste con los impactos evaluados en la matriz de Leopold.

7.1.2 Ficha de uso del suelo

La ficha de uso del suelo responde a una metodología descriptiva de enfoque cualitativo. Se utilizó para registrar características físicas y agroecológicas del predio, como la extensión, el relieve, la cobertura vegetal y la cercanía a fuentes hídricas. Su justificación radica en que permite relacionar las condiciones del terreno con riesgos ambientales potenciales, aportando elementos para evaluar la aptitud agroecológica y la vulnerabilidad frente a fenómenos de erosión y remoción en masa.

7.1.3 Inventario preliminar de flora y fauna

El inventario se enmarca en una metodología descriptiva de especies con la descripción cualitativa de sus funciones ecológicas. Se realizó un registro exploratorio de flora cultivada, nativa e invasora, así como de fauna observada directamente (aves e insectos

principalmente). Se justifica porque permite valorar la biodiversidad presente, reconocer los servicios ecosistémicos asociados (polinización, dispersión de semillas, control biológico) y anticipar los impactos de la sustitución del cultivo de sagú por un sistema de producción porcina intensiva.

7.1.4 Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas corresponden a una metodología descriptiva de carácter cualitativo, cuyo objetivo es recuperar percepciones, experiencias y conocimientos situados de actores clave. Se realizaron ocho entrevistas en total: dos a los propietarios de la finca, tres a productores de sagú y tres a porcicultores de la zona. El número se definió buscando un equilibrio entre representatividad y viabilidad del trabajo de campo, garantizando la inclusión de los actores más directamente vinculados con los sistemas productivos objeto de análisis.

La selección de los entrevistados se realizó bajo un criterio intencional o de conveniencia, dado que el objetivo de la investigación no fue la generalización estadística de los resultados, sino obtener información específica y contextualizada sobre las prácticas productivas y percepciones ambientales en la finca Pobo y su entorno inmediato.

Los actores seleccionados fueron considerados los más pertinentes porque:

1. Propietarios de la finca Pobo: constituyen los principales tomadores de decisiones sobre el cambio de uso del suelo, además de ser depositarios de la memoria productiva del predio.
2. Productores de sagú de la zona: aportan información sobre el manejo del cultivo en condiciones similares, sus beneficios ambientales y limitaciones económicas, lo que permite contrastar experiencias y validar la información de campo.
3. Porcicultores locales: ofrecen una visión práctica sobre los impactos ambientales y económicos de la producción porcina en contextos rurales semejantes, permitiendo proyectar los posibles efectos de esta actividad en la finca Pobo.

7.1.5 Metodología para la caracterización socioeconómica

La metodología empleada para el levantamiento de la información económica consistió en la recolección de datos primarios a través de entrevistas directas con los propietarios de la finca, quienes proporcionaron los valores asociados a la inversión en insumos (semilla, fertilizantes orgánicos y químicos), maquinaria (uso del tractor), mano de obra y las ventas totales obtenidas por la comercialización de los bultos de producto. Este enfoque permitió estructurar un estado de resultados simplificado que refleja de manera realista los costos de producción, los ingresos y la utilidad neta, lo cual posibilita calcular indicadores de rentabilidad y evaluar la viabilidad económica de la actividad productiva. La utilización de fuentes primarias garantiza la validez y pertinencia de los datos, dado que provienen directamente de los actores involucrados en el proceso productivo y permiten analizar de forma contextualizada la situación económica de la finca.

7.2 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS DEL CULTIVO DE SAGÚ Y EL ESTABLO PORCINO

La evaluación de impactos ambientales y socioeconómicos permite analizar de manera integral las repercusiones del cultivo de sagú y la producción porcina en la finca Pobo. Para ello se aplicó la matriz de Leopold en el análisis ambiental y se emplearon datos primarios obtenidos de entrevistas en la evaluación económica, logrando una visión comparativa entre ambas actividades productivas.

7.2.1 Matriz de Leopold

La metodología de Leopold, desarrollada en 1971 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, es una de las primeras herramientas sistemáticas diseñadas para evaluar el impacto ambiental de proyectos. Esta técnica utiliza una matriz de doble entrada, en la cual se cruzan las acciones del proyecto (en filas) con los factores ambientales susceptibles de ser afectados (en columnas), generando un total de 100 acciones y 88 factores, lo que da lugar a 8.800 posibles interacciones. En el caso de este

proyecto, se consideraron 7 acciones y 10 factores para la matriz del sagú y la matriz del establo porcino.

Cada celda en la matriz representa una interacción, y se evalúa mediante dos valores: la magnitud del impacto (de –10 a +10) y la importancia (de 1 a 10). La asignación de valores se realizó siguiendo un procedimiento de tres etapas:

1. Revisión documental: se consultaron guías metodológicas y literatura especializada (Conesa, 2010; Narváez et al., 2019) para establecer criterios de referencia en impactos ambientales y socioeconómicos.
2. Triangulación con trabajo de campo: los valores preliminares se ajustaron con base en la observación directa de las condiciones de la finca Pobo y en los resultados de las entrevistas a actores locales (propietarios, agricultores y porcicultores).
3. Validación consensuada: los investigadores, con acompañamiento del tutor académico, discutieron cada interacción hasta llegar a un consenso, con el fin de minimizar la subjetividad individual en la calificación.

Este procedimiento permitió que la asignación de valores no dependiera únicamente de la percepción del evaluador, sino que se sustentara en evidencia empírica y criterios técnicos, garantizando mayor coherencia y transparencia en la evaluación.

A continuación, se presenta la tabla de calificación utilizada para elaborar la evaluación de la matriz de Leopold.

Tabla 3. Rangos de calificación de EIA.

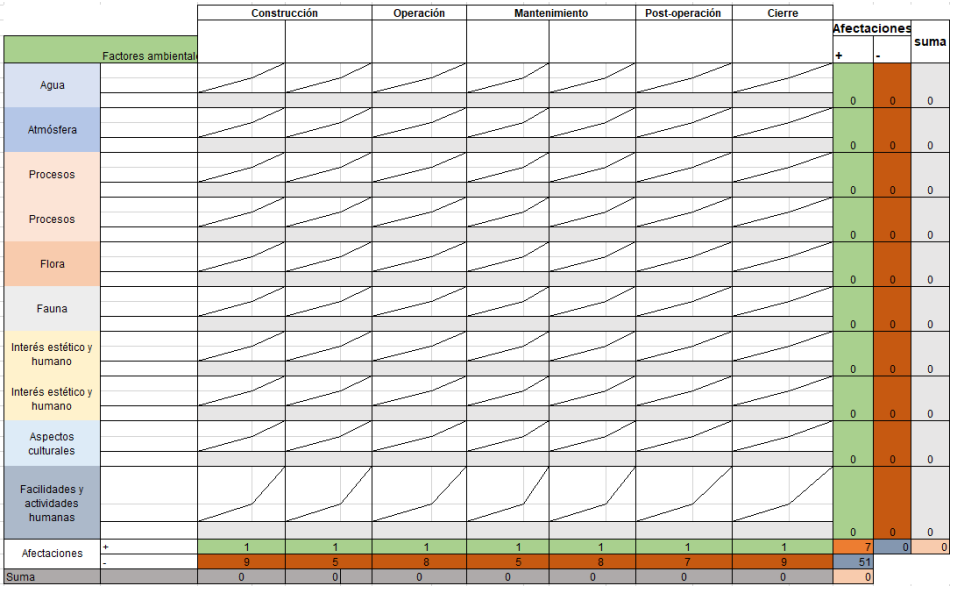
Tipo de valor	**Rango**	**Significado general**
Magnitud	-10 a -7	Impacto negativo severo o crítico
	-6 a -4	Impacto negativo moderado
	-3 a -1	Impacto negativo leve o reversible
	0	Sin impacto significativo
	+1 a +3	Impacto positivo leve
	+4 a +6	Impacto positivo moderado

Tipo de valor	Rango	Significado general
	+7 a +10	Impacto positivo alto
Importancia	1 a 3	Baja importancia (local, reversible)
	4 a 6	Media importancia (requiere mitigación)
	7 a 10	Alta importancia (requiere intervención seria)

Fuente: Adaptación propia basada en Leopold et al. (1971).

A continuación, se presenta el formato de la matriz Leopold utilizado

Figura 2. Formato matriz Leopold



Fuente: Autores.

7.2.2 Metodología para la evaluación de impactos socioeconómicos

La metodología empleada para el levantamiento de la información económica consistió en la recolección de datos primarios a través de entrevistas directas con los propietarios de la finca, quienes proporcionaron los valores asociados a la inversión en insumos (semilla, fertilizantes orgánicos y químicos), maquinaria (uso del tractor), mano de obra y las ventas totales obtenidas por la comercialización de los bultos de producto. Este enfoque permitió estructurar un estado de resultados simplificado que refleja de manera realista los costos

de producción, los ingresos y la utilidad neta, lo cual posibilita calcular indicadores de rentabilidad y evaluar la viabilidad económica de la actividad productiva. La utilización de fuentes primarias garantiza la validez y pertinencia de los datos, dado que provienen directamente de los actores involucrados en el proceso productivo y permiten analizar de forma contextualizada la situación económica de la finca.

7.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS OPCIONES PRODUCTIVAS

Para evaluar las alternativas de cultivo de sagú y producción porcina en la finca Pobo se aplicó una metodología comparativa de enfoque mixto. Se utilizaron tablas y gráficos para contrastar indicadores económicos, sociales y ambientales, y diagramas de flujo de entrada y salida para representar la dinámica de cada sistema.

1. Tablas: son un instrumento de análisis cuantitativo, pues permiten organizar y contrastar indicadores numéricos como costos de producción, precios de venta, rentabilidad, empleo generado y magnitud de impactos. Con ellas se construye una base objetiva para la comparación entre sistemas productivos.
2. Gráficos: refuerzan el análisis cuantitativo–visual, ya que transforman los datos en representaciones que facilitan identificar tendencias, diferencias y relaciones entre variables, haciendo más clara la interpretación de los resultados.
3. Modelación conceptual con diagramas de flujo de entrada y salida: es un recurso cualitativo–sistémico, porque representa gráficamente la dinámica de cada sistema (sagú y porcicultura), mostrando insumos, procesos de transformación, productos, subproductos e impactos ambientales y socioeconómicos. Estos diagramas permiten comprender cómo circula la energía y la materia en cada actividad, identificando riesgos, oportunidades y sinergias.

7.4 METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO SOSTENIBLE

Se desarrolla bajo un enfoque cualitativo de carácter descriptivo y propositivo, ya que se emplea la interpretación de información documental relacionada con los sistemas productivos evaluados (sagú y porcicultura) y con las propuestas de manejo sostenible. Como parte de este proceso, se elaboró una tabla en la que se organizaron las propuestas técnicas, su descripción, viabilidad, beneficios principales y las referencias bibliográficas de respaldo, lo que permitió sistematizar la información y facilitar el análisis frente al objetivo planteado.

8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN EN FUNCIÓN DEL PROBLEMA PROPUESTO

El presente capítulo expone el análisis y la discusión de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, en relación con el problema planteado: la comparación entre la continuidad del cultivo de sagú y la implementación de un sistema de producción porcina en la finca Pobo. A partir de la aplicación de diversas metodologías —incluyendo listas de chequeo, fichas de uso del suelo, inventarios de flora y fauna, entrevistas semiestructuradas y matrices de evaluación de impactos— se recopilaron evidencias que permiten contrastar las dos alternativas productivas desde dimensiones ambientales, sociales y económicas.

8.1 ANÁLISIS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES, SOCIOECONÓMICAS Y AGROECOLÓGICAS

En esta sección se presentan los resultados de la caracterización del área de estudio, realizada mediante la aplicación de instrumentos de diagnóstico ambiental y entrevistas. El propósito fue establecer una línea base que permita comprender las condiciones actuales de la finca Pobo en términos biofísicos, productivos y sociales. Esta caracterización constituye un insumo esencial para valorar los impactos de las alternativas productivas y orientar propuestas de manejo sostenible.

8.1.1 Lista de Chequeo Ambiental

La siguiente tabla presenta una lista de verificación ambiental aplicada en el área de estudio, donde se registran aspectos relacionados con la conservación de la vegetación, la presencia de fuentes hídricas, el manejo de residuos, la fauna silvestre y las prácticas de conservación del suelo. Este instrumento permite identificar de manera rápida si se cumplen o no ciertos criterios ambientales, acompañados de observaciones que detallan las condiciones encontradas en el lugar.

Tabla 4. Lista de Chequeo Ambiental

Ítem	Si	No	Observaciones
Presencia de vegetación nativa conservada	x		Se observan áreas con vegetación silvestre y cobertura herbácea.
Fuentes hídricas cercanas (quebradas, nacederos, etc.)	x		Sí, cerca de la zona de estudio se encuentra una quebrada.
Signos de erosión o pérdida de cobertura vegetal	x		En zonas de construcción y algunos taludes se observa suelo descubierto, riesgo de erosión.
Presencia de residuos sólidos mal dispuestos	x		En el área de construcción hay restos de ladrillo, mallas y madera sin orden.
Olores desagradables por descomposición		x	No se evidencia presencia de olores ofensivos por descomposición
Manejo adecuado de residuos orgánicos	x		No se observan residuos orgánicos mal dispuestos.
Evidencia de fauna silvestre (huellas, cantos, avistamientos)	x		La vegetación y el entorno son propicios para fauna, especialmente insectos y aves.

Ítem	Si	No	Observaciones
Uso de agroquímicos o derivados.		x	De acuerdo con la información obtenida por las entrevistas no se utilizan agroquímicos.
Emisiones de gases o polvo	x		La construcción del establo porcino puede generar polvo y partículas en suspensión por movimiento de tierra y materiales.
Buenas prácticas de conservación del suelo (barreras vivas, terrazas, etc.)	x		El cultivo de sagú mantiene cobertura vegetal, reduciendo riesgo de erosión.

Fuente: Autores.

8.1.2 Ficha de Uso del Suelo

La siguiente ficha de uso del suelo corresponde a la Finca Pobo, ubicada en la vereda Quinchita del municipio de Fosca (Cundinamarca). En ella se detallan las características generales del predio, incluyendo la extensión, la cobertura vegetal, el tipo de suelo, la pendiente y las prácticas de conservación identificadas. También se registran aspectos relacionados con la presencia de fuentes hídricas y los riesgos ambientales observados, lo que permite contar con un diagnóstico básico para la evaluación del uso actual del terreno y su relación con la sostenibilidad agroambiental.

Tabla 5. Ficha de Uso del Suelo

Campo	Información
Nombre del predio	Finca Pobo

Campo	Información
Ubicación	Vereda Quinchita, Fosca (Cundinamarca)
Área total del predio	3 ha
Cobertura vegetal dominante	Cultivo de sagú, con áreas menores de otros cultivos como sábila y yuca, además de pasto y vegetación silvestre.
Actividad principal	Cultivo de sagú
Tipo de suelo predominante	Franco-arenoso, con buen drenaje y adecuada aireación para cultivos como sagú.
Pendiente del terreno	Fuerte pendiente
Erosión visible	El suelo presenta signos de erosión incipiente, evidenciados por la pérdida de cobertura vegetal y la exposición de áreas desnudas, lo que favorece el escurrimiento superficial y el arrastre de partículas.
Prácticas de conservación de suelo presentes	Dentro del área evaluada se identifican prácticas de conservación de suelo asociadas al uso de abonos orgánicos provenientes del estiércol de gallina, los cuales mejoran la fertilidad del terreno, favorecen la estructura del suelo y aumentan la retención de humedad
Proximidad a fuentes hídricas	La finca Pobo cuenta con la presencia de una quebrada cercana como fuente hídrica superficial; sin embargo, actualmente no es utilizada directamente en actividades agropecuarias debido a que una avalancha modificó sus condiciones naturales, generando cambios en su cauce y afectando la dinámica del agua. Esta situación ha limitado su

Campo	Información
	aprovechamiento y representa un factor de riesgo ambiental y de estabilidad en la zona.
Observaciones adicionales	El predio presenta una alta vulnerabilidad a procesos de erosión y remoción en masa debido a la pendiente pronunciada y la modificación de la quebrada por eventos naturales.

Fuente: Autores.

8.1.3 Inventario Preliminar de Flora y Fauna

Las siguientes tablas presentan el registro preliminar de flora y fauna identificado en la zona de estudio. En cuanto a la flora, se describen especies nativas y cultivadas que cumplen funciones de sombra, alimento, uso agroforestal o que representan factores de manejo, como las malezas invasoras. Respecto a la fauna, se incluyen especies observadas directamente, principalmente aves e insectos, con sus respectivos nombres comunes y científicos, así como observaciones sobre su papel ecológico, como el control de plagas, la dispersión de semillas o la polinización. Este inventario constituye una base para valorar la biodiversidad local y su relación con las actividades productivas desarrolladas en el predio.

Tabla 6. Flora

Especie común	Especie científica	Tipo (árbol, arbusto, herbácea)	Observaciones	Registro fotográfico
Sagú	*Canna indica*	Herbácea	Cultivo principal en la primera hojas anchas y verdes, tallos erectos.	
Caminadora o correhuela de hoja pequeña	*Commelina diffusa*	Herbácea rastrera	Maleza común en cultivos, hojas pequeñas y flores azul-violeta.	
Botoncillo amarillo	*Wedelia trilobata* o *Melampodium divaricatum*	Herbácea	Flores amarillas pequeñas y abundantes, crece como cobertura densa.	
Guasca	*Galinsoga parviflora*	Herbácea	Maleza común en zonas agrícolas, hojas opuestas, pequeñas flores blancas o amarillentas (aquí sin flor visible).	
Pasto kikuyo o similar	*Cenchrus clandestinus*	Herbácea gramínea	Gramínea invasora que compite por nutrientes con el cultivo.	

Especie común	Especie científica	Tipo (árbol, arbusto, herbácea)	Observaciones	Registro fotográfico
Yuca	*Manihot esculenta*	Arbusto	Cultivo asociado en zona alta, hojas palmeadas características.	
Sábila (Aloe)	Aloe vera	Herbácea suculenta	Planta medicinal, hojas carnosas con espinas marginales.	
Coquito, cebolleta de agua	Cyperus rotundus	Herbácea (ciperácea)	Maleza muy invasora, se propaga por tubérculos subterráneos.	
Guamo	Inga edulis	Árbol de sombra	Fruto en vainas largas, útil para cercas vivas y sistemas agroforestales.	
Nogal cafetero	Cordia alliodora	Árbol alto	Copa amplia, común en sistemas cafetaleros.	

Especie común	Especie científica	Tipo (árbol, arbusto, herbácea)	Observaciones	Registro fotográfico
Guayabo	Psidium guajava	Árbol pequeño / Arbusto	Frutal, hojas opuestas, frutos comestibles (guayaba).	

Fuente: Autores

Tabla 7. Fauna

Especie común	Especie científica	Grupo (ave, mamífero, reptil, etc.)	Tipo de registro (avistamiento, huella, canto)	Observaciones	Registro fotográfico
Zanate mayor o chamón	Quiscalus mexicanus o Quiscalus lugubris	Ave	Avistamiento	Contribuye al control de insectos y dispersión de semillas.	
Grillo	Gryllus assimilis	Insecto	Avistamiento	Vive en suelos y zonas húmedas, produce sonido característico.	
Oruga de mariposa monarca	Danaus plexippus	Larva de mariposa	Avistamiento	Se alimenta de plantas, importante en el ciclo de polinización.	

Fuente: Autores

8.1.4 Análisis de entrevistas

A continuación, se presenta el análisis de las entrevistas realizadas a los propietarios de la finca Pobo, así como a agricultores y porcicultores de la zona, con el fin de conocer sus percepciones y experiencias sobre las prácticas productivas, el manejo ambiental y los aspectos socioeconómicos, aportando insumos para la formulación de alternativas sostenibles. Para el análisis, se aplicó la técnica de análisis de contenido categorial, mediante codificación manual de las respuestas, tabulación en matrices de Excel y representación gráfica de frecuencias, lo que facilitó identificar patrones y comparaciones entre los modelos productivos (Bardin, 2002; Krippendorff, 2018). La tabulación y codificación de las entrevistas se puede encontrar en el anexo 5.

Propietarios

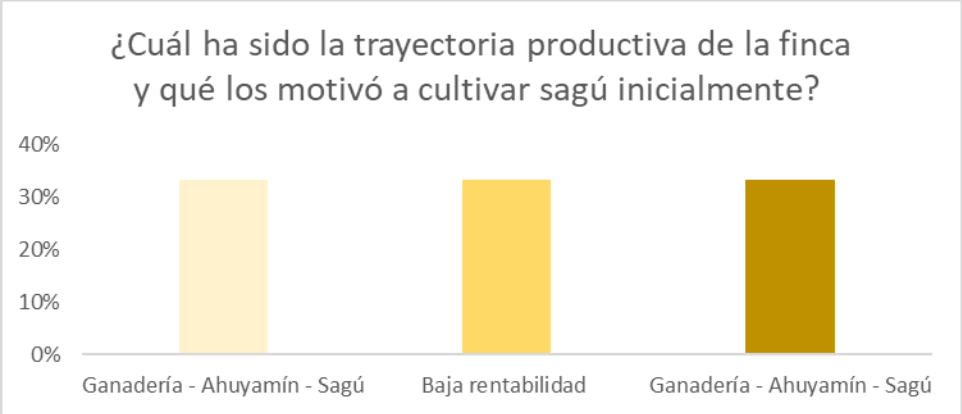
Los propietarios de la finca Pobo son actores clave en este proceso, pues concentran la toma de decisiones sobre el uso del suelo, las inversiones productivas y las proyecciones a futuro. Su perspectiva es fundamental para comprender las motivaciones que impulsan el cambio hacia nuevas alternativas productivas y las expectativas frente al impacto ambiental, social y económico.

1. **¿Cuál ha sido la trayectoria productiva de la finca y qué los motivó a cultivar sagú inicialmente?**

Con esta pregunta se buscó indagar acerca de la trayectoria productiva de la finca y las razones que motivaron a los propietarios a cultivar sagú inicialmente, considerando factores históricos, económicos y de adaptación al terreno.

La Figura 3 muestra la distribución de respuestas sobre la trayectoria productiva de la finca y las motivaciones iniciales para cultivar sagú. Un 33% de los entrevistados mencionó la transición desde la ganadería hacia cultivos como ahuyamín y posteriormente el sagú, mientras que otro 33% destacó la baja rentabilidad como motivo del cambio de actividad, y un 33% adicional reiteró el paso hacia el sagú como alternativa productiva.

Figura 3. Resultados de la pregunta 1 de propietarios.



Fuente: Autores.

La Tabla 8 refleja esta distribución, mostrando que todas las respuestas se concentran en partes iguales (33%)

Tabla 8. Resultados de la pregunta 1de propietarios.

Codificación	Total	%
Ganadería - Ahuyamín - Sagú	1	33%
Baja rentabilidad	1	33%
Ganadería - Ahuyamín - Sagú	1	33%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados:**

  - Los propietarios iniciaron con ganadería y posteriormente migraron a cultivos como ahuyamín y sagú.
  - Una respuesta recurrente señala la baja rentabilidad como motivo de cambio de actividad.

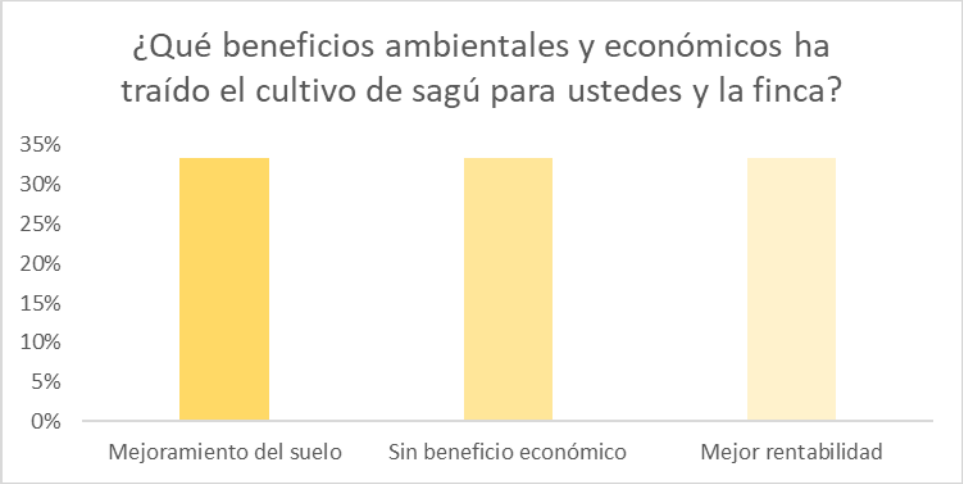
- **Análisis:**
  Los propietarios muestran un proceso de transición productiva: del uso tradicional de la tierra (ganadería) hacia la diversificación con cultivos más rentables. La mención de la baja rentabilidad refleja que las decisiones productivas están influenciadas por la necesidad de sostenibilidad económica más que por tradición.

2. **¿Qué beneficios ambientales y económicos ha traído el cultivo de sagú para ustedes y la finca?**

Se pretende conocer la percepción de los propietarios frente a los aportes concretos del sagú en términos de ingresos, estabilidad económica y conservación de los recursos naturales, lo que ayuda a valorar su sostenibilidad.

La Figura 4 presenta los beneficios ambientales y económicos percibidos por los propietarios en relación con el cultivo de sagú. El 33% de las respuestas reconocen mejoras en el suelo, otro 33% afirma no haber recibido beneficios económicos y un 33% menciona la posibilidad de obtener mejor rentabilidad con un manejo adecuado.

Figura 4. Resultados de la pregunta 2 de propietarios



Fuente: Autores.

La Tabla 9 confirma esta distribución equitativa (33% cada categoría).

Tabla 9. Resultados de la pregunta 2 de propietarios

Codificación	Total	%
Mejoramiento del suelo	1	33%
Sin beneficio económico	1	33%
Mejor rentabilidad	1	33%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**

- Mejoramiento del suelo (33%): Una respuesta reconoce que el sagú contribuyó a la recuperación y arreglo de la tierra, lo que representa un beneficio ambiental importante.
- Sin beneficio económico (33%): Otro entrevistado afirma que, a pesar de tener área sembrada, no ha generado ingresos, incluso considerando cambiar el cultivo por porcicultura.
- Mejor rentabilidad (33%): Un participante destaca que, si se cultiva adecuadamente, el sagú puede ser altamente rentable.

- **Análisis:**

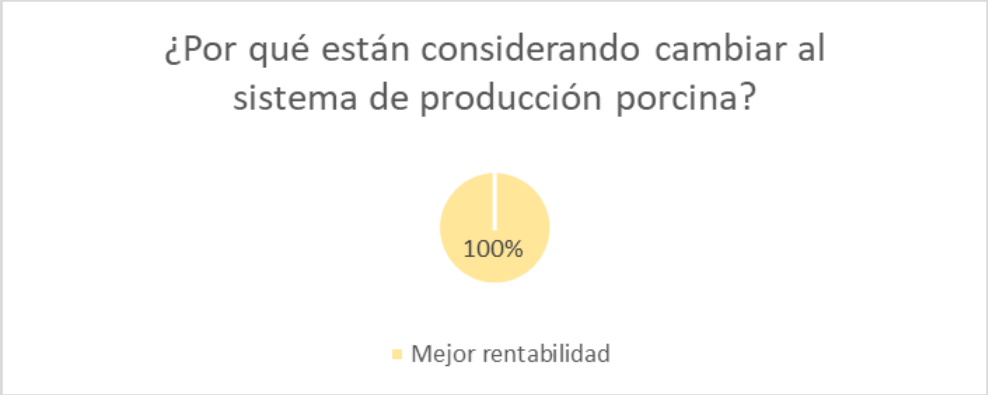
  El cultivo de sagú genera percepciones divididas entre los entrevistados: por un lado, algunos destacan beneficios ambientales como el mejoramiento del suelo y beneficios económicos en términos de rentabilidad si se cultiva adecuadamente, mientras que otro considera que no han obtenido ingresos y piensan reemplazarlo por otras actividades; en conjunto, se concluye que el sagú ofrece un potencial productivo y ambiental, pero su impacto positivo depende directamente de la forma de manejo y de las condiciones de comercialización.

3. ¿Por qué están considerando cambiar al sistema de producción porcina?

La finalidad es explorar las motivaciones que llevan a analizar una transformación productiva, como mayores ingresos, nuevas oportunidades de mercado o limitaciones actuales del cultivo de sagú.

La Figura 5 evidencia los resultados obtenidos frente a las motivaciones para transformar el sistema productivo hacia la porcicultura. En este caso, el 100% de los entrevistados coincidió en que la motivación principal es lograr una mejor rentabilidad.

Figura 5. Resultados de la pregunta 3 de propietarios



Fuente: Autores.

La Tabla 10 resume esta unanimidad (100%)

Tabla 10. Resultados de la pregunta 3 de propietarios

Codificación	Total	%
Mejor rentabilidad	2	100%
Total	2	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados:**
  Mejor rentabilidad (100%): Los entrevistados coincidieron en que la principal motivación para cambiar al sistema de producción porcina es la expectativa de generar mayores ingresos y obtener mejores resultados económicos en comparación con otros cultivos.
- **Análisis:**
  La unanimidad en las respuestas refleja que el aspecto económico es el factor determinante en la decisión de transformación productiva. Esto sugiere que la porcicultura se percibe como una alternativa más estable y rentable que el cultivo de sagú, lo cual responde a las necesidades de mejorar el bienestar económico de las familias rurales. Sin embargo, esta motivación también evidencia que las decisiones

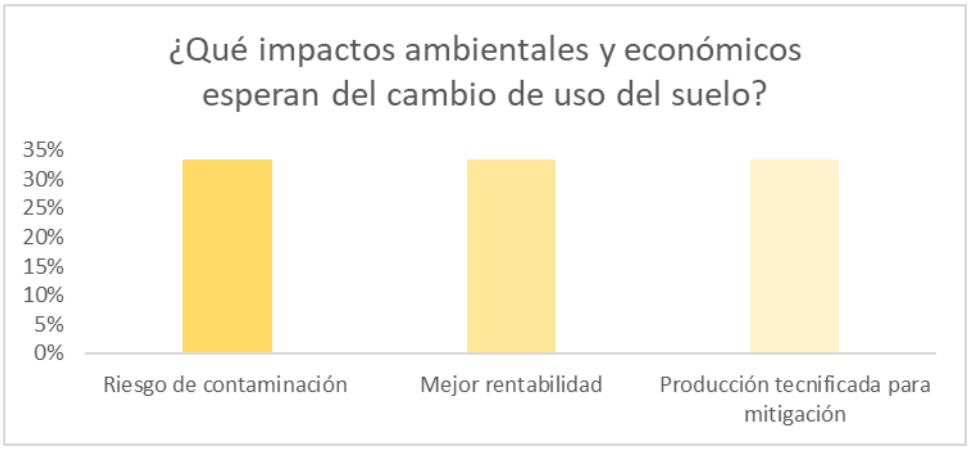
productivas están guiadas principalmente por la rentabilidad inmediata, dejando en segundo plano otros factores como los impactos ambientales o culturales.

4. **¿Qué impactos ambientales y económicos esperan del cambio de uso del suelo?**

Busca anticipar la visión de los propietarios sobre las consecuencias que podría generar la introducción de la porcicultura, tanto en términos financieros como en posibles afectaciones ambientales.

La Figura 6 expone las percepciones de los propietarios sobre los posibles impactos ambientales y económicos asociados a la porcicultura. Las respuestas se distribuyen en partes iguales: un 33% menciona el riesgo de contaminación, otro 33% espera mejores ingresos y un 33% considera que la tecnificación puede mitigar impactos negativos.

Figura 6. Resultados de la pregunta 4 de propietarios



Fuente: Autores.

La Tabla 11 confirma esta distribución, lo que refleja un equilibrio entre la expectativa de rentabilidad y la preocupación ambiental.

Tabla 11. Resultados de la pregunta 4 de propietarios

Codificación	Total	%
Riesgo de contaminación	1	33%
Mejor rentabilidad	1	33%
Producción tecnificada para mitigación	1	33%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados:**
  - Riesgo de contaminación (33%): Un participante menciona que el sagú no genera contaminación, pero que la producción porcina sí podría causarla, aunque se implementarán permisos y técnicas para minimizar los impactos.
  - Mejor rentabilidad (33%): Se espera que la producción porcina genere mayores ingresos en comparación con el cultivo de sagú.
  - Producción tecnificada para mitigación (33%): Un participante considera que, si la producción porcina se realiza de manera tecnificada, no tendría impactos ambientales significativos.
- **Análisis:**

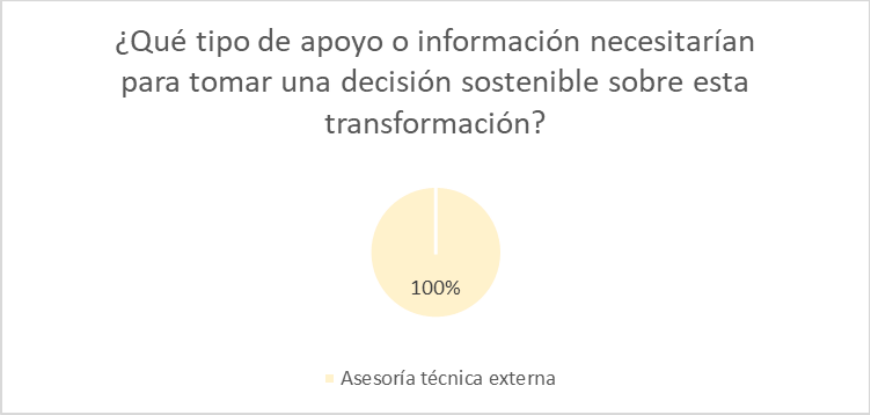
Las respuestas reflejan que la porcicultura se percibe como más rentable que el cultivo de sagú, pero con posibles riesgos de contaminación que requieren producción tecnificada y permisos ambientales. Esto evidencia que las decisiones productivas priorizan la rentabilidad económica, mientras que la mitigación de impactos ambientales es un factor secundario, aunque considerado necesario para la sostenibilidad del sistema.

5. **¿Qué tipo de apoyo o información necesitarían para tomar una decisión sostenible sobre esta transformación?**

Se orienta a identificar qué conocimientos técnicos, capacitaciones o políticas de acompañamiento consideran necesarios para asegurar una transición productiva que no comprometa la sostenibilidad de la finca.

La Figura 7 muestra los resultados acerca de la necesidad de apoyo externo en el proceso de transformación productiva. El 100% de los entrevistados coincidió en que se requiere asesoría técnica externa para garantizar el éxito de la porcicultura.

Figura 7. Resultados de la pregunta 5 de propietarios



Fuente: Autores.

La Tabla 12 recoge esta unanimidad (100%), subrayando la importancia del acompañamiento técnico como condición indispensable para una transición productiva sostenible.

Tabla 12. Resultados de la pregunta 5 de propietarios

Codificación	Total	%
Asesoría técnica externa	2	100%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**

  Asesoría técnica externa (100%): Todos los participantes mencionan que necesitarían apoyo de expertos o técnicos en porcicultura, así como información de experiencias previas en otras granjas, y colaboración del municipio u otras entidades para tomar decisiones sostenibles sobre la transformación productiva.

- **Análisis**

  Las respuestas muestran una percepción equilibrada entre los beneficios económicos y los riesgos ambientales del cambio hacia la porcicultura. Aunque la rentabilidad es vista como la principal ventaja, los productores reconocen que la actividad conlleva riesgos de contaminación, especialmente si no se maneja adecuadamente. La confianza en la tecnificación refleja una conciencia sobre la importancia de aplicar buenas prácticas y cumplir con regulaciones ambientales para evitar conflictos con la comunidad y daños al entorno. En conjunto, esto sugiere que la transición hacia la producción porcina se visualiza como una estrategia económicamente atractiva, pero que requiere un manejo responsable de los residuos y del sistema productivo.

Agricultores

Los agricultores de sagú representan la experiencia práctica del sistema agrícola, aportando información sobre las condiciones reales del cultivo, su rentabilidad y su impacto en el entorno. Sus testimonios son valiosos para analizar la viabilidad del sagú como opción sostenible frente a otras actividades productivas.

1. **¿Qué lo motivó a cultivar sagú y cómo ha sido su experiencia en términos productivos?**

Permite comprender las razones iniciales que impulsaron a los agricultores a dedicarse al sagú y cómo evalúan los resultados obtenidos en productividad y estabilidad del cultivo.

La Figura 8 muestra la distribución de respuestas sobre las motivaciones iniciales para cultivar sagú. Un 20% lo hizo por interés en conocer el proceso productivo, otro 20% por influencia de vecinos, un 20% reconoció la baja rentabilidad, otro 20% buscó un cultivo accesible y un 20% señaló el aumento de costos como limitante.

Figura 8. Resultados de la pregunta 1 de Agricultores



Fuente: Autores.

La Tabla 13 refleja esta diversidad de motivaciones y experiencias, todas representadas de manera equitativa (20%), lo que indica que las percepciones se encuentran dispersas entre diferentes factores sociales, económicos y productivos.

Tabla 13. Resultados de la pregunta 1 de Agricultores

Codificación	Total	%
Conocimiento del proceso productivo	1	20%
Influencia de vecinos	1	20%
Baja rentabilidad	1	20%
Búsqueda de cultivos accesibles	1	20%
Aumento de costos	1	20%
Total	5	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**

- Conocimiento del proceso productivo (20%): Un participante menciona que su motivación incluye conocer y entender todo el proceso del cultivo de sagú, desde la siembra hasta la obtención del almidón.
- Influencia de vecinos (20%): Otro participante indica que se motivó al observar cómo sus vecinos cultivaban sagú y cómo se comercializaba el producto.
- Baja rentabilidad (20%): Se reconoce que, aunque se cultiva sagú, los costos de mano de obra e insumos hacen que la rentabilidad final sea limitada.
- Búsqueda de cultivos accesibles (20%): Algunos participantes buscan alternativas productivas que no requieran alta inversión o conocimientos especializados.
- Aumento de costos (20%): Con el tiempo, el costo de producción ha aumentado, lo que afecta la viabilidad económica del cultivo.

- **Análisis**

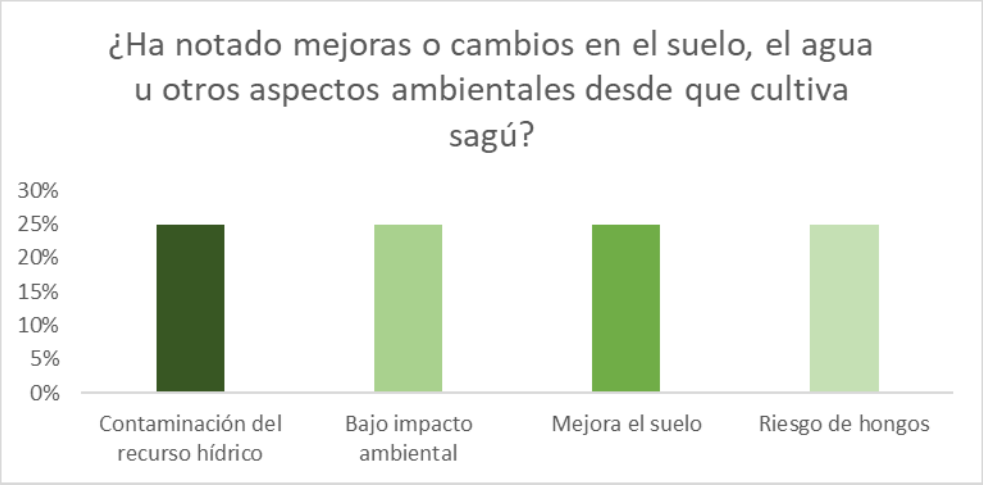
  Las respuestas reflejan que la motivación para cultivar sagú combina factores de conocimiento del proceso productivo, influencia social y búsqueda de alternativas accesibles para generar ingresos. Sin embargo, la experiencia productiva evidencia que la rentabilidad es baja y que los costos de producción han aumentado con el tiempo, lo que limita los beneficios económicos y hace que los productores reconsideren la viabilidad del cultivo. En conjunto, esto sugiere que la decisión de cultivar sagú está más influenciada por la tradición y la accesibilidad que por un beneficio económico significativo.

2. ¿Ha notado mejoras o cambios en el suelo, el agua u otros aspectos ambientales desde que cultiva sagú?

Busca recopilar observaciones prácticas sobre los posibles beneficios ambientales del cultivo, especialmente en relación con la calidad del suelo, conservación del agua y biodiversidad.

La Figura 9 presenta las percepciones ambientales relacionadas con el cultivo de sagú. El 25% mencionó contaminación del recurso hídrico, otro 25% afirmó que el impacto ambiental es bajo, un 25% destacó la mejora del suelo y otro 25% señaló el riesgo de hongos.

Figura 9. Resultados de la pregunta 2 de Agricultores



Fuente: Autores.

La Tabla 14 confirma esta distribución balanceada (25% en cada categoría), reflejando percepciones variadas sobre los efectos ambientales del cultivo.

Tabla 14. Resultados de la pregunta 2 de Agricultores

Codificación	Total	%
Contaminación del recurso hídrico	1	25%
Bajo impacto ambiental	1	25%
Mejora el suelo	1	25%
Riesgo de hongos	1	25%

Codificación	Total	%
Total	4	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**
  - Contaminación del recurso hídrico (25%): Un participante menciona que el manejo inadecuado del agua durante el lavado del sagú puede generar contaminación del recurso hídrico.
  - Bajo impacto ambiental (25%): Otro participante indica que el cultivo de sagú no ha mostrado cambios negativos significativos ni contaminación del suelo o del agua.
  - Mejora del suelo (25%): Se reconoce que el cultivo ayuda a soltar y mejorar la tierra, facilitando su manejo.
  - Riesgo de hongos (25%): Un participante señala que las raíces del sagú pueden favorecer la aparición de hongos, limitando la posibilidad de cultivar otras plantas delicadas en los mismos terrenos.
- **Análisis**

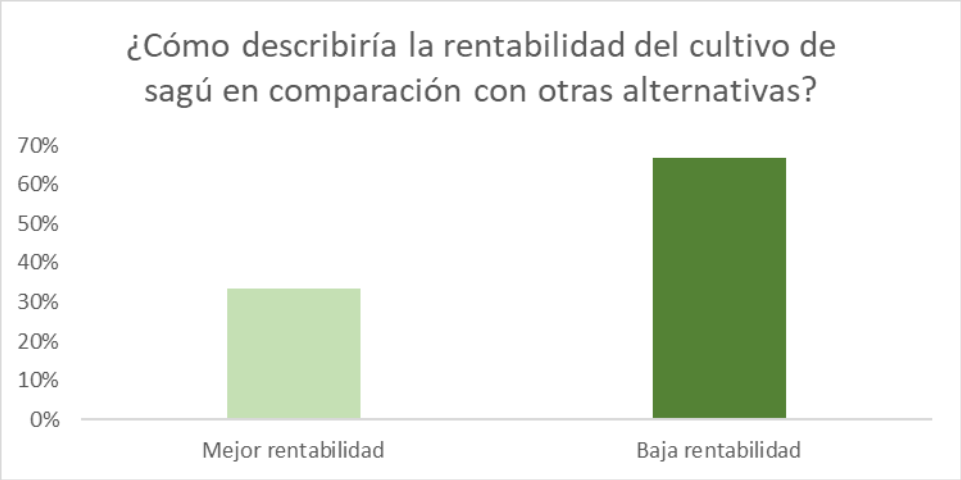
  Las respuestas evidencian percepciones mixtas sobre los impactos ambientales del sagú. Mientras algunos destacan que el cultivo tiene bajo impacto ambiental y puede incluso mejorar la estructura del suelo, otros señalan riesgos asociados, como la contaminación del agua por residuos y la aparición de hongos que afectan cultivos posteriores. Esto sugiere que, aunque el sagú no genera impactos ambientales graves de manera generalizada, la sostenibilidad del cultivo depende del manejo adecuado del agua y del control de plagas y enfermedades.

3. ¿Cómo describiría la rentabilidad del cultivo de sagú en comparación con otras alternativas?

Esta pregunta apunta a establecer si el sagú es económicamente competitivo frente a otros cultivos de la región, aportando insumos para valorar su viabilidad.

La Figura 10 muestra la valoración económica del sagú frente a otros cultivos. El 33% de los agricultores considera que ofrece mejor rentabilidad, mientras que el 67% lo percibe como de baja rentabilidad.

Figura 10. Resultados de la pregunta 3 de Agricultores



Fuente: Autores.

La Tabla 15 resume esta percepción desigual, donde la mayoría (67%) resalta limitaciones económicas del cultivo frente a alternativas más rentables.

Tabla 15. resultados de la pregunta 3 de Agricultores

Codificación	Total	%
Mejor rentabilidad	1	33%
Baja rentabilidad	2	67%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**
  - Mejor rentabilidad (33%): Un participante señala que, aunque la cosecha de sagú tarda un año, el bajo costo de producción y el precio de venta (aproximadamente un millón a un millón doscientos por cargamento) hacen que sea rentable en comparación con cultivos de alto costo como papa o cebolla.

- Baja rentabilidad (67%): Dos participantes consideran que la rentabilidad del sagú es limitada. Uno indica que cultivos como caña de azúcar son más productivos, mientras que otro menciona que, aunque los costos en insumos son bajos, la mano de obra reduce la ganancia final a alrededor del 10% de lo invertido.

- **Análisis**

  Las respuestas reflejan percepciones divergentes sobre la rentabilidad del sagú. Algunos productores valoran su bajo costo de insumos y el precio de venta como factores que lo hacen rentable frente a cultivos más costosos, mientras que otros consideran que la rentabilidad es baja debido al largo tiempo de cosecha y los costos de mano de obra, recuperando solo una pequeña proporción de la inversión. Esto sugiere que la evaluación económica del sagú depende de la comparación con otras alternativas y de la perspectiva de cada productor sobre los costos y beneficios involucrados.

4. ¿Considera que este cultivo tiene valor cultural o importancia para su comunidad?

Indaga el papel del sagú en la identidad cultural, en las tradiciones alimentarias y en la memoria colectiva, lo cual amplía el análisis más allá de lo económico.

La Figura 11 refleja la visión cultural y social del sagú. El 100% de los entrevistados coincidió en que el cultivo posee un alto valor cultural y alimenticio en la comunidad.

Figura 11. Resultados de la pregunta 4 de Agricultores



Fuente: Autores.

La Tabla 16 confirma esta unanimidad (100%), destacando el fuerte arraigo del sagú en la tradición alimentaria local.

Tabla 16. Resultados de la pregunta 4 de Agricultores

Codificación	Total	%
Valor cultural y alimenticio	3	100%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**

  Valor cultural y alimenticio (100%): Todos los participantes coinciden en que el sagú tiene un valor cultural significativo para la comunidad de Fosca. Señalan que es un producto tradicional ampliamente consumido en la región, utilizado en

preparaciones como coladas, arepas y pan, y que forma parte de la identidad y la tradición alimenticia local.

- **Análisis**

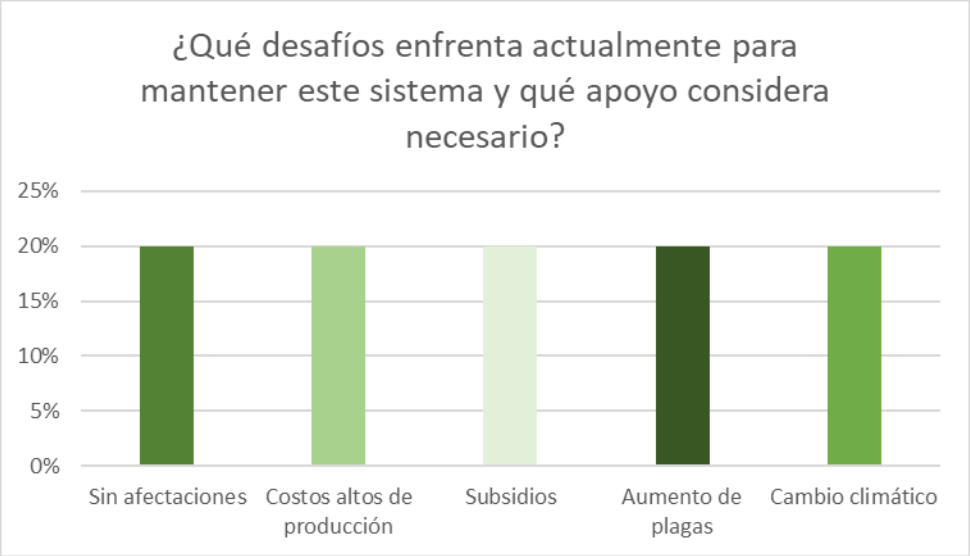
  Las respuestas evidencian que el sagú no solo cumple una función productiva, sino que también posee un valor cultural y alimenticio importante para la comunidad. Su presencia en la dieta local y en prácticas tradicionales refleja que este cultivo está profundamente arraigado en la identidad regional, lo que sugiere que cualquier cambio en su uso o en la orientación productiva debe considerar tanto los aspectos económicos como la preservación de la tradición cultural.

5. **¿Qué desafíos enfrenta actualmente para mantener este sistema y qué apoyo considera necesario?**

Permite reconocer las limitaciones técnicas, financieras o de mercado que afectan la permanencia del cultivo y qué tipo de asistencia demandan los agricultores para sostenerlo.

La Figura 12 expone los principales retos del cultivo de sagú. Las respuestas se distribuyen equitativamente: 20% no reporta afectaciones, 20% menciona altos costos de producción, 20% sugiere subsidios como apoyo necesario, 20% advierte el aumento de plagas y 20% señala los efectos del cambio climático.

Figura 12. Resultados de la pregunta 5 de Agricultores



Fuente: Autores.

La Tabla 17 refleja esta distribución igualitaria (20% cada categoría), lo que evidencia que los desafíos percibidos son diversos y abarcan factores técnicos, económicos y ambientales.

Tabla 17. Resultados de la pregunta 5 de Agricultores

Codificación	Total	%
Sin afectaciones	1	20%
Costos altos de producción	1	20%
Subsidios	1	20%
Aumento de plagas	1	20%
Cambio climático	1	20%
Total	5	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**

  - Sin afectaciones (20%): Un participante menciona que, hasta el momento, el cultivo de sagú no ha sufrido enfermedades ni afectaciones significativas.

  - Costos altos de producción (20%): Otro participante señala que el elevado costo de los insumos representa un desafío para mantener el sistema.

  - Subsidios (20%): Se sugiere que el apoyo de entidades oficiales, mediante subsidios o patrocinio, podría ayudar a reducir el costo mínimo de los insumos.

  - Aumento de plagas (20%): Se identifica la presencia creciente de plagas como el cogollero, la chiza y el chinche, lo que obliga a buscar fumigantes y mayor manejo fitosanitario.

  - Cambio climático (20%): El clima más tibio de la vereda afecta la producción de harina, reduciendo el rendimiento comparado con zonas más frías donde el mismo cultivo es más productivo.

- **Análisis**

  Los participantes evidencian que, aunque el cultivo de sagú no presenta afectaciones severas por enfermedades, enfrenta desafíos importantes relacionados con costos de producción, presencia de plagas y cambios climáticos que afectan el rendimiento. Para mantener el sistema de manera sostenible, consideran necesario el apoyo técnico y económico de entidades oficiales, como subsidios y asesoría para el manejo fitosanitario, lo que permitiría mitigar riesgos y asegurar la productividad del cultivo.

Porcicultores

Los porcicultores aportan la visión desde un sistema alternativo de producción, enfocado en la ganadería intensiva. Su experiencia permite conocer los beneficios económicos

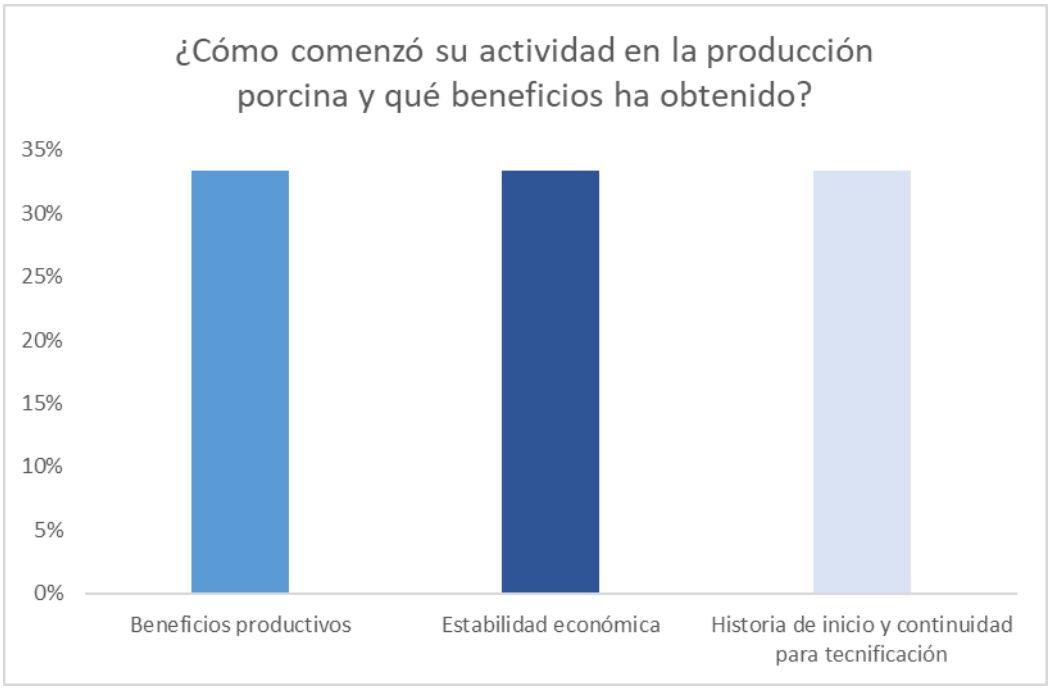
alcanzados, así como los impactos ambientales y sociales que conlleva esta actividad en contextos rurales.

1. **¿Cómo comenzó su actividad en la producción porcina y qué beneficios ha obtenido?**

Busca conocer la historia de incorporación a la porcicultura, las motivaciones iniciales y los beneficios percibidos en el ámbito económico o de subsistencia.

La Figura 13 muestra los beneficios y motivaciones en la porcicultura. Un 33% resaltó beneficios productivos, otro 33% la estabilidad económica y un 33% la historia de inicio y continuidad con enfoque en tecnificación.

Figura 13. Resultados de la pregunta 1 de porcicultores



Fuente: Autores.

La Tabla 18 confirma esta distribución equilibrada (33% en cada categoría), reflejando beneficios percibidos en igual medida.

Tabla 18. Resultados de la pregunta 1 de porcicultores

Codificación	Total	%
Beneficios productivos	1	33%
Estabilidad económica	1	33%
Historia de inicio y continuidad para tecnificación	1	33%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**
  - Beneficios productivos (33%): Un participante resalta que la producción porcina aporta abono valioso para la agricultura y genera producción cárnica.
  - Estabilidad económica (33%): Otro participante menciona que la actividad brinda estabilidad económica a su familia.
  - Historia de inicio y continuidad para tecnificación (33%): Un participante relata que inició la actividad hace aproximadamente 10 años, la interrumpió por un problema de contaminación y la retomó hace dos años, actualmente enfocándose en tecnificar la explotación porcina.
- **Análisis**

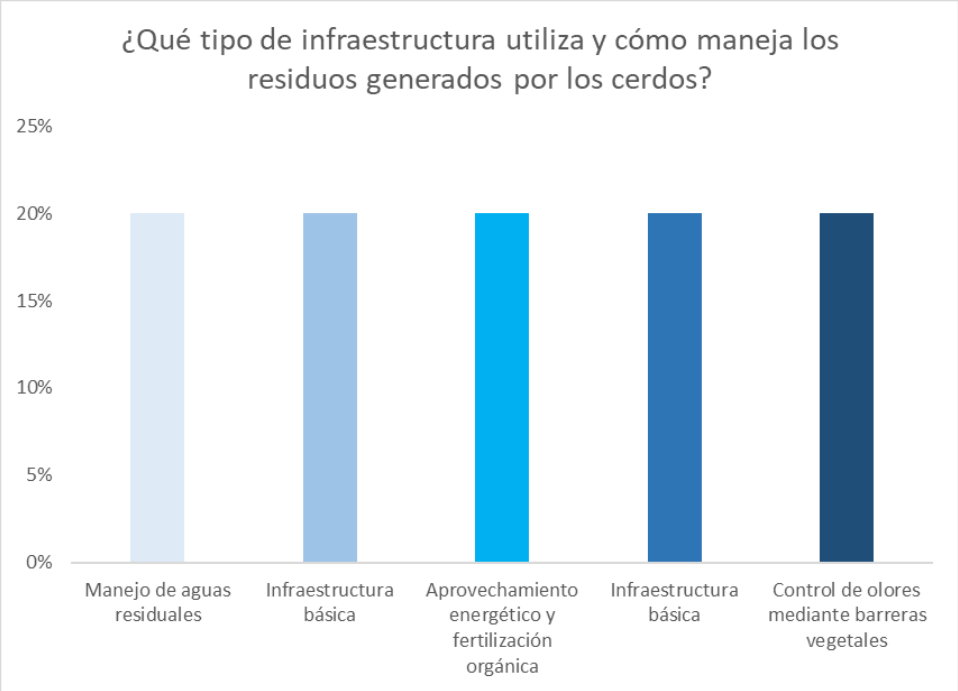
  Las respuestas reflejan que los productores perciben la porcicultura como una actividad con beneficios tanto económicos como productivos, incluyendo la generación de abono para otros cultivos y carne para comercialización. Además, la historia de inicio y continuidad muestra que, pese a dificultades pasadas como problemas de contaminación, los productores están interesados en tecnificar la actividad para mejorar la eficiencia y sostenibilidad, lo que evidencia un enfoque estratégico hacia la estabilidad económica y la modernización del sistema productivo.

2. **¿Qué tipo de infraestructura utiliza y cómo maneja los residuos generados por los cerdos?**

Permite entender el nivel tecnológico del sistema, las prácticas de manejo ambiental implementadas y los riesgos asociados al manejo inadecuado de residuos.

La Figura 14 presenta los sistemas de infraestructura y manejo de residuos. El 20% mencionó manejo de aguas residuales, un 40% reportó infraestructura básica, otro 20% destacó el aprovechamiento energético y fertilización orgánica, y el 20% restante señaló control de olores mediante barreras vegetales.

Figura 14. Resultados de la pregunta 2 de porcicultores



Fuente: Autores.

La Tabla 19 confirma esta distribución, donde la mayoría relativa (40%) evidencia el uso de infraestructura básica, mientras que el resto de categorías se dividen en 20% cada una.

Tabla 19. Resultados de la pregunta 2 de porcicultores

Codificación	Total	%
Manejo de aguas residuales	1	20%
Infraestructura básica	1	20%
Aprovechamiento energético y fertilización orgánica	1	20%
Infraestructura básica	1	20%
Control de olores mediante barreras vegetales	1	20%
Total	5	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**

- Manejo de aguas residuales (20%): Un participante indica que los líquidos más contaminantes se manejan mediante tanques para procesar las aguas hervidas.
- Infraestructura básica (40%): Dos participantes mencionan que la infraestructura actual es básica, utilizando madera, guadua, concreto o estructuras artesanales, sin tecnificación completa.
- Aprovechamiento energético y fertilización orgánica (20%): Se reporta que las heces se utilizan para generar gas, abono orgánico y fertilización líquida.
- Control de olores mediante barreras vegetales (20%): Un participante aplica los residuos directamente a pastos de corte y planea tecnificar la granja según las normas del ICA y ambientales, utilizando barreras vegetales para controlar olores.

- **Análisis**

Las respuestas muestran que los productores emplean infraestructura básica y artesana para la producción porcina, mientras que los residuos se manejan de manera que generen valor agregado, como abono y gas. A pesar de la implementación de prácticas iniciales de

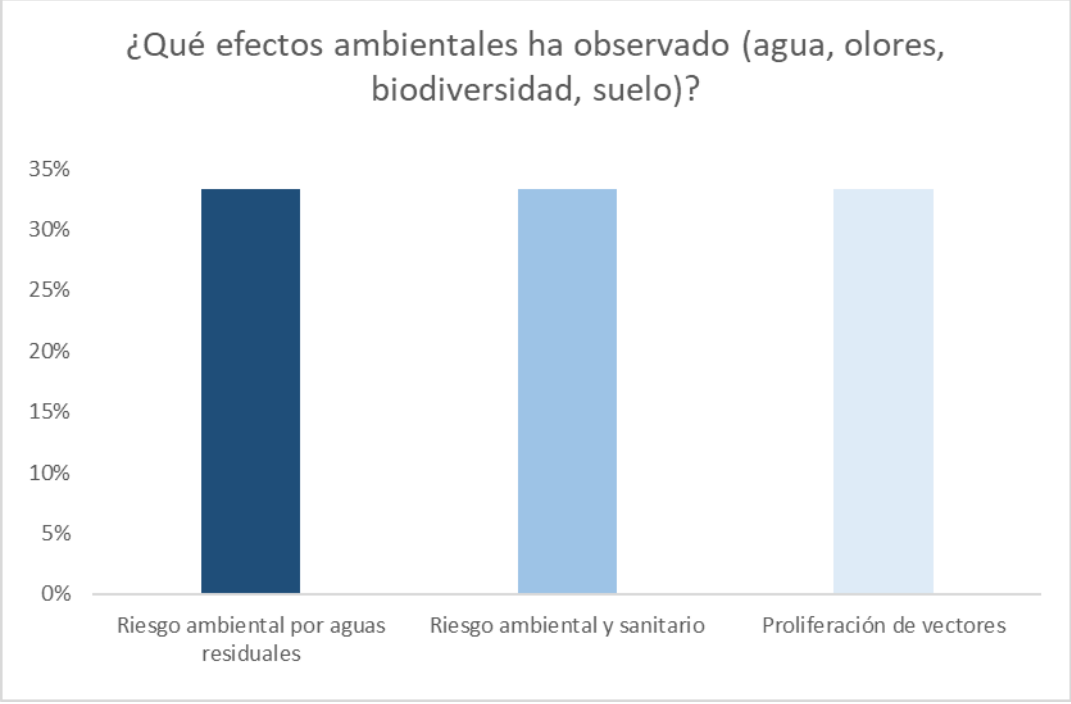
manejo de aguas residuales y control de olores, existe interés por tecnificar la infraestructura y cumplir con normativas ambientales, lo que evidencia la intención de combinar eficiencia productiva con sostenibilidad ambiental.

3. ¿Qué efectos ambientales ha observado (agua, olores, biodiversidad, suelo)?

Se orienta a identificar impactos ambientales directos percibidos por los porcicultores en la zona, tanto positivos como negativos, relacionados con la producción porcina.

La Figura 15 refleja la percepción de impactos ambientales de la porcicultura. Un 33% mencionó riesgos por aguas residuales, otro 33% advirtió riesgos ambientales y sanitarios y un 33% reportó proliferación de vectores.

Figura 15. Resultados de la pregunta 3 de porcicultores



Fuente: Autores.

La Tabla 20 confirma esta distribución equilibrada (33% cada categoría), lo que muestra coincidencia en la identificación de riesgos ambientales diversos.

Tabla 20. Resultados de la pregunta 3 de porcicultores

Codificación	Total	%
Riesgo ambiental por aguas residuales	1	33%
Riesgo ambiental y sanitario	1	33%
Proliferación de vectores	1	33%
Total	3	100%

Fuente: Autores

- **Resultados**
  - Riesgo ambiental por aguas residuales (33%): Un participante indica que las aguas hervidas contienen ácidos y otros compuestos que pueden ser muy perjudiciales si no se manejan adecuadamente.
  - Riesgo ambiental y sanitario (33%): Otro participante señala que la cercanía de las porquerizas a quebradas o ríos puede afectar el ambiente y propiciar enfermedades o virus transmitidos por los cerdos.
  - Proliferación de vectores (33%): Un participante menciona que se observa proliferación de mosquitos, aunque los olores se mantienen bajos gracias a barreras vegetales que impiden su expansión.
- **Análisis**

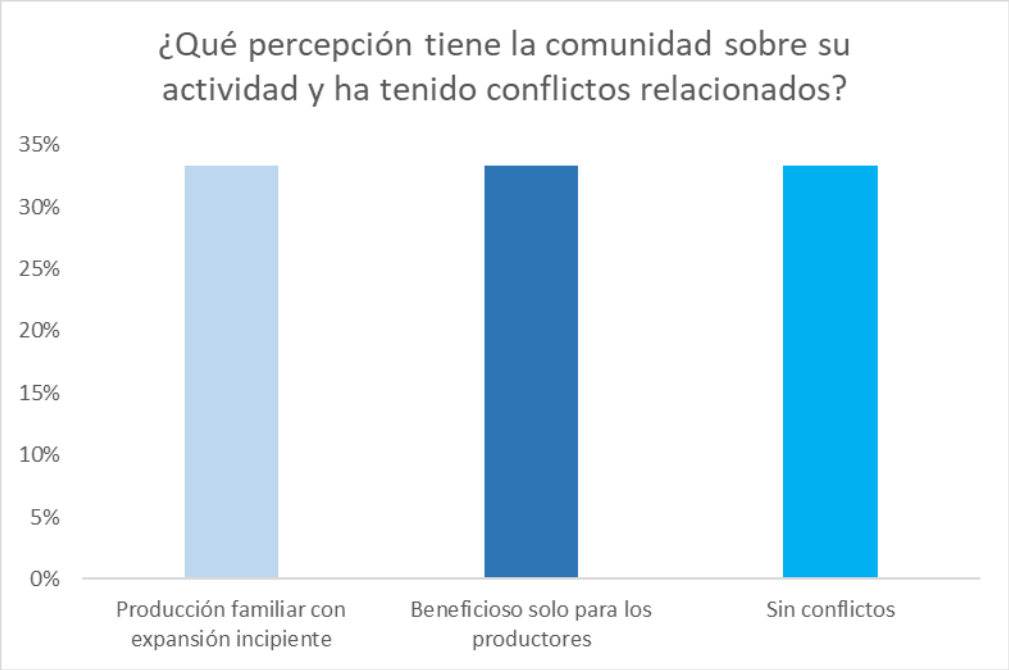
  Las respuestas evidencian que la producción porcina presenta riesgos ambientales y sanitarios asociados principalmente al manejo de aguas residuales, a la proximidad de cuerpos de agua y a la presencia de vectores como mosquitos. Sin embargo, se observan prácticas de mitigación, como barreras vegetales, que reducen la dispersión de olores. Esto sugiere que, aunque la actividad es productiva, la sostenibilidad ambiental depende de un manejo adecuado de residuos y control de riesgos sanitarios.

4. **¿Qué percepción tiene la comunidad sobre su actividad y ha tenido conflictos relacionados?**

Busca conocer la aceptación o rechazo social que genera la porcicultura en su entorno, así como la existencia de tensiones o conflictos con otros actores comunitarios.

La Figura 16 muestra la visión comunitaria frente a la porcicultura. Un 33% destacó que se trata de producción familiar con expansión incipiente, otro 33% señaló que el beneficio se concentra en los productores y un 33% indicó que no existen conflictos con la comunidad.

Figura 16. Resultados de la pregunta 4 de porcicultores



Fuente: Autores.

La Tabla 21 refleja esta distribución balanceada (33% cada categoría), mostrando que la percepción comunitaria está dividida entre aceptación y preocupaciones.

Tabla 21. Resultados de la pregunta 4 de porcicultores

Codificación	Total	%
Producción familiar con expansión incipiente	1	33%
Beneficioso solo para los productores	1	33%
Sin conflictos	1	33%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**
  - Producción familiar con expansión incipiente (33%): Un participante indica que la actividad se realiza a pequeña escala, como producción familiar, aunque algunas granjas más grandes están comenzando a establecerse.
  - Beneficioso solo para los productores (33%): Otro participante señala que la actividad es valorada por quienes la ejercen, pero genera molestias a otros miembros de la comunidad debido a los olores.
  - Sin conflictos (33%): Un participante menciona que no ha tenido conflictos con vecinos, gracias a la distancia entre casas y granjas.
- **Análisis**

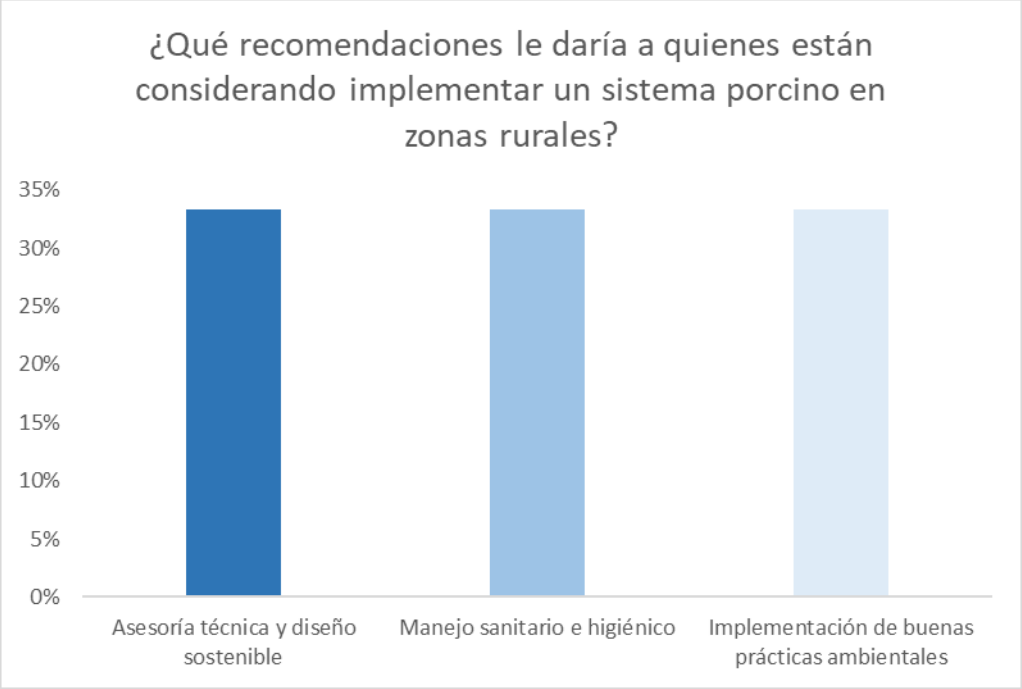
  Las respuestas reflejan que la percepción de la comunidad frente a la producción porcina es heterogénea: mientras que los productores valoran los beneficios económicos de la actividad, algunos vecinos pueden verse afectados por los olores. Sin embargo, los conflictos son limitados debido a la baja densidad de la producción y la distancia entre las viviendas. Esto sugiere que, actualmente, la actividad es socialmente aceptable en gran medida, pero podría requerir medidas de manejo de olores si se produce una expansión significativa.

5. **¿Qué recomendaciones le daría a quienes están considerando implementar un sistema porcino en zonas rurales?**

   Permite recoger aprendizajes prácticos y consejos útiles basados en la experiencia directa, lo que enriquece la valoración de la viabilidad del sistema.

   La Figura 17 presenta las recomendaciones de los porcicultores. Un 33% sugirió asesoría técnica y diseño sostenible, otro 33% recomendó manejo sanitario e higiénico y un 33% señaló la importancia de implementar buenas prácticas ambientales.

Figura 17. Resultados de la pregunta 5 de porcicultores



Fuente: Autores.

La Tabla 22 confirma esta unanimidad relativa (33% en cada categoría), reflejando que todas las recomendaciones se consideran igualmente relevantes para una producción sostenible.

Tabla 22. Resultados de la pregunta 5 de porcicultores

Codificación	Total	%
Asesoría técnica y diseño sostenible	1	33%
Manejo sanitario e higiénico	1	33%
Implementación de buenas prácticas ambientales	1	33%
Total	3	100%

Fuente: Autores.

- **Resultados**
  - Asesoría técnica y diseño sostenible (33%): Un participante recomienda que quienes implementen un sistema porcino se asesoren adecuadamente para establecer instalaciones que no generen contaminación.
  - Manejo sanitario e higiénico (33%): Otro participante enfatiza la importancia de mantener altos estándares de higiene y seguridad en la granja.
  - Implementación de buenas prácticas ambientales (33%): Un participante sugiere tecnificar la granja y manejar correctamente los residuos sólidos y líquidos, incluyendo estrategias como el uso de lombrices para producir humus, garantizando un sistema ambientalmente sostenible.
- **Análisis**

Las recomendaciones reflejan que, para implementar un sistema porcino sostenible en zonas rurales, es fundamental combinar asesoría técnica, infraestructura adecuada, manejo sanitario riguroso y buenas prácticas ambientales. Esto evidencia que los productores perciben que la sostenibilidad y la eficiencia del sistema dependen de la

planificación, la tecnificación y la gestión adecuada de los residuos, garantizando al mismo tiempo beneficios productivos y protección ambiental.

8.1.5 Análisis socioeconómico

La caracterización socioeconómica de la finca se elaboró con base en la información suministrada por los propietarios, permitiendo identificar los costos de producción, los ingresos por ventas y la utilidad obtenida. Este análisis evidencia tanto la viabilidad económica de la actividad como su aporte social en términos de empleo y bienestar familiar.

Tabla 23. Caracterización socioeconómica

Concepto	Valor (COP)	% sobre ventas
Ingresos por ventas (20 bultos)	**$ 10.000.000**	100%
Costos de Producción		
Semilla	$ 1.500.000	15%
Fertilizante orgánico	$ 600.000	6%
Fertilizante químico	$ 600.000	6%
Tractor	$1.200.000	12%
Mano de obra	$ 2.800.000	28%
Total Costos de Producción	**$ 6.700.000**	**67%**

Concepto	Valor (COP)	% sobre ventas
Utilidad Neta (Ingresos – Costos)	**$ 3.300.000**	**33%**

Fuente: Autores.

Análisis: La tabla muestra que los ingresos por ventas alcanzan los $10.000.000, mientras que los costos de producción ascienden a $6.700.000, generando una utilidad neta de $3.300.000, equivalente al 33 % de las ventas. Esto refleja una actividad económicamente rentable, con una adecuada recuperación de la inversión. En el plano social, se observa que la mano de obra representa el 28 % de los costos, lo que evidencia la relevancia del empleo generado y la participación de la fuerza laboral, en muchos casos de carácter familiar. De esta manera, la producción no solo asegura sostenibilidad económica, sino que también contribuye al bienestar social de los propietarios y a la dinamización de la economía local.

8.2 ANÁLISIS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS DEL CULTIVO DE SAGÚ Y EL ESTABLO PORCINO

La evaluación de impacto ambiental realizada para el cultivo de sagú y el establo porcino permite comparar la magnitud, naturaleza y distribución de los efectos generados por cada actividad sobre los diferentes factores del entorno. A partir de los resultados obtenidos, expresados en tablas e ilustraciones, se identifican tanto las afectaciones negativas como los aportes positivos, lo que facilita establecer diferencias en sostenibilidad y orientar decisiones de manejo más adecuadas.

8.2.1 Evaluación de impacto Ambiental

La evaluación de impacto ambiental del cultivo de sagú constituye un paso fundamental para comprender los efectos que esta actividad productiva genera sobre el entorno natural y socioeconómico de la finca Pobo. A través de la aplicación de la matriz de Leopold, se

buscó identificar, caracterizar y valorar de manera cualitativa y semicuantitativa las interacciones entre las acciones propias del manejo agrícola del cultivo y los diferentes factores ambientales presentes en el territorio. Los resultados muestran que, si bien el cultivo de sagú genera impactos negativos sobre la calidad del agua, la microflora y la erosión del suelo, estos son menos severos en comparación con los derivados de sistemas pecuarios intensivos. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Pérez Hettinga (2017), quien identifica mayores impactos hídricos y pérdidas de biodiversidad en sistemas porcinos intensivos en Cundinamarca, lo que refuerza la idea de que el sagú, aunque no está exento de efectos ambientales, presenta una huella ecológica relativamente más baja y puede ser más sostenible a largo plazo si se acompaña de prácticas de conservación.

8.2.1.1 Evaluación de impacto ambiental del sagú

La siguiente matriz de Leopold presenta la evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por el cultivo de sagú, actual actividad económica de la finca Pobo. Esta matriz considera las fases de preparación, operación y post-operación del proyecto, y cruza un total de diez factores ambientales —incluyendo componentes como el suelo, agua, aire, fauna, flora, paisaje y salud humana— con diversas acciones propias del manejo agrícola del sagú. Cada celda representa una interacción entre una acción y un factor ambiental, valorada en términos de magnitud e importancia del impacto. En este caso, se identificaron 38 interacciones con efectos ambientales, de las cuales la mayoría tienen valores negativos, reflejando un impacto ambiental global de -180.

Figura 18. Matriz Leopold del cultivo de Sagú

		Preparación	Operación					Post-operación			
Factores ambientales		Limpieza y preparación del terreno	Siembra de rizomas	Fertilización y manejo del cultivo	Control de plagas y enfermedades	Riego	Cosecha	Transporte y acopios	Afectaciones +	Afectaciones -	suma
Agua	Calidad del agua	-2 6	-1 4	-3 7	-3 7	-4 8	-1 4	-2 6			
	Multiplicación	-12	-4	-21	-21	-32	-4	-12	0	7	-106
Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	-1 3	0 1	0 1	-1 4	0 1	0 1	-2 5			
	Multiplicación	-3	0	0	-4	0	0	-10	0	3	-17
Procesos	Erosión	-3 7	-1 3	-1 5	0 1	-1 4	0 1	-1 3			
	Multiplicación	-21	-3	-5	0	-4	0	-3	0	5	-36
Procesos	Estabilidad de taludes (deslizamiento	-2 5	-1 3	0 1	0 1	-1 3	0 1	0 1			
	Multiplicación	-10	-3	0	0	-3	0	0	0	3	-16
Flora	Microflora	-2 5	-1 4	-2 6	-3 6	-1 3	0 1	-1 3			
	Multiplicación	-10	-4	-12	-18	-3	0	-3	0	6	-50
Fauna	Animales terrestres, incluyendo reptil	-1 3	-1 3	-1 4	-2 5	-1 3	0 3	-1 3			
	Multiplicación	-3	-3	-4	-10	-3	0	-3	0	6	-26
Interés estético y humano	Diseño del paisaje	-1 4	0 1	0 1	-1 2	0 1	0 1	-2 5			
	Multiplicación	-1	0	0	-1	0	0	-2	0	3	-4
Interés estético y humano	Condiciones físicas únicas	-1 2	-1 2	0 1	0 1	-1 2	0 1	-1 2			
	Multiplicación	-2	-2	0	0	-2	0	-2	0	4	-8
Aspectos culturales	Empleo	3 8	2 6	2 7	2 6	1 4	2 7	2 6			
	Multiplicación	24	12	14	12	4	14	12	7	0	92
Facilidades y actividades humanas	Red de transporte	0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	1 3	-2 6			
	Multiplicación	0	0	0	0	0	3	-12	1	1	-9
Afectaciones	+	1	1	1	1	1	1	1	7	38	-180
	-	8	6	4	5	6	1	8	38		
Suma		-38	-7	-28	-42	-43	13	-35	-180		

Fuente: Autores

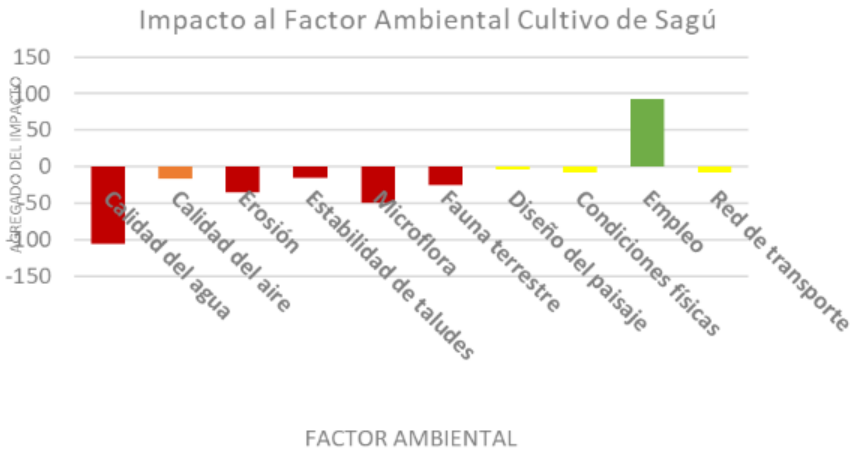
Análisis de resultados, evaluación de impacto ambiental del cultivo de sagú

Tabla 24. Impacto al factor ambiental del cultivo del sagú

Impacto al factor ambiental	
Factor ambiental	**Agregado del impacto**
Calidad del agua	-106
Calidad del aire	-17
Erosión	-36
Estabilidad de taludes	-16
Microflora	-50
Fauna terrestre	-26
Diseño del paisaje	-4
Condiciones físicas	-8
Empleo	92
Red de transporte	-9

Fuente: Autores.

Figura 19. Impacto al factor ambiental del cultivo Sagu



Fuente: Autores.

Análisis de impacto al factor Ambiental

- El factor más críticamente afectado es la calidad del agua (-106), evidenciando el fuerte impacto de actividades como riego, uso de agroquímicos y lixiviados.
- La microflora del suelo (-50) también se ve alterada, posiblemente por la fertilización y el control de plagas.
- Factores como la erosión del suelo (-36) y la fauna terrestre (-26) están también fuertemente comprometidos.
- El único factor con impacto positivo significativo es el empleo (+92), indicando que el cultivo es socialmente beneficioso en términos laborales.

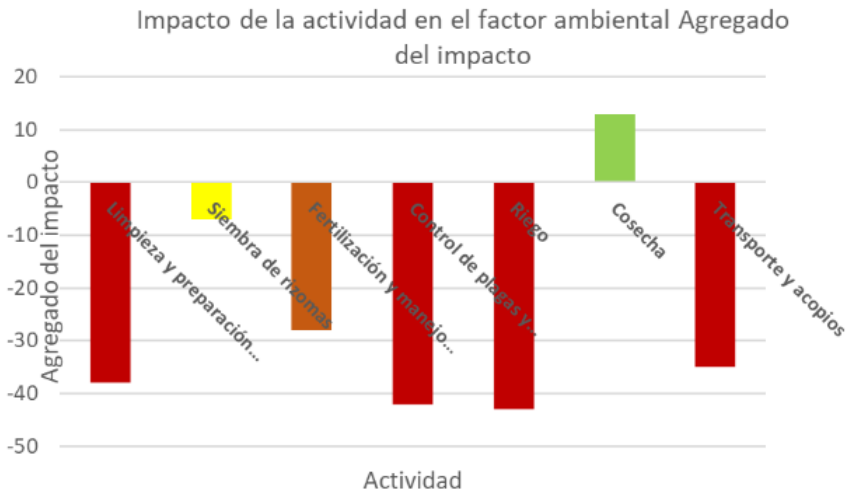
Tabla 25. Impacto de la actividad en el factor ambiental del cultivo del sagú

Impacto de la actividad en el factor ambiental	
Actividad	**Agregado del impacto**
Limpieza y preparación del terreno	-38
Siembra de rizomas	-7

Impacto de la actividad en el factor ambiental	
Actividad	**Agregado del impacto**
Fertilización y manejo del cultivo	-28
Control de plagas y enfermedades	-42
Riego	-43
Cosecha	13
Transporte y acopios	-35

Fuente: Autores.

Figura 20. Impacto de la actividad en el factor ambiental de cultivo Sagú



Fuente: Autores.

Análisis del impacto por actividad

- Las actividades con mayor impacto ambiental negativo son el riego (-43) y el control de plagas y enfermedades (-42), debido al consumo intensivo de agua y uso de pesticidas.
- La preparación del terreno (-38) genera afectación importante, asociada al disturbio del suelo y pérdida de vegetación nativa.

- La cosecha presenta un impacto positivo (+13), posiblemente por generar empleo o tener efectos menos destructivos sobre el entorno natural.

8.2.1.2 Evaluación de impacto Ambiental del establo porcino

La siguiente matriz de Leopold expone la evaluación cualitativa del impacto ambiental asociado a la implementación de un establo porcino como alternativa productiva en la finca Pobo. Esta matriz considera las fases de preparación, operación y post-operación del proyecto, y analiza la interacción entre diversas acciones del sistema de producción porcina y diez factores ambientales, entre ellos el agua, la atmósfera, la fauna, la flora, los procesos ecológicos, el paisaje y la calidad de vida. Cada celda refleja una interacción evaluada con base en la magnitud e importancia del impacto generado. En este caso, se identificaron 51 interacciones con efectos ambientales, con una tendencia marcadamente negativa, reflejada en un valor total de -612.

Figura 21. Matriz Leopold del cultivo del establo porcino

		Construcción		Operación	Mantenimiento		Post-operación	Cierre	Afectaciones		suma
Factores ambientales		Construcción del establo	Instalación de bebederos/comederos	Crianza y engorde de cerdos	Limpieza de instalaciones	Manejo de excretas	Transporte de animales/productos	Disposición de residuos sólidos y líquidos	+	-	
Agua	Calidad del agua	-2 / 5	-1 / 3	-3 / 6	-2 / 6	-6 / 9	-1 / 3	-7 / 10			
		-10	-3	-18	-12	-54	-3	-70	0	7	-170
Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	-2 / 5	-1 / 3	-6 / 8	-2 / 6	-5 / 9	-2 / 5	-4 / 8			
		-10	-3	-48	-12	-45	-10	-32	0	7	-160
Procesos	Erosión	-2 / 5	0 / 1	-1 / 3	0 / 1	-1 / 3	-1 / 3	-2 / 5			
		-10	0	-3	0	-3	-3	-10	0	5	-29
Procesos	Estabilidad de taludes (deslizamientos)	-1 / 3	0 / 1	0 / 1	0 / 1	-1 / 3	0 / 1	-1 / 3			
		-3	0	0	0	-3	0	-3	0	3	-9
Flora	Microflora	-2 / 5	-1 / 3	-4 / 7	-1 / 4	-5 / 8	-1 / 3	-4 / 7			
		-10	-3	-28	-4	-40	-3	-28	0	7	-116
Fauna	Animales terrestres, incluyendo reptiles	-3 / 6	-1 / 3	-5 / 7	-1 / 4	-3 / 6	-1 / 3	-2 / 5			
		-18	-3	-35	-4	-18	-3	-10	0	7	-91
Interés estético y humano	Diseño del paisaje	-4 / 7	-2 / 4	-2 / 5	-1 / 3	-2 / 4	-1 / 3	-3 / 6			
		-28	-8	-10	-3	-8	-3	-18	0	7	-78
Interés estético y humano	Condiciones físicas únicas	-2 / 4	0 / 1	-1 / 3	0 / 1	-2 / 4	0 / 1	-2 / 4			
		-8	0	-3	0	-8	0	-8	0	4	-27
Aspectos culturales	Empleo	3 / 7	2 / 6	4 / 8	2 / 6	2 / 6	2 / 5	2 / 5			
		21	12	32	12	12	10	10	7	0	109
Facilidades y actividades humanas	Red de transporte	-1 / 3	0 / 1	-2 / 5	0 / 1	0 / 1	-3 / 6	-2 / 5			
		-3	0	-10	0	0	-18	-10	0	4	-41
Afectaciones	+	1	1	1	1	1	1	1	7	51	-612
	-	9	5	8	5	8	7	9	51		
Suma		-79	-8	-123	-23	-167	-33	-179	-612		

Fuente: Autores

Análisis de resultados, evaluación de impacto ambiental del establo porcino

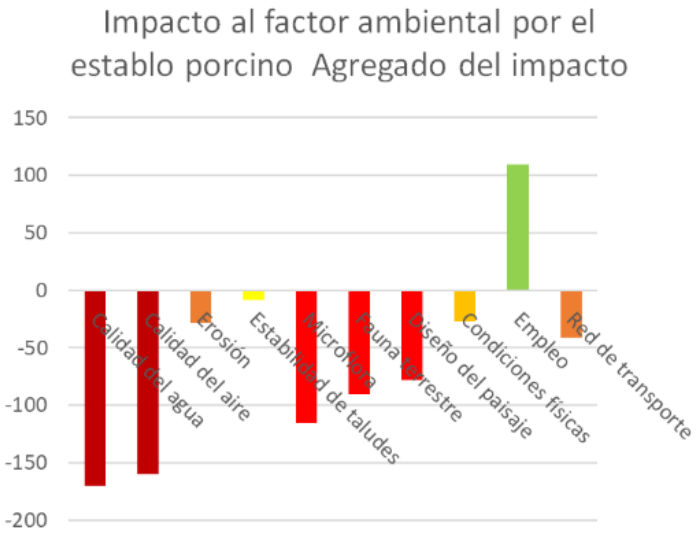
La evaluación de impacto ambiental del establo porcino permite identificar los principales efectos negativos asociados a esta actividad, especialmente relacionados con la generación de residuos sólidos y líquidos, emisiones al aire y afectación a la biodiversidad. Los resultados se presentan en tablas e ilustraciones que muestran la magnitud de los impactos por factor ambiental y por actividad, así como el aporte positivo en la generación de empleo.

Tabla 26. Impacto al factor ambiental por el establo porcino

Impacto al factor ambiental por el establo porcino	
Factor ambiental	**Agregado del impacto**
Calidad del agua	-170
Calidad del aire	-160
Erosión	-29
Estabilidad de taludes	-9
Microflora	-116
Fauna terrestre	-91
Diseño del paisaje	-78
Condiciones físicas	-27
Empleo	109
Red de transporte	-41

Fuente: Autores.

Figura 22. Impacto al factor ambiental por el establo porcino



Fuente: Autores

Análisis del impacto por factor ambiental

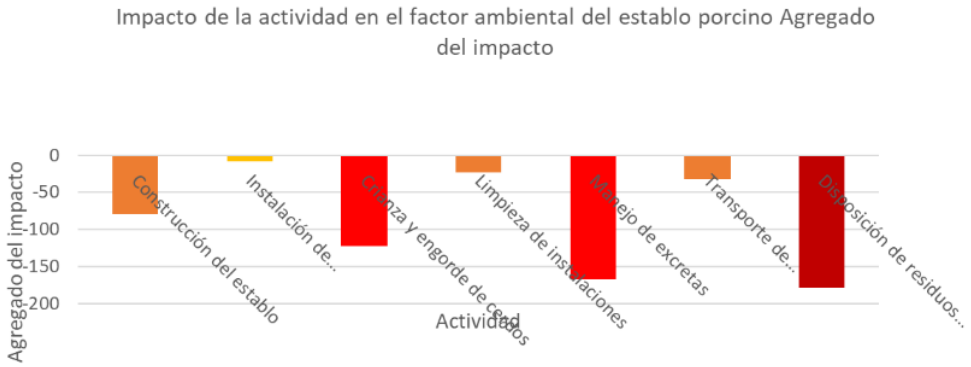
- Calidad del agua (-170) y calidad del aire (-160), debido principalmente a la contaminación por excretas, gases amoniacales, partículas y manejo inadecuado de residuos líquidos.
- Microflora (-116) y fauna terrestre (-91), reflejando una pérdida de biodiversidad en suelos y ecosistemas cercanos.
- El diseño del paisaje (-78) y la red de transporte (-41) también presentan afectaciones considerables por la transformación visual y el tráfico generado.
- Erosión (-29) y condiciones físicas únicas (-27), indicando alteración limitada del terreno.
- Estabilidad de taludes (-9) es uno de los impactos menos significativos.
- Empleo (+109): destaca como un beneficio socioeconómico, posiblemente por la generación de puestos de trabajo directos e indirectos.

Tabla 27. Impacto de la actividad en el factor ambiental del establo porcino

Impacto de la actividad en el factor ambiental del establo porcino	
Actividad	**Agregado del impacto**
Construcción del establo	-79
Instalación de bebederos/comederos	-8
Crianza y engorde de cerdos	-123
Limpieza de instalaciones	-23
Manejo de excretas	-167
Transporte de animales/productos	-33
Disposición de residuos sólidos y líquidos	-179

Fuente: Autores.

Figura 23. Impacto de la actividad en el factor ambiental del establo porcino



Fuente: Autores.

Análisis del impacto por actividad

- Disposición de residuos sólidos y líquidos (-179) y manejo de excretas (-167), reflejando que los residuos son el mayor problema ambiental del sistema.
- Crianza y engorde de cerdos (-123), debido a la generación constante de materia orgánica, gases, y uso de agua.
- Construcción del establo (-79), afecta por alteración de suelos y paisajes.
- Transporte de productos (-33) y limpieza de instalaciones (-23), tienen un impacto más localizado.
- Instalación de bebederos/comederos (-8): implica una afectación leve y puntual, posiblemente por su bajo volumen de obra.

8.2.2 Análisis de resultados del impacto socioeconómicos

El análisis de los impactos socioeconómicos permite comprender cómo diferentes sistemas productivos influyen en el bienestar de las comunidades rurales, en la generación de ingresos y en la sostenibilidad de los territorios. En este caso, se comparan el cultivo de sagú y la producción porcina en la finca Pobo, evaluando sus beneficios, limitaciones y riesgos, con el fin de establecer un panorama integral que oriente decisiones sobre el uso de los recursos y la planificación productiva.

Cultivo de sagú.

El cultivo de sagú se caracteriza por su arraigo cultural y su papel en la seguridad alimentaria local, constituyéndose en una alternativa accesible para pequeños productores. Sus impactos positivos están vinculados al fortalecimiento de la identidad regional, la generación de empleo familiar y la posibilidad de diversificación con productos derivados. No obstante, enfrenta limitaciones como la baja rentabilidad, la falta de asociatividad y la escasa inversión tecnológica, factores que restringen su competitividad en mercados más amplios. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Rodríguez y Cárdenas (2021), quienes señalan que los cultivos tradicionales en Cundinamarca tienen un alto valor cultural, pero enfrentan serias limitaciones de mercado y tecnología, lo que limita su sostenibilidad económica a largo plazo.

Establo porcino.

La porcicultura, en contraste, representa una actividad con mayor rentabilidad y un mercado consolidado, lo que ofrece estabilidad económica y oportunidades de encadenamiento productivo. Sin embargo, sus exigencias de capital, riesgos sanitarios y conflictos socioambientales plantean retos significativos, especialmente para pequeños productores. En este sentido, lo encontrado coincide con FAO (2018), que advierte que los sistemas porcinos intensivos son altamente rentables en términos de liquidez, pero generan desigualdades territoriales y tensiones sociales debido a sus externalidades ambientales. Esto sugiere que, aunque la porcicultura es más competitiva en términos de ingresos, su sostenibilidad depende de la tecnificación y de un manejo adecuado de los residuos y riesgos sanitarios.

El contraste entre los dos sistemas muestra que, aunque el cultivo de sagú presenta un costo de producción ligeramente menor (≈8.192 COP/kg) frente al porcino (≈8.528 COP/kg), la carne de cerdo logra un precio de venta más alto y un margen de rentabilidad superior (5,2% frente a 3,2%). Estos resultados no solo evidencian la mayor estabilidad económica de la porcicultura, sino que también reafirman lo señalado por Studenta (2016) y 3tres3 (2024), donde se destaca que el mercado porcino en Colombia se encuentra altamente consolidado frente a cultivos artesanales de bajo valor agregado. Sin embargo, el sagú mantiene un potencial estratégico ligado a la identidad cultural, la diversificación alimentaria y la agroecología, siempre y cuando se fortalezca la asociatividad y la cadena de valor

8.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS OPCIONES PRODUCTIVAS

Esta sección presenta la comparación entre el cultivo de sagú y la producción porcina en la finca El Pobo, considerando sus impactos ambientales, productivos y socioeconómicos. El análisis se apoya en la matriz de Leopold y en diagramas de energía para evidenciar diferencias en sostenibilidad y rentabilidad entre ambos sistemas. Más allá de una comparación descriptiva, los hallazgos permiten reflexionar sobre la pertinencia de cada alternativa en un contexto rural de pequeña escala.

En el plano ambiental, el sagú muestra menores impactos negativos, especialmente en calidad del aire y diseño del paisaje, lo que coincide con lo señalado por Gómez (2019), quien identifica que los sistemas agrícolas tradicionales de baja tecnificación generan menor presión sobre el entorno que las actividades pecuarias intensivas. En contraste, la porcicultura evidencia afectaciones más severas en el agua, el aire y la microflora, resultados que se alinean con lo reportado por Pérez Hettinga (2017), quien advierte que los sistemas porcinos intensivos en Cundinamarca presentan altos riesgos hídricos y de contaminación atmosférica.

8.3.1 Análisis de resultados comparativo de la evaluación de impacto ambiental de ambas actividades

A continuación, se presentan los resultados comparativos de la evaluación de impacto ambiental de ambas actividades económicas, expresados en tablas y gráficos que permiten visualizar con mayor claridad las diferencias en la magnitud y distribución de los impactos. Estas representaciones gráficas facilitan la interpretación de los datos, destacando los factores más sensibles y las tendencias generales observadas entre el cultivo de sagú y el establo porcino.

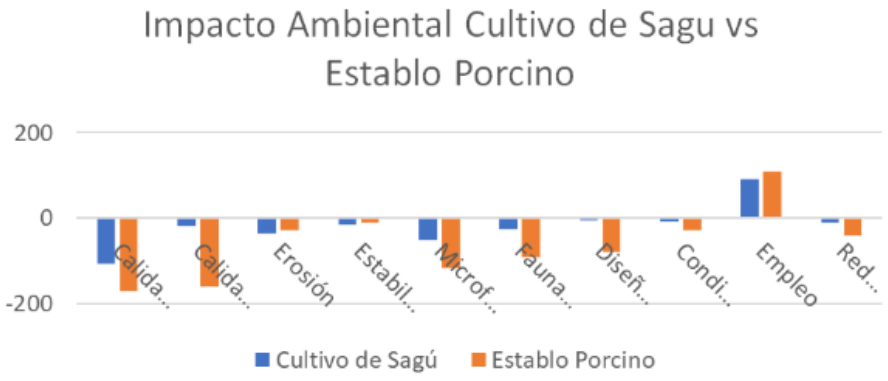
Tabla 28. Resultados comparativo de EIA de ambas actividades económicas

Factor ambiental	Cultivo de Sagú	Establo Porcino
Calidad del agua	-106	-170
Calidad del aire	-17	-160
Erosión	-36	-29
Estabilidad de taludes	-16	-9
Microflora	-50	-116
Fauna terrestre	-26	-91
Diseño del paisaje	-4	-78
Condiciones físicas	-8	-27

Factor ambiental	Cultivo de Sagú	Establo Porcino
Empleo	92	109
Red de transporte	-9	-41
Proyecto	**Agregado del Impacto Bruto**	**Total de Afecciones negativas**
Sagú	**-180**	38
Establo porcino	**-612**	51

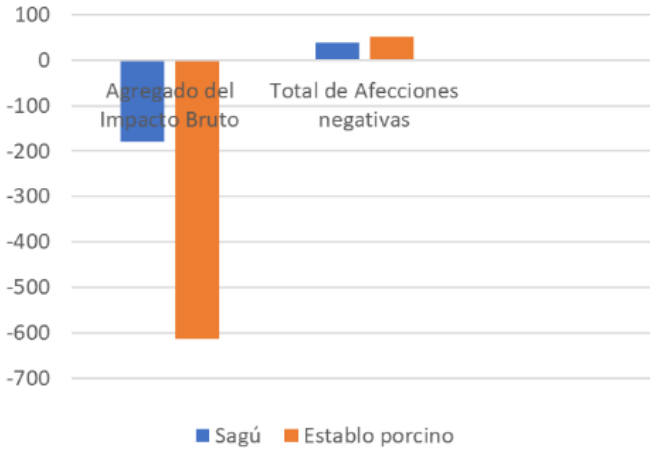
Fuente: Autores.

Figura 24. Resultados comparativos EIA de ambas actividades económicas



Fuente: Autores.

Figura 25. Comparativa de resultados brutos de ambas actividades económicas



Fuente: Autores.

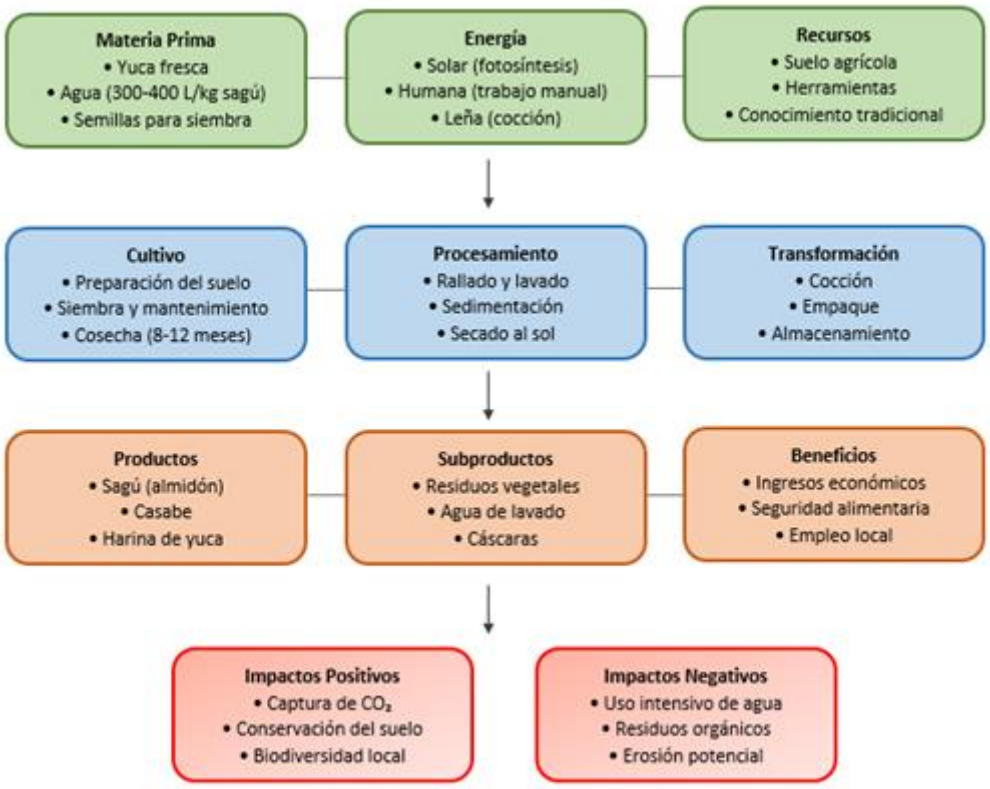
Análisis

- El establo porcino es más contaminante, especialmente en calidad del aire, del agua y en la microflora.
- Ambos proyectos generan empleo, pero el porcino un poco más.
- El sagú es más sostenible ambientalmente, con menor afectación al paisaje, condiciones físicas y transporte.
- El número de afecciones negativas también es mayor en el establo porcino (51 vs. 38), lo que refuerza su mayor impacto ambiental.

8.3.2 Diagramas de flujo de energía del cultivo de sagú

El diagrama de energía del sagú se plantea como una estrategia metodológica de análisis de flujos de materia y energía, mediante la cual se representan las entradas de recursos, las etapas de cultivo, procesamiento y transformación, así como las salidas en productos, subproductos e impactos. Estos impactos pueden ser positivos, como la captura de CO_2 y la conservación del suelo, o negativos, como el uso intensivo de agua y la erosión, lo que permite comprender integralmente la dinámica ambiental del sistema productivo.

Figura 26. Diagrama de flujo de energía cultivo de sagú

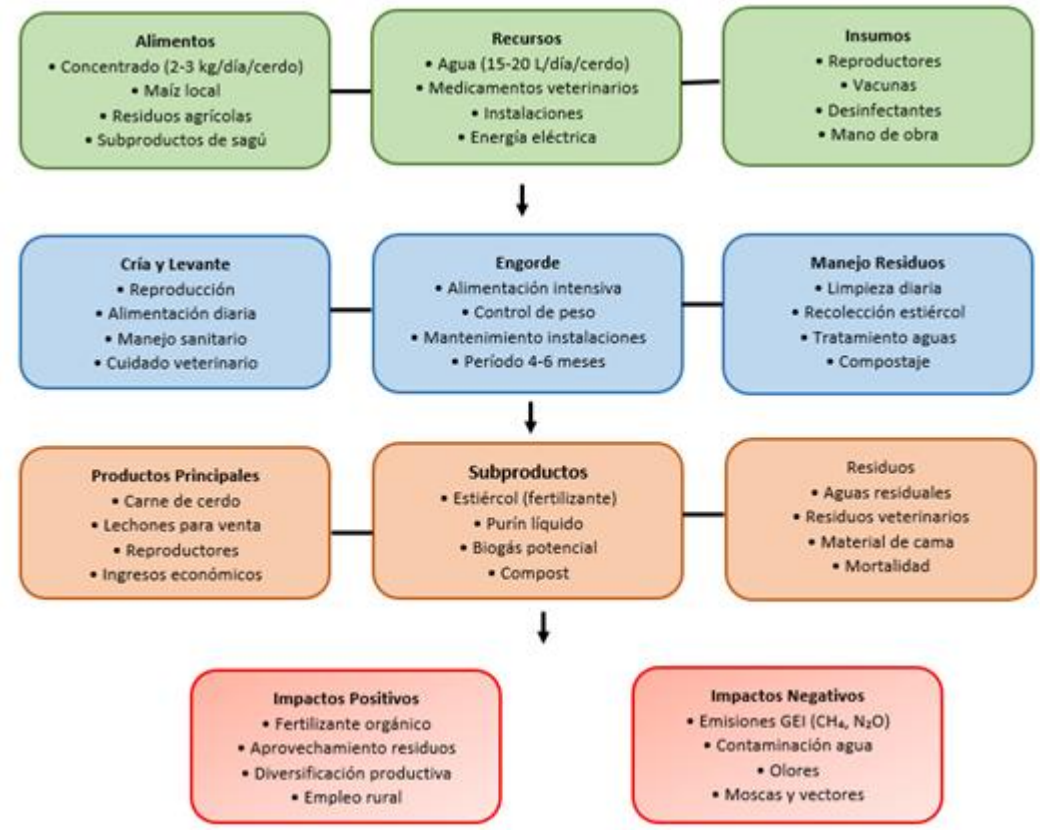


Fuente: Autores.

8.3.3 Diagrama de flujo de energía del establo porcino

El diagrama de energía del sistema productivo porcino se desarrolla como una estrategia metodológica de análisis de flujos de materia y energía, que permite representar las principales entradas (alimentos, agua, insumos y recursos), los procesos internos de cría, levante y engorde, junto con la gestión de residuos, y las salidas en forma de productos, subproductos e impactos. Esta herramienta metodológica facilita visualizar la circulación de la energía dentro del sistema, favoreciendo la identificación tanto de los beneficios productivos como de los efectos negativos sobre el ambiente.

Figura 27. Diagrama de flujo de energía del establo porcino.



Fuente: Autores.

8.3.4 Análisis de comparación de los diagramas de flujo de energía del sagú y el establo porcino

El contraste entre los diagramas de entradas y salidas muestra dos modelos productivos con dinámicas distintas. El cultivo de sagú se caracteriza por una dependencia baja de insumos externos, con un uso predominante de recursos naturales (suelo, agua, energía solar) y trabajo manual, lo que lo convierte en un sistema de baja intensidad tecnológica y con impactos ambientales relativamente reducidos. Sus principales salidas son productos de consumo directo como el almidón y derivados, además de subproductos vegetales que pueden reincorporarse al suelo, favoreciendo la sostenibilidad local.

Por su parte, la producción porcina opera bajo un esquema intensivo, con una alta demanda de alimentos balanceados, agua y medicamentos veterinarios, lo que incrementa la dependencia de insumos externos y los costos de operación. Aunque sus salidas —carne y derivados— tienen mayor rentabilidad económica y un mercado consolidado, el sistema genera volúmenes importantes de residuos orgánicos y emisiones que requieren un manejo especializado para evitar impactos negativos en el ambiente y la salud comunitaria.

En conjunto, el análisis evidencia que el sagú es un sistema más sostenible y resiliente en términos ambientales, pero con limitaciones económicas debido a su carácter artesanal y a la falta de cadenas de valor consolidadas. En contraste, la porcicultura resulta más competitiva y rentable en el corto plazo, aunque plantea mayores retos de gestión ambiental y tecnológica.

8.3.5 Análisis de comparación socioeconómico del sagú y el establo porcino

Para el análisis económico comparativo entre el cultivo de sagú y la producción porcina en la finca Pobo se empleó una metodología basada en la recolección y sistematización de fuentes secundarias. La información se recopiló a partir de publicaciones de entidades como Agrosavia, Portafolio, América Economía, Agronegocios y 3tres3, que permiten identificar los costos de producción, ingresos y márgenes de rentabilidad asociados a cada sistema productivo. A través de la construcción de tablas comparativas, se calcularon los indicadores de inversión inicial, costos unitarios y rentabilidad, expresados tanto por hectárea en el caso del sagú como por kilogramo de carne en el sistema porcino, con el fin de establecer un contraste claro entre ambos modelos productivos y sustentar la viabilidad económica de cada uno.

Tabla 29. Caracterización económica

Indicador	Harina de Sagú (kg)	Carne de Cerdo (kg canal)
Costo de producción	≈ 8.192 COP/kg	≈ 8.528 COP/kg
Precio de venta	≈ 8.461 COP/kg	≈ 9.000 COP/kg
Rentabilidad neta	≈ 269 COP/kg	≈ 472 COP/kg
Margen (%)	3,20%	5,20%
Contexto	Cultivo artesanal, depende del procesamiento	Industria consolidada y creciente

Fuente: Elaboración propia con base en Studenta (2016, 2018), 3tres3 (2024) y Portafolio (2024).

8.4 PROPUESTAS TÉCNICAS CON CRITERIOS DE VIABILIDAD

La propuesta técnica reúne alternativas para fortalecer la sostenibilidad ambiental, económica y social en la finca y su entorno, integrando prácticas agroecológicas, manejo de residuos, conservación y desarrollo comunitario. Más allá de describir opciones, estas iniciativas responden a problemas detectados en el análisis: baja rentabilidad y falta de asociatividad en el sagú, y altos impactos ambientales en la porcicultura. Coinciden con lo planteado por el MADS (2019) sobre economía circular y con Martínez (2020) respecto a sistemas agroforestales como vía para diversificar ingresos y mejorar resiliencia. Sin embargo, su viabilidad depende de inversión inicial, asistencia técnica y organización comunitaria, lo que exige acompañamiento institucional para que no queden solo como recomendaciones teóricas.

Tabla 30. Propuestas técnicas con criterios de viabilidad

Propuesta técnica	Descripción	Viabilidad	Beneficios principales	Referencias
Fortalecimiento del cultivo de sagú con valor agregado	Transformación en harina, almidón refinado y productos derivados (galletas, coladas, panes).	Alta – requiere baja inversión inicial y puede apoyarse en programas de fomento agroindustrial.	Incremento en la rentabilidad, generación de empleo local, preservación de prácticas agroecológicas y culturales.	Rodríguez & Cárdenas (2021); Pulido (2024).
Gestión de residuos en la porcicultura mediante biodigestores	Instalación de biodigestores para excretas y sistemas de filtros vegetales o lagunas de oxidación.	Media – requiere inversión moderada y capacitación técnica, apoyada en economía circular.	Reducción de la contaminación hídrica y atmosférica, aprovechamiento energético, valorización de subproductos.	MADS (2019); FAO (2018).
Sistema agroforestal mixto (sagú + árboles nativos + porcicultura a	Integración de sagú con especies arbóreas (nogal cafetero, guamo,	Alta – combina recursos existentes y diversifica la producción.	Conservación de suelo y biodiversidad, ingresos múltiples, mayor	Martínez (2020); González et al. (2024).

Propuesta técnica	Descripción	Viabilidad	Beneficios principales	Referencias
pequeña escala)	guayabo) y pastoreo controlado.		resiliencia climática.	
Corredores ecológicos y prácticas de conservación	Establecimiento de áreas de vegetación nativa, barreras vivas y terrazas para controlar erosión.	Alta – bajo costo, ejecutable con mano de obra local.	Reducción de erosión y riesgo de remoción en masa, protección de biodiversidad, mejora de servicios ecosistémicos.	Gómez (2019); Pérez Hettinga (2017).
Fortalecimiento de capacidades locales y asociatividad	Formación técnica en agroecología y porcicultura sostenible, creación de asociaciones de productores.	Media – requiere coordinación institucional y compromiso comunitario.	Empoderamiento social, acceso a mercados y financiamiento, reducción de costos por economía de escala.	Castiblanco & Naizaque (2024).

Fuente: Autores.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo permitió evaluar comparativamente las implicaciones ambientales y socioeconómicas de dos alternativas productivas en la finca Pobo (Fosca, Cundinamarca): la continuidad del cultivo de sagú y la implementación de un sistema de producción porcina intensiva. A partir de los resultados obtenidos mediante entrevistas, observación directa, análisis de flujos de energía y la aplicación de la matriz de Leopold, se derivan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

9.1 CONCLUSIONES

- El cultivo de sagú obtuvo un valor global de –180 en la matriz de Leopold, mientras que la porcicultura alcanzó –612. Estos resultados demuestran que el sagú genera impactos ambientales negativos de menor magnitud y, por tanto, constituye una alternativa más sostenible.
- La porcicultura ofrece una rentabilidad neta aproximada de 5,2 % (≈200 COP/kg), frente al 3,2 % del sagú, lo que explica la preferencia de los productores por este sistema. Sin embargo, el sagú posee un valor cultural y alimentario significativo, estrechamente ligado a prácticas tradicionales y a la identidad comunitaria.
- La producción porcina intensiva ocasiona mayores afectaciones en la calidad del agua (–170), aire (–160) y microflora (–116), además de la generación de olores y emisiones gaseosas. Estos impactos comprometen la sostenibilidad a largo plazo y exigen un manejo tecnificado y constante para su mitigación.
- Los agricultores reconocen los beneficios ambientales del sagú, pero lo perciben como poco rentable en comparación con la porcicultura, la cual es vista como una actividad más estable económicamente aunque requiere inversiones mayores y acompañamiento institucional.
- La toma de decisiones basada únicamente en criterios económicos inmediatos ignora los costos ambientales de largo plazo y la pérdida de servicios ecosistémicos. En este sentido, alternativas integradas como sistemas

agroforestales o silvopastoriles emergen como opciones viables para equilibrar productividad y conservación.

- El análisis realizado en la finca Pobo confirma que el Administrador Ambiental cumple un papel esencial en la planificación territorial sostenible, al integrar de manera simultánea la evaluación de impactos ambientales, la viabilidad económica y las dimensiones socioculturales. Este enfoque holístico lo posiciona como un profesional idóneo para liderar proyectos relacionados con la agroecología, la economía circular, la gestión de residuos y la producción pecuaria sostenible. En este sentido, los resultados de la monografía trascienden el ámbito académico, pues demuestran las capacidades del Administrador Ambiental para incidir en la toma de decisiones responsables dentro de instituciones públicas, empresas privadas y organizaciones comunitarias, aportando al desarrollo de territorios más resilientes y sostenibles.

9.2 RECOMENDACIONES

A nivel predial

- Diversificar el aprovechamiento del sagú mediante la elaboración de harinas, coladas, panes y otros bioproductos que aumenten su valor agregado y rentabilidad.
- Implementar biodigestores y sistemas de tratamiento de aguas residuales que permitan transformar excretas en biogás y biofertilizantes, reduciendo la contaminación y generando subproductos útiles.
- Integrar el cultivo de sagú con especies forestales y ganadería a pequeña escala, fortaleciendo la diversificación productiva y la resiliencia frente a variaciones climáticas.

A nivel comunitario

- Impulsar procesos de formación en agroecología y gestión de residuos, en articulación con la Alcaldía, la CAR y organizaciones locales, que fortalezcan las capacidades de decisión y manejo ambiental.

- Fomentar la organización de productores para acceder colectivamente a mercados, financiamiento y programas estatales de apoyo, reduciendo costos de producción y aumentando la competitividad regional.

A nivel de política pública

- Diseñar e implementar programas de apoyo económico y técnico dirigidos al fortalecimiento de cultivos tradicionales como el sagú, en reconocimiento a su importancia cultural y ambiental.
- Exigir estándares más estrictos de manejo ambiental en sistemas porcinos intensivos, de manera que su expansión no comprometa la sostenibilidad de territorios frágiles como Fosca.
- Alinear las políticas locales con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2, 6, 12, 13 y 15) y con la Estrategia Nacional de Economía Circular (MADS, 2019), asegurando que la producción agropecuaria contribuya efectivamente al desarrollo sostenible del país.

A nivel universitario

- Fortalecer la articulación entre la investigación académica y las problemáticas locales, incentivando estudios de caso como el de la finca Pobo que conecten el conocimiento científico con las necesidades de los territorios rurales.
- Promover espacios de formación interdisciplinar en agroecología, gestión ambiental y economía circular, orientados a que los futuros profesionales puedan proponer alternativas productivas sostenibles.
- Consolidar semilleros de investigación que acompañen a comunidades rurales en la implementación de prácticas sostenibles, favoreciendo la transferencia de conocimiento y la innovación social.
- Integrar en el currículo experiencias de extensión universitaria que permitan a los estudiantes aplicar herramientas como la matriz de Leopold o los análisis de flujos de energía en escenarios reales de toma de decisiones

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

3tres3. (2024, febrero 5). ¿Cuánto cuesta producir 1 kilogramo de carne plato del consumidor? *3tres3*. https://www.3tres3.com/latam/articulos/%C2%BFcuanto-cuesta-producir-1-kilogramo-de-carne-plato-del-consumidor_16492/

Agronegocios. (2024, marzo 10). Los factores que se deben tener en cuenta para ingresar al negocio de la porcicultura. *Agronegocios*. https://www.agronegocios.co/finca/los-factores-que-se-deben-tener-en-cuenta-para-ingresar-al-negocio-de-la-porcicultura-3590080

Altieri, M., & Nicholls, C. (2012). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Icaria.

Bardin, L. (2002). *Análisis de contenido*. Akal.

Castiblanco, L. A., & Naizaque, N. (2024). *Educación ambiental para la gestión comunitaria del territorio: Experiencias en Cundinamarca*. Editorial EcoTerritorios.

Castiblanco, L. A., & Naizaque, N. (2024). Aproximación al componente ambiental: Inclusión e interculturalidad en educación en ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 55*, 356–360. https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/21092

Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.

Gómez, J. (2019). Impactos ambientales del cambio de uso del suelo en sistemas pecuarios de Cundinamarca [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/XXXXX

González, L. F., Ramírez, A., & Torres, J. (2024). Participación comunitaria y sostenibilidad rural en los Andes colombianos. *Revista Desarrollo y Ambiente, 48*(1), 77–95. https://doi.org/10.15359/da.48-1.6

Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4.ª ed.). SAGE.

Lambin, E., Turner, B., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E., Mortimore, M., Ramakrishnan, P., Richards, J., … Xu, J. (2001).

The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change, 11*(4), 261–269. https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. U.S. Geological Survey.

MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). (2019). *Estrategia nacional de economía circular*. MADS. https://www.minambiente.gov.co/estrategia-nacional-de-economia-circular/

Martínez, J. (2020). Sistemas agroforestales y sostenibilidad en territorios andinos. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/XXXXX

Martínez-Alier, J. (2007). *El ecologismo de los pobres: Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Icaria.

Narváez, D., Rojas, P., & Herrera, J. (2019). Impactos de la porcicultura intensiva en la calidad del agua en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 32*(3), 211–223. https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v32n3a04

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2018). *Buenas prácticas pecuarias (BPP) en sistemas de producción animal*. FAO. https://www.fao.org/3/i6561s/i6561s.pdf

Pérez Hettinga. (2017). La gestión ambiental en sistemas de producción porcina intensiva en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente, 20*(2), 45–61. https://doi.org/10.15446/ga.v20n2.XXXX

Portafolio. (2024, abril 3). Producción y consumo de carne de cerdo en Colombia crecen por encima del promedio mundial. *Portafolio*. https://www.portafolio.co/economia/agro/produccion-y-consumo-de-carne-de-cerdo-en-colombia-crecen-por-encima-del-promedio-mundial-630246

Pulido, C. (2024). *Agroecología, saberes tradicionales y soberanía alimentaria en los Andes colombianos* [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. Repositorio Uniandes.

Pulido, E. (2024). Ruta ambiental desde la soberanía y seguridad alimentaria: Mapeamiento informativo bibliográfico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 55*, 427–430. https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/20996

Rodríguez, M., & Cárdenas, L. (2021). Agroecología en la región andina: Retos y desafíos. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/382770298_Agroecologia_en_la_region_Andina_Retos_y_desafios

Rodríguez, P. (2021). Contribución de los sistemas agroecológicos en la estabilidad ambiental de la región andina. *Revista Agroecología y Sostenibilidad, 5*(2), 45–63. https://doi.org/10.15359/ras.5-2.4

Sabogal, K. G. (2023). Contribución de los sistemas productivos ganaderos con enfoque de sostenibilidad en la captura de carbono [Trabajo de grado, Universidad de Cundinamarca]. Repositorio Universidad de Cundinamarca. https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/XXXX

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. FAO.

Studenta. (2016, junio 15). Almidón de sagú (*Canna edulis* Ker.): producto colombiano con potencial de comercialización. *Studenta*. https://es.studenta.com/content/135917073/almidon-de-sagu-canna-edulis-ker-producto-colombiano-con-potencial-de-comerciali

11. ANEXOS

- En el anexo 1 se encuentran los consentimientos firmados por los entrevistados.
  Anexo 1, (Consentimientos)
- En el anexo 2 se encuentran los audios de los entrevistados.
  Anexo 2, (Entrevistas)
- En el anexo 3 se encuentra las tablas completas de la caracterización ambiental.
  Anexo 3, (Caracterización ambiental)
- En el anexo 4 se encuentra la evaluación de impacto ambiental.
  Anexo 4, (Evaluación de impacto ambiental)
- En el anexo 5 se encuentra la tabulación y codificación de las entrevistas.
- Anexo 5, (Tabulación entrevistas)