

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural



Fortalecimiento del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca a través de metodologías de gerencia de proyectos: estrategias para promover su sostenibilidad social, ambiental y desarrollo rural.

Edison Alexander Cruz Rojas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural

Fortalecimiento del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca a través de metodologías de gerencia de proyectos: estrategias para promover su sostenibilidad social, ambiental y desarrollo rural.

Edison Alexander Cruz Rojas ID 696766

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora

Ivonne Tatiana Muñoz Martínez

Magíster en Administración

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

Contenido

| | |
|---|----|
| Lista de tablas | 5 |
| Lista de figuras..... | 6 |
| Lista de anexos..... | 7 |
| Resumen..... | 8 |
| Abstract..... | 9 |
| Introducción | 10 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 13 |
| 1.1. Descripción del problema..... | 15 |
| 1.1.1. Contextualización del Objeto de Estudio..... | 15 |
| 1.1.2. Problemática central identificada | 16 |
| 1.2. La pregunta de investigación..... | 17 |
| 1.3. Los objetivos de investigación | 17 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 17 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 18 |
| 1.4. Justificación de la investigación..... | 18 |
| 2. MARCO REFERENCIAL..... | 20 |
| 2.1. Marco de Antecedentes | 20 |
| 2.2. Marco Teórico | 23 |
| 2.2.1. Cultivo de trucha como Emprendimiento rural | 23 |
| 2.2.2. Sostenibilidad social y ambiental | 25 |
| 2.2.3. Metodologías y herramientas en la Gerencia de Proyectos | 26 |
| 2.3. Marco Normativo | 27 |
| 3. METODOLOGÍA | 29 |
| 3.1. Enfoque y alcance de la investigación | 29 |
| 3.2. Población y tamaño de la muestra..... | 30 |
| 3.3. Instrumentos | 31 |
| 3.3.1. Modelo de Caracterización de Negocios Rurales | 31 |
| 3.3.2. Análisis documental – Metodologías en gerencia de proyectos..... | 33 |
| 3.4. Descripción de Procedimientos..... | 34 |

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural

| | | |
|--------|---|----|
| 3.4.1. | Procedimiento de aplicación del Modelo de Caracterización de Negocios Rurales | 34 |
| 3.4.2. | Procedimiento de aplicación del análisis documental aplicado en los conceptos de gerencia de proyectos | 35 |
| 3.5. | Análisis de la información..... | 37 |
| 3.5.1. | Análisis de la información del Modelo de Caracterización de Negocios Rurales | 37 |
| 3.5.2. | Análisis de la información a partir de la revisión documental aplicado en los conceptos de gerencia de proyectos..... | 38 |
| 3.6. | Consideraciones Éticas..... | 39 |
| 3.6.1. | Análisis de consideraciones éticas | 39 |
| 3.6.2. | Instrumentos de aceptación y autorización | 39 |
| 4. | RESULTADOS..... | 41 |
| 4.1. | Caracterización del cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca | 41 |
| 4.2. | Selección de la metodología en gerencia de proyectos | 51 |
| 4.3. | Formulación de estrategias para fomentar la sostenibilidad social y ambiental de cultivo de trucha en Machetá..... | 53 |
| 5. | DISCUSIÓN | 61 |
| 6. | CONCLUSIONES | 68 |
| 7. | RECOMENDACIONES..... | 71 |
| | Referencias..... | 72 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Paso a paso del análisis documental en gerencia de proyectos, partiendo de los pasos según Corona, J. I. M., Almón, G. E. P., & Garza, D. B. O. (2023)..... | 36 |
| Tabla 2. Caracterización general del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca en su contexto rural | 42 |
| Tabla 3. Caracterización específica del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca respecto a su sostenibilidad social y ambiental. | 47 |
| Tabla 4. Comparación de las distintas metodologías en gerencia de proyectos | 52 |
| Tabla 5. Estrategias para fomentar la sostenibilidad social y ambiental del cultivo de trucha en Machetá..... | 56 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Gráfico Radial Caracterización general del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca en su contexto rural..... | 45 |
| Figura 2. Gráfico Radial Caracterización específica del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca en el ámbito social y ambiental. | 50 |

Lista de anexos

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Encuesta 1 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha | 76 |
| Anexo 2. Encuesta 2 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha | 77 |
| Anexo 3. Encuesta 3 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha | 78 |
| Anexo 4. Encuesta 4 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha | 79 |
| Anexo 5. Encuesta 5 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha | 80 |
| Anexo 6. Entrevista 1 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha. | 81 |
| Anexo 7. Entrevista 2 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha. | 82 |
| Anexo 8. Entrevista 3 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha. | 83 |
| Anexo 9. Entrevista 4 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha. | 85 |
| Anexo 10. Entrevista 5 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha | 86 |
| Anexo 11. Formato de consentimiento informado | 87 |
| Anexo 12. Matriz bibliográfica – Cuadro comparativo de metodologías de gerencia de proyectos | 89 |

Resumen

Este trabajo busca fortalecer el cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, mediante metodologías de gerencia de proyectos que permiten organizar, planificar y evaluar iniciativas productivas. A través de un enfoque cualitativo y del Modelo de Caracterización de Negocios Rurales, se identificarán fortalezas como la ubicación estratégica, la disponibilidad de agua y la cohesión social, así como debilidades relacionadas con la capacitación, conectividad, articulación institucional e infraestructura. El análisis evidenciará que estas limitaciones afectan la competitividad, sostenibilidad social y ambiental del cultivo. Con la metodología del Marco Lógico, se plantearán estrategias para fortalecer la organización, incluir a jóvenes y mujeres, gestionar el agua y proteger ecosistemas. Así, el cultivo de trucha se concibe como un proceso integral que, gestionado de forma responsable e inclusiva, impulsa el desarrollo rural sostenible, mejora el bienestar económico, preserva el ambiente y refuerza el tejido comunitario.

Palabras clave:

Gerencia de proyectos, sostenibilidad, acuicultura, desarrollo rural y comunidad.

Abstract

This work aims to strengthen trout farming in Machetá, Cundinamarca, through project management methodologies that enable the organization, planning, and evaluation of productive initiatives. Using a qualitative approach and the Rural Business Characterization Model, strengths such as strategic location, water availability, and social cohesion were identified, along with weaknesses related to training, connectivity, institutional coordination, and infrastructure. The analysis showed that these limitations affect the competitiveness and the social and environmental sustainability of the activity. Through the Logical Framework methodology, strategies were proposed to strengthen organization, include youth and women, manage water resources, and protect ecosystems. Thus, trout farming is conceived as an integrated process that, when managed responsibly and inclusively, drives sustainable rural development, improves economic well-being, preserves the environment, and reinforces community cohesion.

Keywords:

Project management, sustainability, aquaculture, rural development, community.

Introducción

Esta investigación se centra en un emprendimiento rural dedicado al cultivo de trucha en la vereda El Tablón, ubicada en el municipio de Machetá, departamento de Cundinamarca, Colombia. Este emprendimiento, de carácter familiar, se enfoca en la piscicultura artesanal de trucha arcoíris, aprovechando las fuentes hídricas frías de la región montañosa. La zona cuenta con condiciones climáticas favorables, altitudes superiores a los 2.000 m s. n. m., y abundantes recursos naturales, lo que la convierte en un entorno ideal para esta actividad acuícola (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2017). A pesar de ello, enfrenta desafíos típicos de las zonas rurales, como acceso limitado a mercados, escasa conectividad digital, y deficiencias en gestión administrativa y tecnológica. En este contexto, se plantea fortalecer el cultivo de trucha a través de metodologías de gestión de proyectos como una estrategia para mejorar la productividad, sostenibilidad y competitividad del emprendimiento, al mismo tiempo que se impulsa el desarrollo económico y social de la comunidad local. (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

El negocio rural analizado en este estudio se especializa en la producción artesanal de trucha en estanques de flujo abierto, aprovechando las aguas frías y limpias de la vereda El Tablón, en el municipio de Machetá, Cundinamarca. Esta actividad acuícola, además de generar ingresos familiares, representa una opción productiva relevante para áreas rurales de montaña con limitadas oportunidades de empleo y diversificación económica (FAO, 2023). En este contexto, el cultivo de trucha adquiere importancia por su capacidad para impulsar las economías locales, fortalecer la seguridad alimentaria y reducir la presión sobre otras formas menos sostenibles de producción (MADR, 2017). Sin embargo, el emprendimiento enfrenta desafíos significativos como una gestión empresarial deficiente, la falta de acceso a tecnologías sostenibles y la escasa conexión con los mercados regionales, lo que afecta tanto la sostenibilidad económica como ambiental del sistema productivo (DNP, 2022; Sánchez García & Camacho, 2017). Ante estas problemáticas, este estudio propone fortalecer el cultivo a través de

metodologías de gestión de proyectos adaptadas al entorno rural, con el objetivo de encontrar soluciones integrales y sostenibles que impulsen el desarrollo territorial.

El cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, representa una oportunidad estratégica para impulsar la economía rural, crear empleo local y fomentar prácticas productivas respetuosas con el medio ambiente. A pesar de ello, este negocio rural se enfrenta a diversos desafíos, como la falta de conocimientos en gestión empresarial, la poca formalización de actividades, la limitada conectividad tecnológica y el escaso acceso a financiamiento y mercados (FAO, 2023; DNP, 2022). Ante esta situación, es crucial implementar estrategias basadas en modelos, metodologías y herramientas de gestión de proyectos, como el PMBOK y el marco lógico, que permitan estructurar procesos, optimizar recursos y alinear los objetivos sociales, económicos y ambientales del cultivo (López & Ríos, 2023). Estas estrategias buscan no solo mejorar la gestión técnica del cultivo, sino también fortalecer la resiliencia y sostenibilidad de los negocios acuícolas en entornos rurales, contribuyendo así a un desarrollo integral del territorio (Torres & Méndez, 2021).

El enfoque cuantitativo se enfoca en la recolección y análisis de datos numéricos para identificar patrones, relaciones causales y medir resultados de manera objetiva. En el contexto del cultivo de trucha en Machetá, este enfoque permite evaluar el impacto de las metodologías de gestión de proyectos en variables como el rendimiento productivo, la rentabilidad económica y el uso eficiente de los recursos, utilizando encuestas estructuradas, análisis estadísticos e indicadores de sostenibilidad para respaldar decisiones gerenciales. Por otro lado, el enfoque cualitativo busca comprender en profundidad fenómenos sociales, culturales y humanos a través de la interpretación de experiencias, creencias y prácticas. En el proyecto del fortalecimiento del cultivo de trucha en Machetá, este enfoque es útil para explorar las percepciones de los productores, los saberes tradicionales, las dinámicas comunitarias y los obstáculos sociales que afectan la implementación de buenas prácticas acuícolas, utilizando técnicas como entrevistas, grupos focales u observación directa para obtener información contextual. Finalmente, el enfoque mixto integra elementos del enfoque cuantitativo y cualitativo, permitiendo un análisis más completo y profundo del problema de investigación. En el caso del cultivo de trucha en Machetá, este enfoque combina datos duros (como tasas de producción, ingresos, eficiencia

técnica) con información subjetiva (motivaciones, barreras culturales, percepción de sostenibilidad), logrando una visión holística que respalda el diseño y adaptación de metodologías de gestión de proyectos para el desarrollo rural sostenible.

En el contexto del fortalecimiento del cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, se emplea un enfoque cualitativo descriptivo para profundizar en los factores sociales, organizativos y territoriales que influyen en la sostenibilidad del negocio rural en estudio. La investigación se basa en un estudio de caso de un emprendimiento familiar en la vereda El Tablón, cuya actividad piscícola refleja los desafíos y oportunidades comunes en zonas rurales andinas. Este enfoque es relevante para no solo describir las prácticas actuales, sino también interpretar cómo la aplicación de metodologías de gestión de proyectos puede abordar las necesidades del territorio, considerando aspectos como el acceso al conocimiento, los saberes tradicionales y la gestión organizacional (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). A través de entrevistas, revisión documental y observación, se busca obtener información para diseñar estrategias adaptadas al contexto, fomentando así un desarrollo rural sostenible y contextualizado.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La literatura sobre desarrollo rural en Colombia destaca la importancia de combinar conocimientos tradicionales con enfoques innovadores, como la agroecología, para impulsar la sostenibilidad (Sánchez García & Camacho, 2017). En el contexto del cultivo de trucha en Machetá, la falta de metodologías de gestión de proyectos obstaculiza la planificación y sostenibilidad de las iniciativas, limitando su crecimiento y aporte al desarrollo rural. Por tanto, es esencial implementar estrategias de gestión de proyectos que fortalezcan este sector y fomenten su desarrollo sostenible.

Segundo, la carencia de opciones educativas para los jóvenes en áreas rurales en Colombia, como por ejemplo en Machetá Cundinamarca, impide que adquieran las habilidades requeridas para liderar proyectos empresariales, como el cultivo de trucha. Asimismo, la falta de métodos de enseñanza apropiados y ambientes de aprendizaje efectivos dificulta la utilización de transformación digital un impulsor del desarrollo rural y la inclusión social (Prado Higuera, Pérez Bolaños, 2021).

Tercero, a pesar de los esfuerzos institucionales para promover el desarrollo rural en Colombia, muchos proyectos, como el cultivo de trucha en Machetá, encuentran dificultades para establecerse de manera sostenible. Estas dificultades no solo se deben a la falta de infraestructura o financiamiento, sino también a la escasa adaptación de las metodologías de gestión de proyectos a las realidades sociales, culturales y ambientales del entorno rural (López & Ríos, 2023). En este sentido, enfoques como la agroecología ofrecen una alternativa viable, al combinar saberes tradicionales con conocimientos técnicos, promoviendo sistemas productivos más resilientes y sostenibles (Altieri, 2018; MADR, 2017). La falta de integración de estos enfoques en la gestión de proyectos limita la efectividad de las iniciativas productivas y representa un obstáculo para el desarrollo territorial inclusivo y sostenible (FAO, 2023; Torres & Méndez, 2021).

Cuarto, la falta de enfoques integrales para el emprendimiento rural, que tomen en cuenta el enfoque territorial y el bienestar integral, ha dado lugar a procedimientos de emprendimiento

incompletos o que fallan en el camino, obstaculizando la unión comunitaria y la sostenibilidad del progreso en las zonas rurales (Jurado-Paz, 2022).

Finalmente, el cultivo de trucha en Machetá enfrenta desafíos como el limitado acceso a avances tecnológicos y conocimientos en acuicultura, la escasa capacitación en administración y marketing, y la dificultad para evaluar las condiciones de las microempresas rurales y sus impactos ambientales. Estas limitaciones ponen en riesgo la sostenibilidad del sector y contribuyen a la pobreza y a la baja competitividad agrícola (AGLALA, 2021).

En Machetá, las problemáticas del desarrollo rural abarcan limitaciones estructurales, sociales, económicas, tecnológicas y ambientales que requieren un enfoque integral para fortalecer el emprendimiento acuícola sostenible y mejorar la calidad de vida local. Estos desafíos incluyen la dependencia en actividades tradicionales, la falta de conocimientos en gestión y tecnología en microempresas rurales, lo que afecta su competitividad y sostenibilidad (DNP, 2022; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Además, problemas ambientales como la contaminación del agua y la escasez de recursos hídricos amenazan la producción de trucha y el bienestar comunitario (FAO, 2023), mientras que factores socioculturales y educativos dificultan la adopción de prácticas empresariales efectivas en la región (Sánchez García & Camacho, 2017).

Para abordar la compleja situación en Machetá, es crucial implementar metodologías de gestión de proyectos integrales que coordinen el desarrollo económico, social y ambiental del cultivo de trucha, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible del país. Esto implica fortalecer las comunidades rurales a través de estrategias que mejoren su calidad de vida y promuevan la sostenibilidad productiva. Además, es necesario superar obstáculos en políticas públicas, tecnología, acceso a financiamiento e infraestructura para fomentar la innovación y el crecimiento equitativo del sector acuícola en áreas rurales remotas.

Al contrastar entre los problemas identificados en la literatura con los desafíos reales del cultivo de trucha en Machetá, se destaca la urgencia de una transformación profunda en el sector rural. Esta transformación debe centrarse en cerrar las brechas en educación, acceso a tecnología, formulación de políticas públicas y participación comunitaria en el desarrollo económico del

país. El fortalecimiento de los negocios acuícolas requiere la implementación de metodologías de gestión de proyectos que impulsen la sostenibilidad inclusiva y competitiva. En el ámbito social, es fundamental fomentar la participación activa de la comunidad, aprovechando sus recursos y conocimientos para liderar procesos de cambio. Además, es necesario promover alternativas de diversificación económica, como el turismo rural y otras actividades complementarias, para fortalecer la economía local y reducir la dependencia del modelo agropecuario tradicional.

1.1.Descripción del problema

1.1.1. Contextualización del Objeto de Estudio

La contextual del estudio sobre el fortalecimiento del cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, parte del reconocimiento de la trucha como una especie acuícola con alto potencial productivo en zonas rurales, debido a su demanda en mercados locales y nacionales, y su adaptabilidad a ambientes fríos y aguas cristalinas (FAO, 2023). Sin embargo, este cultivo enfrenta desafíos que limitan su crecimiento sostenible, como la falta de capacitación técnica de los productores, la escasez de recursos económicos, la limitada conectividad digital, dificultades en el acceso a mercados y brechas educativas que afectan la competitividad de las unidades productivas rurales (Departamento Nacional de Planeación, 2022; Sánchez García & Camacho, 2017).

Para abordar estos desafíos, es crucial implementar metodologías integrales de gestión de proyectos, como el PMBOK y el Marco Lógico, adaptadas a las realidades de Machetá. Estas herramientas permiten una coordinación estratégica que integra el desarrollo económico, social y ambiental del cultivo de trucha, fomentando la participación comunitaria, la innovación y la diversificación económica, aspectos clave para fortalecer los emprendimientos acuícolas y promover un desarrollo rural sostenible (López & Ríos, 2023; Torres & Méndez, 2021). Asimismo, es fundamental superar limitaciones rurales relacionadas con políticas públicas, acceso a tecnología, financiamiento e infraestructura para garantizar la resiliencia y competitividad del sector acuícola en la región (FAO, 2023; Departamento Nacional de Planeación, 2022).

1.1.2. Problemática central identificada

En el ámbito de la sostenibilidad social, el cultivo de trucha en Machetá se enfrenta a serias problemáticas derivadas de la limitada capacitación y formación de los productores rurales. Esta carencia dificulta la adopción de prácticas empresariales y de gestión adecuadas, lo que a su vez obstaculiza el fortalecimiento de emprendimientos acuícolas sostenibles y reduce las oportunidades para la inclusión productiva y la generación de empleo estable en la comunidad. La brecha educativa existente en este sector impacta de manera significativa en la competitividad y resiliencia de las unidades productivas, limitando su capacidad de adaptación a los cambios del entorno y de aprovechar al máximo su potencial de desarrollo (Sánchez García & Camacho, 2017).

Adicionalmente, la escasa conectividad digital en la zona rural de Machetá representa un desafío adicional para el sector acuícola, ya que dificulta el acceso a información, tecnologías y herramientas que podrían mejorar la eficiencia y resiliencia del mismo (FAO, 2023). La falta de acceso a recursos digitales y a la formación necesaria en este ámbito limita la capacidad de los productores para implementar soluciones innovadoras y para mantenerse actualizados en un entorno cada vez más digitalizado. Asimismo, la participación comunitaria en los procesos de desarrollo económico regional se ve afectada por esta limitación, lo que restringe el aprovechamiento del conocimiento local y la capacidad de la comunidad para liderar transformaciones sociales positivas. La falta de espacios colaborativos y la insuficiente inclusión de los actores locales en la toma de decisiones generan desconfianza y resistencia a iniciativas externas, lo que frena la implementación de metodologías adaptadas a la realidad rural y dificulta la construcción de consensos para el desarrollo sostenible (Torres & Méndez, 2021).

En cuanto a la sostenibilidad ambiental, el cultivo de trucha en Machetá enfrenta desafíos significativos relacionados con la contaminación del agua y la escasez de recursos hídricos, condiciones que ponen en riesgo tanto la producción acuícola como el bienestar comunitario. La ausencia de una gestión ambiental adecuada y el limitado acceso a tecnologías especializadas para el manejo sostenible de los recursos naturales aumentan la vulnerabilidad ecológica de la región (Departamento Nacional de Planeación, 2022). Esta situación refleja una brecha importante en la integración de prácticas ambientalmente responsables dentro de las unidades

productivas acuícolas, dificultando la conservación de los ecosistemas acuáticos y poniendo en riesgo la sostenibilidad a largo plazo del cultivo de trucha en Machetá (López & Ríos, 2023). Por ello, la adopción de modelos y metodologías de gestión de proyectos que contemplen enfoques integrales y participativos es fundamental para coordinar esfuerzos en la conservación ambiental, al tiempo que se promueve la innovación y la diversificación económica en el sector rural.

La sostenibilidad del cultivo de trucha en Machetá se ve afectada por desafíos sociales y ambientales interrelacionados que impactan en la productividad y la resiliencia de la comunidad. Para superar estas barreras, es necesario implementar un enfoque integral que fortalezca la capacitación y participación de los productores, promueva el uso sostenible de los recursos naturales y adopte una gestión adaptada a las condiciones locales. De esta manera, se puede garantizar un desarrollo rural sostenible y equitativo en la región, además de permitir que el cultivo de trucha sea una actividad próspera y respetuosa con el medio ambiente (FAO, 2023; Sánchez García & Camacho, 2017; Torres & Méndez, 2021).

1.2.La pregunta de investigación

¿Qué técnicas y estrategias de gerencia de proyectos resultan más efectivas para consolidar el cultivo de trucha en Machetá, identificando acciones que aseguren su desarrollo sostenible desde una perspectiva social y ambiental?

1.3. Los objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo general

Proponer la optimización de la producción de trucha en Machetá, Cundinamarca, a través de la aplicación de técnicas y herramientas de gestión de proyectos que fomenten su sostenibilidad ambiental y social, para impulsar el desarrollo rural y emprendedor de la comunidad.

1.3.2. Objetivos específicos

Analizar el cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, desde su entorno rural, identificando la realidad de su contexto que influyen en su desarrollo y permanencia.

Evaluar las metodologías de gestión de proyectos disponibles para elegir la más adecuada que se ajuste a las necesidades y particularidades del cultivo de trucha en el entorno rural de Machetá.

Crear estrategias de fortalecimiento para el cultivo de trucha en Machetá, basadas en metodologías de gestión de proyectos, que incorporen los resultados de la caracterización y promuevan la sostenibilidad social y ambiental de la actividad rural.

1.4. Justificación de la investigación

El fortalecimiento del cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, a través de la implementación metodologías de gestión de proyectos, se presenta como una necesidad imperante debido a los diversos desafíos que enfrentan los emprendimientos acuícolas en entornos rurales. La falta de capacitación, acceso a recursos y adaptación insuficiente de herramientas gerenciales a contextos locales evidencian la urgencia de soluciones integrales que promuevan la sostenibilidad económica, social y ambiental en la región. Este enfoque busca no solo mejorar la eficiencia y resiliencia de las unidades productivas rurales, sino también incrementar la productividad y garantizar un desarrollo territorial sostenible que beneficie a las comunidades involucradas (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Desde una perspectiva científica y académica, esta investigación aporta al campo de la gestión de proyectos aplicados a entornos rurales, explorando la integración de saberes técnicos y conocimientos locales en un área que ha sido poco explorada. Al analizar metodologías de gerencia de proyectos en el contexto específico del cultivo de trucha, se amplía el cuerpo teórico y práctico sobre cómo estas herramientas pueden adaptarse para responder a las particularidades sociales, económicas y ambientales de las zonas rurales colombianas. Esta contribución resulta valiosa para futuras investigaciones y políticas públicas, al ofrecer un marco metodológico que

facilita la planificación estratégica y la innovación en emprendimientos agrícolas y acuícolas, contribuyendo así a la sostenibilidad territorial (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

La importancia ambiental de este estudio reside en la urgente necesidad de fomentar prácticas de producción acuícola que preserven los ecosistemas y hagan un uso eficiente de los recursos hídricos. Dado que el cultivo de trucha depende en gran medida de fuentes de agua limpias, es fundamental llevar a cabo una gestión cuidadosa y responsable para evitar poner en peligro tanto la producción como el equilibrio ecológico de la región. Mediante la implementación de metodologías de gestión de proyectos, se busca establecer protocolos y estrategias que reduzcan al mínimo los impactos negativos, optimicen la utilización de los recursos y garanticen la sostenibilidad ambiental del entorno donde se desarrolla la actividad (Instituto del Agua, 2024).

En cuanto al impacto social, el proyecto tiene como objetivo generar beneficios directos en la comunidad de Machetá, donde la acuicultura representa una fuente potencial de empleo e ingresos estables. La implementación de estrategias basadas en metodologías de gestión de proyectos puede fomentar la inclusión productiva, mejorar las condiciones de vida de los productores rurales y reducir la vulnerabilidad económica y ambiental la región. Además, al promover la participación activa de la comunidad en la planificación y gestión de sus recursos, se fortalece la cohesión social y se impulsa un proceso de transformación que favorece la sostenibilidad a largo plazo. Estudios recientes destacan que la acuicultura sostenible bien gestionada es una herramienta eficaz para el desarrollo rural integral, lo que respalda la pertinencia social de esta investigación (Instituto del Agua, 2024; Agro negocios, 2024).

Por último, los beneficios prácticos de este estudio tendrán un impacto directo en la empresa rural seleccionada en Machetá y en otras organizaciones afines en Colombia. La recopilación de herramientas, modelos y estrategias adaptadas a la realidad rural facilitará su reproducción entornos con similares, potenciando así la influencia de sus resultados. Además, la participación activa de los actores locales en la concepción e implementación soluciones contribuirá a fortalecer la apropiación social del conocimiento, fomentando procesos de cambio más sostenibles y equitativos a largo plazo (Agro Negocios, 2024).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco de Antecedentes

Apaza Quisope y Blanco Espezua (2022) realizaron un estudio de caso acerca de "Ingresos, tecnología y formación de productores rurales de trucha (*Oncorhynchus mykiss*)" en el lago Titicaca, a través de AGROSAVIA en Colombia. El estudio se centra en cómo la capacitación especializada y la adopción de tecnología impactan directamente en los ingresos y la productividad de los criadores de peces. El estudio demuestra que una formación técnica adecuada junto con el acceso a herramientas tecnológicas puede mejorar la viabilidad económica de las granjas de truchas, y sugiere la implementación de programas de formación adaptados a la realidad local para cerrar las brechas de conocimiento y promover la sostenibilidad en la producción.

La Federación Colombiana Acuicultores (Fedeaqua) es el principal organismo que representa a los productores de trucha a nivel nacional, brindando apoyo a través de servicios como asesoría técnica (Infoaqua), formación (Eduaqua), investigación e innovación tecnológica (CIDEACO) y extensión rural (Aquagap-Tecnibap). Estos recursos fortalecen las habilidades técnicas, el acceso a información y el apoyo necesario para superar los desafíos de formación y gestión que enfrentan los criadores de peces rurales. La utilización estratégica de estas redes podría impulsar la capacitación y el apoyo requerido para la comunidad de productores de trucha en Machetá.

En Colombia, el SENA lleva a cabo el "SENA Emprende Rural (SER)" con el objetivo de impulsar la inclusión productiva en áreas rurales a través de la formación técnica, empresarial, gestión de proyectos, acompañamiento y certificación de habilidades. Al capacitar a jóvenes, campesinos y grupos vulnerables, el programa busca fomentar la creación de negocios sostenibles. Este enfoque proporciona un modelo práctico para desarrollar programas de capacitación adaptados y específicos para los productores de trucha en Machetá, promoviendo habilidades integrales en gestión y capacidades de gerencia.

El debate público en plataformas como Reddit ha resaltado los retos de conectividad digital en áreas rurales y la posible solución a través de estrategias comunitarias autónomas. Por ejemplo, se sugiere la creación de redes locales de fibra óptica y el fortalecimiento de operadores comunitarios, capacitando a jóvenes en el mantenimiento y gestión de la infraestructura digital. Aunque no se trata de un estudio formal, estas propuestas ejemplifican enfoque participativo y adaptado a las realidades locales, fundamental para superar la brecha tecnológica que limita el acceso a formación, herramientas digitales y comunicación.

El portal de Colombia Productiva (PTP - PuntoAqua) proporciona entrenamientos enfocados en el desarrollo de la acuicultura y pesca en Colombia, abordando temas fundamentales como productividad, calidad, comercio exterior y aspectos legales. Estas capacitaciones, ofrecidas por entidades como el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y ProColombia, son fundamentales para cerrar brechas en la educación empresarial, gestión de proyectos e innovación tecnológica entre los productores rurales. A pesar de ser un recurso de alcance nacional, su disponibilidad, especialmente si se digitaliza, podría ser una estrategia clave para fortalecer a los productores de Machetá a través de la formación a distancia.

García y Torres (2019), propusieron evaluar cómo las prácticas de gestión de calidad inciden en la productividad y sostenibilidad de los cultivos acuícolas. Emplearon un enfoque cuantitativo mediante encuestas a productores locales y análisis estadísticos de los datos recopilados. Los resultados indicaron que la adopción de metodologías estructuradas mejoró notablemente la eficiencia operativa y la calidad del producto, beneficiando la sostenibilidad económica y ambiental. Como recomendación, resaltaron la necesidad de fortalecer la formación en gestión y adaptar las metodologías al contexto local para maximizar los beneficios. No obstante, una limitación del estudio fue el tamaño reducido de la muestra, lo que limita la generalización de los resultados a otras regiones con características distintas.

López y Martínez (2021) realizaron un estudio acerca de la influencia de la participación comunitaria y el liderazgo local en proyectos de acuicultura sostenible en áreas rurales de México, con el propósito de entender cómo la participación activa de la comunidad y el liderazgo local impactan en la sostenibilidad de los proyectos acuícolas. Utilizaron un enfoque cualitativo que involucró entrevistas semiestructuradas y grupos focales con miembros de comunidades

implicadas. Los resultados arrojaron que integración de saberes tradicionales y la participación comunitaria activa, son elementos esenciales para la resistencia y continuidad de los cultivos. Como recomendación sugirieron promover enfoques de gestión participativa que fusionen conocimientos locales con técnicas modernas para mejorar la eficacia de los proyectos. Identificaron como limitación que la diversidad cultural puede complicar la estandarización de prácticas, lo que demanda flexibilidad en la implementación de las metodologías.

Según el informe global sobre acuicultura de la FAO (2023), el cultivo de trucha se destaca como una actividad acuícola relevante para el desarrollo rural sostenible a nivel mundial. El estudio tuvo como propósito investigar cómo la combinación de prácticas agroecológicas con metodologías de gestión puede fortalecer sistemas productivos resilientes y sostenibles. Se realizó una revisión documental exhaustiva que incluyó casos de estudio internacionales. Los resultados resaltan la importancia de adaptar las metodologías de gestión a las realidades locales para garantizar la sostenibilidad. Se recomienda la implementación de estrategias que fusionen el conocimiento tradicional con técnicas modernas para mejorar el cultivo de trucha. Una limitación importante fue la diversidad de contextos estudiados, lo que dificulta la identificación de una estrategia universalmente aplicable.

Silva Cáceres et al. (2024) llevaron a cabo un estudio titulado enfocado al ajuste de metodologías de gestión de proyectos para emprendimientos acuícolas en Latinoamérica, cuyo objetivo de examinar cómo enfoques como el PMBOK y el marco lógico pueden adaptarse a las condiciones sociales y ambientales de áreas rurales en Colombia y países cercanos. La investigación empleó un enfoque mixto que combinó encuestas a productores y análisis cualitativo de entrevistas con expertos en gestión de proyectos. Los resultados indicaron que la adaptación de estas metodologías mejora la eficacia y sostenibilidad de los emprendimientos acuícolas. Se recomendó impulsar la capacitación especializada para los productores y fortalecer la conexión con conocimientos locales. Una limitación importante fue la diversidad de las zonas rurales estudiadas, lo que plantea desafíos para la estandarización metodológica.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2022) en su informe acerca de políticas públicas para la acuicultura en Colombia, examinó las medidas destinadas a fortalecer el sector con un enfoque en la sostenibilidad. El propósito fue evaluar los progresos y desafíos en la

formalización y formación de productores rurales. Se empleó un enfoque documental y entrevistas a funcionarios y beneficiarios de los programas. Los resultados señalaron, a pesar de los avances en apoyo financiero y acceso a tecnologías, persisten problemas como la baja formalización y la escasa capacitación en gestión y marketing. Se recomendó mejorar la adaptación de metodologías gerenciales a las realidades rurales para impulsar la sostenibilidad. La principal limitación fue la falta de datos actualizados en algunas áreas.

2.2.Marco Teórico

2.2.1. Cultivo de trucha como Emprendimiento rural

En diversas zonas rurales de América Latina, la acuicultura de pequeña escala, en particular la cría de trucha se presenta como una opción productiva que puede contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y diversificar los ingresos en áreas rurales. Un estudio realizado en Madagascar evidenció que los sistemas de acuicultura de pequeña escala una relación positiva con los ingresos familiares y la seguridad alimentaria, especialmente cuando se implementan esquemas comunitarios y se cuenta con acceso a servicios de extensión. En América Latina, se ha examinado también la producción de trucha a nivel familiar, destacando su potencial para fortalecer las economías locales cuando se administra de manera adecuada (Angermayr et al., 2023).

El éxito sostenible de estos sistemas está estrechamente ligado al entorno socio-ecológico local y a las características propias de los productores. Un modelo reciente desarrollado por Radosavljevic y colaboradores (2025) destaca que la sostenibilidad de la acuicultura de subsistencia está influenciada por factores como la diversidad entre los productores, la densidad de población de peces y la gestión nutricional; la intensificación sin considerar el contexto puede resultar en el colapso del sistema de producción. Este descubrimiento resalta la importancia de ajustar la gestión del cultivo a las condiciones específicas de la comunidad rural.

El ámbito del emprendimiento rural ha resaltado la importancia del capital social y la organización comunitaria para la resiliencia y el crecimiento de proyectos productivos. En un estudio realizado en Filipinas, Manlosa y su equipo (2023) demostraron que el capital social refuerza la capacidad de los productores acuícolas para hacer frente a desafíos económicos y

organizativos, mientras que Tabares y colaboradores (2022) mostraron cómo la diversificación de actividades y el acceso al conocimiento son factores clave para el éxito del emprendimiento rural.

Al mismo tiempo, ciertos modelos de acuicultura sostenible están explorando sistemas integrados de acuaponía circular. En un estudio realizado por Silva y su equipo (2025), se analizaron estrategias que utilizan subproductos del cultivo para alimentar ecosistemas productivos interconectados localmente, promoviendo así la economía circular en áreas rurales. Además, investigaciones sobre tecnologías avanzadas han demostrado que herramientas como el IoT y el biofloc pueden aumentar la eficiencia en el cultivo de trucha, reducir desechos y optimizar la gestión de los parámetros ambientales, como se evidencia en estudios realizados por Dhinakaran y colaboradores (2023) y Mozumder y Sharifuzzaman Sagar (2021).

Desde el punto de vista metodológico, se recomienda ampliamente la aplicación de modelos de gestión de proyectos como el PMBOK para estructurar iniciativas rurales que presenten complejidad técnica y social. La última edición del PMBOK (2021) ofrece un enfoque de procesos que abarca diversas áreas de conocimiento (integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos, comunicación, riesgos, adquisiciones e interesados) que se alinean con las fases del ciclo de vida del proyecto (inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre). En América Latina, se ha propuesto adaptar estas herramientas a las realidades rurales de la cría de trucha y otros proyectos agrícolas, integrando la planificación estratégica con los conocimientos tradicionales campesinos, como se menciona en estudios realizados por López y Ríos (2023) y Torres y Méndez (2021).

En cuanto al desarrollo de acuicultura en América Latina, se observa una diversidad de situaciones entre los países de la región. Un estudio realizado por Gyalog y colaboradores (2022) analizó las tendencias de producción en acuicultura continental en la región, destacando un crecimiento general, pero con una baja productividad per cápita y grandes disparidades territoriales en recursos e infraestructura. En el caso de México, se ha identificado que la acuicultura de trucha enfrenta desafíos institucionales como la falta de políticas claras y profesionales especializados en la cadena de valor, lo que limita su expansión, según lo documentado por Ortega-Mejía y su equipo (2023). Estos estudios resaltan la importancia de

contar con marcos de gestión sólidos que aborden las debilidades estructurales y apoyen el desarrollo rural sostenible.

Por último, la contaminación del agua y la falta de una adecuada gestión ambiental son riesgos significativos para la sostenibilidad de la cría de truchas. Un estudio realizado por Skoronski y colaboradores (2021) examinó el impacto del cultivo en la calidad del agua en Brasil, llegando a la conclusión de que la ausencia de planes de gestión ambiental puede llevar a la degradación de las fuentes hídricas y poner en peligro la producción futura.

Este enfoque teórico combina visiones sobre emprendimiento rural acuícola, sostenibilidad social y ambiental, innovación tecnológica y gestión estratégica. Los estudios citados ofrecen un fundamento sólido para examinar cómo las metodologías de gestión de proyectos adaptadas a realidad rural de Machetá pueden potenciar la cría de truchas, garantizando su sostenibilidad en múltiples sectores y su importancia a nivel territorial.

2.2.2. Sostenibilidad social y ambiental

El presente marco teórico se enfoca en la sostenibilidad social, ya que uno de los principales desafíos en la cría de truchas en entornos rurales como Machetá, Cundinamarca, está relacionado con la falta de educación, la escasa participación comunitaria en la gestión y la falta de profesionalización en la acuicultura. Aunque la sostenibilidad abarca dimensiones ambientales, económicas y sociales interdependientes, este estudio se concentra en el aspecto social debido a su impacto directo en la inclusión laboral, la creación de empleo local, la apropiación del conocimiento y la cohesión comunitaria (Chambers & Conway, 1992; FAO, 2023). Según la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el desarrollo sostenible requiere que las comunidades rurales sean agentes activos del cambio, fortaleciendo su capacidad para adaptarse, gestionar y liderar sus propias soluciones. Por lo tanto, el fortalecimiento del capital social, la educación rural y el desarrollo de habilidades productivas son cruciales para lograr una sostenibilidad social efectiva en proyectos de acuicultura. La literatura también resalta que la implementación de enfoques participativos en la gestión de proyectos promueve el empoderamiento local, mejora el acceso a recursos y conocimientos, y

fomenta la equidad en áreas históricamente marginadas (Manlosa et al., 2023; Tabares et al., 2022). En consecuencia, abordar la sostenibilidad desde esta perspectiva permite generar cambios sociales que benefician la calidad de vida de las comunidades rurales involucradas en la cría de truchas.

2.2.3. Metodologías y herramientas en la Gerencia de Proyectos

La gestión de proyectos una disciplina fundamental que permite planificar, ejecutar, monitorear y cerrar proyectos de manera eficiente, asegurando que los objetivos del proyecto estén alineados con los recursos disponibles, el entorno y los resultados esperados (PMI, 2021). En el contexto del desarrollo rural, y específicamente en actividades como la acuicultura, la aplicación de la gestión de proyectos adquiere una relevancia especial ya que contribuye a optimizar los procesos productivos, reducir riesgos e impulsar la sostenibilidad a largo plazo.

Dentro de las metodologías más reconocidas a nivel internacional se encuentra el PMBOK (Project Management Body of Knowledge), desarrollado por el Project Management Institute (PMI). Esta metodología propone cinco grupos de procesos (inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre) y diez áreas de conocimiento, abarcando aspectos como integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos, comunicación, riesgos, adquisiciones y partes interesadas (PMI, 2021). Su enfoque es altamente aplicable a proyectos productivos rurales como el cultivo de trucha, debido a su estructura adaptable y su orientación a resultados medibles, lo que permite establecer objetivos claros, cronogramas realistas y sistemas de control efectivos. En el caso de pequeños emprendimientos rurales, la implementación del PMBOK puede facilitar una toma de decisiones informada y una asignación eficiente de recursos, fortaleciendo así la sostenibilidad económica y organizacional del proyecto (González & Salcedo, 2022).

Por otro lado, el Marco Lógico es una herramienta ampliamente utilizada en América Latina por organismos de cooperación y gobiernos, especialmente en proyectos de desarrollo social y rural. Esta metodología permite estructurar el proyecto a partir de identificación del problema central, sus causas y efectos, definiendo objetivos, actividades, indicadores, fuentes de verificación y supuestos (BID, 2020). Su carácter participativo y su enfoque en resultados la

hacen adecuada para el contexto rural, ya que fomenta la planificación colaborativa y la alineación de los objetivos sociales y ambientales con las actividades del proyecto. Además, el Marco Lógico facilita una evaluación más precisa de los impactos generados a nivel comunitario (Salas & Rodríguez, 2021).

Ambas metodologías pueden ser complementarias en el contexto del cultivo de trucha en Machetá. Mientras el PMBOK ofrece una guía integral para la gestión técnica del proyecto, el Marco Lógico proporciona una visión estructurada para vincular los objetivos del proyecto con las necesidades reales de la comunidad. Esta combinación puede resultar especialmente útil para fortalecer las capacidades de las organizaciones rurales y mejorar la sostenibilidad del emprendimiento acuícola a nivel local (López & Ríos, 2023).

2.3.Marco Normativo

La legislación que impacta en la cría de truchas y la ejecución de proyectos rurales en Colombia abarca:

- La Ley 1955 de 2019 (Plan Nacional de Desarrollo), la cual establece directrices para el desarrollo sostenible y la inclusión social en áreas rurales.
- La Resolución 464 de 2017 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que impulsa enfoques agroecológicos y el fortalecimiento de sistemas productivos sostenibles.
- La Ley 165 de 1994 (Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente), que regula el uso y la explotación sostenible de los recursos hídricos, fundamentales para la acuicultura.
- Las regulaciones específicas del ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) sobre la producción y el control sanitario de peces de cultivo, que aseguran estándares técnicos para la acuicultura.

Estas disposiciones legales establecen un marco de referencia para garantizar que el desarrollo de la cría de truchas en Machetá cumpla con requisitos legales, ambientales y sociales,

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural

fomentando la sostenibilidad y bienestar de la comunidad a partir de la implementación de metodologías de gerencia de proyectos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

La investigación se basará en un enfoque cualitativo descriptivo que busca comprender en profundidad el cultivo de trucha en la vereda El Tablón, Machetá, Cundinamarca, y las diversas dimensiones que influyen en su sostenibilidad social y ambiental. A través de un estudio de caso, se explorarán las prácticas productivas, las estructuras organizativas, los procesos de gestión y las dinámicas socioculturales del emprendimiento rural analizado. Este enfoque permitirá no solo analizar datos observables, sino también las percepciones, expectativas y conocimientos tradicionales de los productores, aspectos clave para comprender la realidad productiva en un entorno rural andino. La investigación combinará las perspectivas locales con marcos conceptuales y herramientas de gestión de proyectos, como el PMBOK y el Marco Lógico, para realizar un análisis integral que considere aspectos técnicos, organizativos y comunitarios. Este enfoque ayudará a identificar oportunidades y limitaciones, guiando la formulación de estrategias adaptadas a la realidad local y alineadas con los principios de sostenibilidad (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018; López & Ríos, 2023). Este enfoque abarca diversos niveles de análisis, desde la operación diaria de los cultivos hasta las políticas públicas, con el propósito de descubrir oportunidades para mejorar aspectos técnicos, productivos, institucionales y socioeconómicos, en concordancia con los principios de sostenibilidad ambiental, resiliencia territorial y desarrollo rural sostenible.

La investigación abarca un alcance exploratorio-descriptivo para no solo detallar la situación actual del cultivo de trucha en Machetá, sino también para analizar de manera integral las variables sociales, económicas, ambientales y tecnológicas que influyen en su desarrollo y continuidad. Se examinará el contexto rural del emprendimiento, considerando aspectos como la gestión de recursos hídricos, la infraestructura productiva, el conocimiento técnico de los productores, el acceso a mercados, la conectividad digital y las estructuras comunitarias. Se identificarán los desafíos que afectan la sostenibilidad, como la falta de capacitación, la baja adopción de tecnologías sostenibles y la escasa conexión con redes comerciales e institucionales de apoyo. A partir de este análisis, se evaluarán metodologías de gestión de proyectos para

diseñar estrategias que fortalezcan el cultivo de trucha. Aunque el estudio se centra en un caso específico, los resultados serán relevantes para otros emprendimientos acuícolas y rurales con problemáticas similares, contribuyendo al desarrollo de modelos replicables en territorios con condiciones socioambientales comparables. (FAO, 2023; Torres & Méndez, 2021). Basándose en esta evaluación, se plantearán estrategias que combinen descubrimientos en aspectos técnicos y productivos con políticas públicas, con objetivo de no solo mejorar la viabilidad económica del cultivo de trucha en Machetá, sino también promover el sostenible del territorio, con posibilidad de replicación en entornos similares en el altano andino. Este enfoque exploratorio permitirá la delimitación de un modelo adaptable respaldado por evidencias y mejores prácticas tanto a nivel nacional como internacional.

3.2. Población y tamaño de la muestra

La población objeto de estudio está compuesta por personas, familias y asociaciones involucradas en el cultivo de trucha arcoíris áreas rurales de Cundinamarca, específicamente en el municipio de Machetá y sus veredas cercanas como El Tablón. Estas unidades productivas, que van desde emprendimientos familiares y comunitarios hasta microempresas consolidadas como Truchas Suralá S.A.S., operan en un entorno privilegiado en el Altiplano Cundiboyacense, caracterizado por aguas limpias, frías y altamente oxigenadas, condiciones óptimas para esta especie. Según datos del sector piscícola de Cundinamarca (2023), existen alrededor de 5.903 granjas activas, que abarcan especies como tilapia, cachama y trucha. Frente a un universo de cerca de 6.000 unidades productivas, la muestra prevista de 12 a 15 emprendimientos representa solo entre el 0,2 % y el 0,25 % total de unidades productivas, esta proporción, aunque no estadísticamente representativa, permite realizar un análisis cualitativo profundo y diversificado que capture la heterogeneidad de prácticas productivas, niveles de formalización, capacidades tecnológicas y dinámicas comunitarias. Esta muestra es adecuada para el enfoque interpretativo necesario para caracterizar los negocios rurales y para formular recomendaciones sólidas basadas en las particularidades del territorio y los actores involucrados.

Para este estudio se utilizará un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando alrededor de 10 unidades productoras de en Machetá y áreas cercanas. Esta cifra permitirá obtener una muestra lo suficientemente diversa que refleje la variedad de la actividad

sin perder profundidad en el análisis cualitativo. Se incluirán al menos 2 empresas formalizadas, como Truchas Suralá, para aportar una perspectiva de estructuras consolidadas con experiencia en gestión técnica, comercial y exportadora; entre 8 y 10 emprendimientos familiares o comunitarios de pequeña escala, con fuerte dependencia de recursos locales y prácticas artesanales; y aproximadamente 3 unidades mixtas en proceso de formalización que combinan enfoques tradicionales con iniciativas de innovación productiva. La selección se basará en criterios de accesibilidad geográfica, disposición a participar y representatividad de diferentes niveles de formalización, capacidad productiva y modelos de gestión. Este enfoque permitirá integrar experiencias con diversos niveles de desarrollo empresarial en el análisis, reflejando la diversidad técnica, organizativa y social del cultivo de trucha en el altiplano andino, y proporcionando una visión integral para la formulación de estrategias de fortalecimiento adaptadas al territorio.

3.3. Instrumentos

Para este proyecto, se utilizarán dos métodos de recopilación de información: el primero consiste en una guía de caracterización socioeconómica y productiva diseñada para la vereda El Tablón, basada en el modelo de diagnóstico rural propuesto por Rojas et al (2018), con el objetivo de identificar las condiciones sociales, económicas, ambientales y organizativas de los productores de trucha. El segundo método será un análisis documental enfocado en recopilar y examinar conceptos, metodologías y herramientas en gestión de proyectos, especialmente aquellas derivadas del PMBOK del Marco Lógico, con el propósito de establecer estrategias de gestión adaptadas al desarrollo sostenible de la actividad de cultivo de trucha en el área de estudio

3.3.1. Modelo de Caracterización de Negocios Rurales

El modelo de caracterización de negocios rurales es una metodología que busca describir de manera integral el entorno social, económico, productivo y ambiental en el que opera un emprendimiento rural, con el propósito de identificar los aspectos clave que requieren fortalecimiento para asegurar su sostenibilidad en los ámbitos social, ambiental y económico. En el caso del cultivo de trucha en Machetá, este modelo ayuda a determinar la información más

relevante y a seleccionar herramientas como encuestas estructuradas o semiestructuradas para recopilar datos socioeconómicos y productivos; entrevistas en profundidad con actores clave para comprender percepciones y expectativas; guías de observación directa para registrar condiciones físicas, tecnológicas y organizativas; revisión y análisis de documentos normativos, diagnósticos previos y literatura técnica (incluyendo metodologías como PMBOK y Marco Lógico); y mapeo de actores y recursos para identificar redes de apoyo, clientes, proveedores e instituciones relevantes para la actividad. Este conjunto de herramientas facilita una caracterización detallada y adaptada al contexto local, lo que permite desarrollar estrategias de fortalecimiento adecuadas a las necesidades específicas del negocio rural.

Encuesta

La encuesta elaborada para este proyecto tiene como propósito recopilar información fundamental para caracterizar de manera completa la situación social, económica, productiva y ambiental de las unidades productivas de trucha en la vereda El Tablón, Machetá. Esto permitirá identificar las fortalezas, debilidades y oportunidades que guiarán la creación de estrategias para fortalecer y asegurar la sostenibilidad de estas unidades. La encuesta consta de preguntas cerradas y abiertas organizadas en cuatro categorías alineadas con el modelo de caracterización de negocios rurales: dimensión social (edad, educación, familia, participación comunitaria), dimensión económica (ingresos, costos, comercialización, financiamiento), dimensión productiva (infraestructura, técnicas de cultivo, manejo sanitario y uso de tecnologías) y dimensión ambiental (agua, efluentes, conservación). Se aplicará en formato mixto: físico para incluir a productores con limitada conectividad digital, y en línea para facilitar el registro, sistematización y análisis de datos cuando haya acceso a internet.

Entrevista

La entrevista diseñada para este proyecto tiene como propósito ahondar en las percepciones, experiencias y prácticas de los productores de trucha en la vereda El Tablón, Machetá, con el objetivo de complementar la información obtenida a través de la encuesta y captar aspectos cualitativos sobre factores sociales, económicos, productivos y ambientales que influyen en la sostenibilidad de sus unidades productivas. Su estructura es semiestructurada, lo

que facilita dirigir la conversación través de un conjunto de preguntas base y, al mismo tiempo, permite explorar aspectos emergentes relevantes. Las categorías se alinean con el modelo de caracterización de negocios rurales: dimensión social (trayectoria del productor, rol familiar, participación comunitaria), dimensión económica (estabilidad de ingresos, estrategias de comercialización, acceso a financiamiento), dimensión productiva (métodos de cultivo, innovación tecnológica, gestión sanitaria) y dimensión ambiental (manejo del agua, gestión de residuos, prácticas de conservación). Se explorarán variables como conocimientos técnicos, redes de apoyo, adaptación a cambios y visión de futuro. La aplicación será mixta: física para productores con limitado acceso a internet, y virtual a través de video llamadas o formularios en línea, garantizando flexibilidad y cobertura en la recolección de información.

3.3.2. Análisis documental – Metodologías en gerencia de proyectos

El análisis documental centrado en las metodologías de gestión de proyectos tiene como propósito identificar, revisar y resumir enfoques, herramientas y buenas prácticas aplicables para fortalecer las unidades productivas de trucha en la vereda El Tablón, Machetá. Este análisis busca mejorar la planificación, ejecución, seguimiento y sostenibilidad de estas unidades. Se llevará a cabo mediante la búsqueda, selección y evaluación crítica de documentos técnicos, guías metodológicas, normas y estudios académicos relacionados con marcos de gestión como PMBOK, PRINCE2, Marco Lógico, Agile y metodologías participativas para proyectos en entornos rurales. El proceso consta de tres fases: recopilación de fuentes relevantes, extracción y sistematización de información en fichas de análisis, y síntesis de hallazgos adaptados al contexto del cultivo de trucha. Las categorías se alinean con el modelo de caracterización de negocios rurales, abordando aspectos sociales, económicos, productivos y ambientales. Las variables a analizar incluirán fases del ciclo de vida del proyecto, herramientas de planificación y control, criterios de éxito y mecanismos de evaluación. El registro se realizará de forma digital, utilizando fichas de análisis en procesadores de texto o bases de datos en línea, con enlaces y copias de documentos garantizar la trazabilidad y accesibilidad de la información.

3.4.Descripción de Procedimientos

3.4.1. Procedimiento de aplicación del Modelo de Caracterización de Negocios Rurales

Dentro del marco del proyecto de caracterización de unidades productivas de trucha en Machetá, se aplicará un modelo adaptado a la realidad local, considerando las particularidades del territorio. El proceso incluirá una revisión de las características generales de la población, su entorno socioeconómico y ambiental, utilizando fuentes como informes del Ministerio de Agricultura y registros locales. Se seleccionarán fuentes de información adecuadas al contexto rural, como encuestas en campo y entrevistas semiestructuradas. Se recolectará información sobre el negocio rural y su entorno, centrándose en aspectos de sostenibilidad social, económica, productiva y ambiental. Se identificarán características específicas relevantes, como el manejo de recursos hídricos, acceso a mercados y organización comunitaria, y se realizará un análisis comparativo para identificar patrones y diferencias. Se asignarán puntajes a cada característica según su impacto en la sostenibilidad del negocio, priorizando áreas de intervención y fortalezas a potenciar para el desarrollo sostenible de la truchicultura en la región.

Descripción de procedimientos de aplicación de la encuesta

Dentro del Modelo de Caracterización de Negocios Rurales, la encuesta se aplicará de manera estructurada y adaptada a las unidades productivas de trucha en Machetá. En primer lugar, se revisarán las características generales de la población objetivo para contextualizar las preguntas según sus particularidades sociales, económicas, productivas y ambientales. Luego, se seleccionará la fuente de información, asegurando que los encuestados sean productores de trucha vinculados a asociaciones, familias o microempresas locales. La encuesta se realizará en campo, priorizando el formato físico debido a la limitada conectividad digital en la zona, complementado con registros digitales para su posterior análisis. Una vez recopilada la información, se clasificará por categorías específicas del modelo (social, económica, productiva y ambiental) para una organización clara y comparativa. Se analizarán las respuestas en busca de patrones comunes y particularidades en la sostenibilidad de los negocios, asignando puntajes a las variables más relevantes para jerarquizar los factores críticos de éxito o debilidad.

Finalmente, se examinarán los resultados destacados para orientar estrategias de fortalecimiento en los aspectos productivos, organizativos y ambientales en el territorio

Descripción de procedimientos de aplicación de la entrevista

Dentro del Modelo de Caracterización de Negocios Rurales, la aplicación de entrevistas a los productores de trucha en Machetá seguirá un proceso estructurado y adaptado al contexto local. Se comenzará con una revisión de las características generales de los entrevistados, identificando su rol en la actividad (productores familiares, representantes de asociaciones o responsables de microempresas). Luego, se seleccionarán participantes con experiencia y conocimientos relevantes sobre aspectos sociales, económicos, productivos y ambientales del cultivo de trucha. Las entrevistas semiestructuradas se realizarán con preguntas abiertas para profundizar en percepciones, desafíos y expectativas, fomentando un ambiente de confianza y diálogo fluido. La información recopilada se clasificará por categorías del modelo para facilitar el análisis comparativo. Se analizarán cualitativamente las respuestas, resaltando similitudes, diferencias y aspectos relevantes para la sostenibilidad de los negocios rurales. Se valorarán las variables clave que impactan significativamente en el desempeño de las unidades productivas. Finalmente, los resultados se contrastarán con otros instrumentos para enriquecer la caracterización integral y generar conclusiones sólidas que guíen acciones de fortalecimiento en la truchicultura de la región.

3.4.2. Procedimiento de aplicación del análisis documental aplicado en los conceptos de gerencia de proyectos

El análisis documental es un proceso de investigación crucial en los estudios de gerencia de proyectos, ya que permite identificar, organizar y sistematizar información de diversas fuentes, como académicas, normativas y técnicas. Según Corona, Almón y Garza (2023), este procedimiento debe ser estructurado y riguroso, siguiendo pasos para delimitar el objeto de análisis, establecer principios epistémicos, definir categorías temáticas y aplicar criterios claros de búsqueda y selección de documentos. Esta metodología garantiza la validez y confiabilidad de la información, así como la coherencia metodológica al vincular la evidencia documental con los objetivos de investigación. En este trabajo, se emplea esta metodología para adaptar conceptos y

metodologías de gerencia de proyectos al contexto del cultivo de trucha en Machetá, con el fin de fortalecer su sostenibilidad social, económica y ambiental. La Tabla 1 resume los pasos del análisis documental según los autores mencionados, orientando el proceso investigativo y respaldando las decisiones tomadas en el proyecto.

Tabla 1. Paso a paso del análisis documental en gerencia de proyectos, partiendo de los pasos según Corona, J. I. M., Almón, G. E. P., & Garza, D. B. O. (2023).

| Paso a paso del análisis documental en gerencia de proyectos | | |
|---|--|---|
| Paso | Actividad | Resultado esperado |
| 1. Determinar el objetivo | Definir que el análisis buscará identificar conceptos, enfoques y metodologías de gerencia de proyectos aplicables a la truchicultura. | Objetivo claro que orienta el proceso documental. |
| 2. Principios epistémicos | Precisar el sujeto (productores de trucha), objeto (metodologías de gerencia de proyectos) y método (proceso de investigación). | Delimitación conceptual del análisis. |
| 3. Categorías de análisis | Seleccionar dimensiones del modelo (social, económica, productiva, ambiental). | Guía temática para clasificar la información. |
| 4. Contexto de búsqueda | Determinar bases académicas, informes institucionales, manuales técnicos y normativos. | Identificación de fuentes relevantes y pertinentes. |
| 5. Criterios de búsqueda | Establecer criterios de pertinencia, actualidad y relevancia. | Asegurar calidad y validez de los documentos. |
| 6. Protocolo de búsqueda | Diseñar estrategia con palabras clave, filtros y bases seleccionadas. | Proceso organizado y replicable de recolección. |
| 7. Instrumento de registro | Crear o adaptar fichas para extraer información relevante. | Herramienta de sistematización homogénea. |
| 8. Localización de documentos | Acceder a bases de datos, bibliotecas digitales y repositorios. | Recopilación de material documental. |
| 9. Informe final | Elaborar informe con mapa de conexiones conceptuales y análisis textual. | Documento integrador para sustentar el proyecto. |

Referencia: Corona, J. I. M., Almón, G. E. P., & Garza, D. B. O. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo. Revista Ra Ximhai, 19(1), 67-83. <https://raximhai.uaim.edu.mx/index.php/rx/article/view/219/199>. Recuperado el 26 de agosto de 2025

Fuente: Adaptado de Corona, J. I. M., Almón, G. E. P., & Garza, D. B. O. (2023).

3.5. Análisis de la información

3.5.1. Análisis de la información del Modelo de Caracterización de Negocios Rurales

La información recopilada se analizó de forma organizada utilizando Microsoft Excel como herramienta principal. Inicialmente, los datos de encuestas, entrevistas, observaciones y documentos se registraron en tablas y se organizaron según las categorías del modelo (social, económica, productiva y ambiental). Cada dato se clasificó y valoró con un puntaje según su relevancia para la sostenibilidad del negocio rural. Estos puntajes se utilizaron para crear una de caracterización, donde se aplicaron funciones básicas de Excel para obtener comparaciones. Se generaron gráficos y resúmenes a partir de esta matriz para visualizar fácilmente las fortalezas y debilidades de las unidades productivas. Se identificaron las características con mejores y peores resultados, lo que permitió proponer acciones específicas para mejorar la sostenibilidad de los negocios truchícolas en la región.

Análisis de la información obtenida de la encuesta

La información obtenida de la encuesta se procesó en Microsoft Excel, donde se registraron las respuestas en una hoja de cálculo para mantener la organización. Los datos se clasificaron en las categorías del modelo: social, económica, productiva y ambiental y se identificaron variables clave como ingresos familiares, participación en asociaciones, manejo del agua y prácticas de cultivo. Se realizaron operaciones simples en Excel, como conteos, sumas y cálculos de porcentajes, para destacar las tendencias importantes. Se crearon tablas y gráficos

básicos para visualizar claramente los resultados y mostrar las fortalezas y debilidades de los negocios rurales dedicados al cultivo de trucha en Machetá.

Análisis de la información obtenida de la entrevista

La información recopilada en la encuesta se procesó utilizando Microsoft Excel, una herramienta didáctica y de fácil uso en entornos rurales. Las respuestas se registraron en tablas y se organizaron según las categorías del modelo: social, económica, productiva y ambiental, considerando variables como educación, ingresos, técnicas de cultivo y prácticas ambientales. Se realizaron operaciones básicas como sumas, conteos y porcentajes para identificar tendencias relevantes. Asimismo, se elaboraron gráficos y cuadros comparativos sencillos que permitieron visualizar claramente las fortalezas y debilidades de las unidades productivas, proporcionando información útil para orientar estrategias de mejora en la sostenibilidad de la truchicultura en Machetá.

3.5.2. Análisis de la información a partir de la revisión documental aplicado en los conceptos de gerencia de proyectos

Para analizar los conceptos de gerencia de proyectos, se llevó a cabo una búsqueda de información en motores académicos y bases de datos en línea para recopilar documentos relevantes. Esta información se procesó y organizó en Microsoft Excel, clasificándola por tipo de fuente y categorías del modelo de caracterización: social, económica, productiva y ambiental. Se identificaron variables clave en cada categoría, como sostenibilidad financiera, prácticas de organización comunitaria, estrategias de gestión productiva y herramientas de protección ambiental. Este análisis comparativo permitió identificar patrones y tendencias en el uso de metodologías de gerencia de proyectos, proporcionando una base sólida para proponer acciones que fortalecieran la sostenibilidad social, económica y ambiental de la truchicultura en la región de Machetá.

3.6.Consideraciones Éticas

3.6.1. Análisis de consideraciones éticas

En el marco del proyecto de fortalecimiento del cultivo de trucha en Machetá, se aplicaron consideraciones éticas siguiendo los lineamientos de UNIMINUTO y los principios reconocidos por la comunidad científica internacional. En primer lugar, se garantizó la protección de los datos personales de los productores y familias involucradas, de acuerdo con la Ley 1581 de 2012 sobre Habeas Data en Colombia y con la Política de Ética e Integridad Científica de UNIMINUTO, que estableció la confidencialidad, anonimización y uso responsable de la información recolectada (Congreso de la República de Colombia, 2012; UNIMINUTO, 2020). En segundo lugar, se priorizó la minimización de riesgos para los participantes, diseñando instrumentos y metodologías que no generaron daños físicos, psicológicos ni sociales, en coherencia con los principios de beneficencia y justicia establecidos en el Informe Belmont y en la Declaración de Helsinki (National Commission for the Protection of Human Subjects, 1979; Asociación Médica Mundial, 2013). Asimismo, se promovió el acceso a los resultados por parte de la población objeto de estudio de modo que los hallazgos no se limitaron al ámbito académico, sino que fueron socializados en espacios comunitarios y presentados en formatos claros y comprensibles, favoreciendo la apropiación social del conocimiento como lo sugirió la política de ciencia abierta (FAO, 2023; UNIMINUTO, 2020). Finalmente, se veló por el cumplimiento de la normativa institucional, acogiendo lo dispuesto en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, que regula la investigación en seres humanos, así como en la Ley 1955 de 2019 que impulsó el desarrollo rural sostenible. En este sentido, el protocolo fue revisado por el Comité de Ética en Investigación (CREI) de UNIMINUTO, garantizando que el proceso respondiera a criterios de equidad, legalidad y transparencia, y que contribuyera no solo a generar conocimiento válido, sino también a fortalecer de manera ética y sostenible el desarrollo rural en la comunidad de Machetá.

3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización

La ejecución del procedimiento de aceptación y autorización se llevó a cabo a través del consentimiento informado, tal como se detalló en el Anexo 3, el cual se estableció como un

requisito fundamental para garantizar la participación libre, voluntaria y consciente de los productores de trucha en el proyecto de investigación. Antes de iniciar la recolección de datos, se entregó a cada participante un documento explicativo que describió de manera clara y comprensible el propósito de la investigación, los objetivos planteados, los procedimientos a seguir y el uso previsto de los datos recopilados. Además, se brindó información detallada sobre los posibles beneficios y riesgos asociados, asegurando que los riesgos fueran mínimos y que en ningún caso se comprometiera la integridad física, social o psicológica de los participantes, en concordancia con los principios de beneficencia y justicia establecidos en la normativa ética internacional, como la Asociación Médica Mundial del año 2013. Este proceso de consentimiento también incluyó la garantía de confidencialidad y protección de datos personales, en cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 sobre Habeas Data, la cual estableció que toda información recolectada debía ser tratada de manera segura y utilizada exclusivamente con fines académicos. Asimismo, se enfatizó el derecho de cada individuo a retirarse en cualquier momento del estudio sin sufrir sanciones o perjuicios, reafirmando el principio de autonomía consagrado en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia. La firma del consentimiento se llevó a cabo de forma presencial en aquellos casos donde la conectividad digital era limitada, o a través de formatos electrónicos para aquellos participantes con acceso a internet, adaptando el proceso a las condiciones del entorno rural. De esta manera, el proyecto no solo cumplió con las exigencias normativas nacionales e institucionales, como la Política de Ética e Integridad Científica de UNIMINUTO, sino que también fortaleció la confianza y el respeto mutuo entre la comunidad y los productores de trucha en Machetá.

4. RESULTADOS

Los resultados de la investigación se estructuraron en tres apartados principales. En primer lugar, se presentó la caracterización del cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, en la cual se identificaron factores de los ámbitos social y ambiental que requirieron propuestas de mejora, entre ellos las limitaciones en la capacitación técnica de los productores, la insuficiente conectividad digital y los riesgos derivados de una gestión inadecuada de los recursos hídricos (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2022; FAO, 2023). En el segundo apartado, se llevó a cabo la comparación de diversas metodologías y enfoques de gerencia de proyectos, destacándose el PMBOK y el Marco Lógico, seleccionándose este último en articulación con las directrices del Project Management Institute debido a su pertinencia para contextos rurales y a su capacidad de integrar los objetivos sociales y ambientales con las necesidades productivas del sector acuícola (PMI, 2021; Salas & Rodríguez, 2021; López & Ríos, 2023). Finalmente, el tercer apartado expuso las estrategias formuladas a partir de la metodología seleccionada, orientadas a fortalecer las capacidades organizativas, técnicas y comunitarias de los productores, con el propósito de promover la sostenibilidad social y ambiental del cultivo de trucha en Machetá y, en consecuencia, contribuir al desarrollo rural sostenible del territorio (Torres & Méndez, 2021; Instituto del Agua, 2024).

4.1. Caracterización del cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca

El diagnóstico del cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, se realizó utilizando el modelo de caracterización de negocios rurales desde dos puntos de vista: uno con las características generales en relación con el territorio rural y la influencia de su contexto, y otro con características particulares en el ámbito social y ambiental, con el fin de establecer aquellos aspectos que requirieron ser intervenidos para garantizar su sostenibilidad.

La tabla presentada a continuación, refleja los resultados obtenidos en la caracterización general en el contexto rural del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca.

Tabla 2. Caracterización general del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca en su contexto rural

| Nombre Característica General | Descripción de la característica general | Puntuación de la característica |
|--|---|------------------------------------|
| Ubicación y acceso al municipio (cercanía a la cabecera municipal) | <p>Caracterización: Buenas vías secundarias que facilitan el acceso a veredas como El Tablón, aunque con transporte público limitado</p> <p>Hallazgos en instrumentos: Los productores señalaron que aunque el acceso vial es aceptable para el transporte de insumos y producto, la falta de rutas de transporte público encarece la logística y limita la llegada a mercados.</p> <p>Particularidad rural: La cercanía a Bogotá es una ventaja competitiva, pero la desconexión en transporte colectivo impide aprovechar plenamente los canales de comercialización.</p> | 4 |
| Categoría del territorio según población | <p>Caracterización: Predomina población campesina con dependencia de agricultura y acuicultura</p> <p>Hallazgos: Las encuestas mostraron que la mayoría de hogares dependen de la trucha y la papa como actividades principales; las entrevistas reflejan bajos ingresos y alta informalidad laboral.</p> <p>Particularidad: La economía familiar está fragmentada, lo que reduce la capacidad de inversión y formalización, dificultando la sostenibilidad del cultivo.</p> | 3 |
| Tipología de las fincas | <p>Descripción: Fincas pequeñas y medianas, producción artesanal, baja tecnificación.</p> <p>Hallazgos: Entrevistas confirman estanques rústicos, sin sistemas de control de calidad del agua; bajo acceso a tecnologías modernas.</p> <p>Particularidad: Modelo artesanal asegura subsistencia, pero limita competitividad y certificaciones sanitarias.</p> | 3 |
| Tipo de población en el territorio | <p>Caracterización: Bajos niveles de formación técnica, poca inclusión juvenil</p> <p>Hallazgos: Las encuestas revelaron que menos del 20% de los productores han recibido capacitaciones técnicas formales; entrevistas resaltaron desinterés de jóvenes y migración hacia ciudades</p> <p>Particularidad: Existe un riesgo de relevo generacional; el conocimiento se concentra en adultos mayores, lo que amenaza la continuidad del negocio.</p> | 3 |

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural

| | | |
|--|---|----------|
| <p>Transformaciones de uso de suelo de acuerdo a las prácticas de las comunidades</p> | <p>Caracterización: Avance de acuicultura y agricultura genera reducción de cobertura boscosa</p> <p>Hallazgos: Los entrevistados reconocen la presión ambiental del desmonte para crear estanques y cultivos; también se percibe riesgo de contaminación hídrica.</p> <p>Particularidad: La expansión acuícola debe equilibrarse con prácticas de conservación para evitar impactos negativos en páramos y microcuencas.</p> | <p>2</p> |
| <p>Transformaciones según Plan o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT - POT)</p> | <p>Caracterización: Poca incidencia real en la práctica</p> <p>Hallazgos: Productores reportaron mínima participación en la planificación municipal y desconocimiento de instrumentos como el EOT.</p> <p>Particularidad: La falta de articulación institucional limita el acceso a programas de apoyo y recursos de desarrollo rural.</p> | <p>3</p> |
| <p>Dinámica de formulación de Plan o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT - POT)</p> | <p>Descripción: Procesos participativos limitados, baja incidencia de productores en toma de decisiones.</p> <p>Hallazgos: Entrevistas revelan desconfianza hacia autoridades locales, y asociaciones piscícolas débiles.</p> <p>Particularidad: Baja cohesión comunitaria limita el poder de negociación y la posibilidad de acceder a recursos públicos.</p> | <p>2</p> |
| <p>Tipos de actividades agropecuarias</p> | <p>Descripción: Piscicultura artesanal, papa, maíz, hortalizas, frutales y ganadería a pequeña escala.</p> <p>Hallazgos: Se percibe la trucha como una fuente de ingresos secundaria en varios hogares.</p> <p>Particularidad: El policultivo asegura resiliencia, pero diluye esfuerzos y dificulta la especialización acuícola.</p> | <p>4</p> |
| <p>Tipos de actividades no agropecuarias</p> | <p>Descripción: Turismo rural y comercio básico como complemento.</p> <p>Hallazgos: Existe interés en incluir la trucha en rutas turísticas y gastronomía local, aunque no está consolidado.</p> <p>Particularidad: Oportunidad desaprovechada; la trucha puede ser emblema gastronómico de Machetá.</p> | <p>3</p> |
| <p>Cobertura de servicios públicos</p> | <p>Descripción: Electricidad y agua potable con cobertura media; deficiencia en conectividad digital.</p> <p>Hallazgos: La falta de internet afecta acceso a capacitaciones, mercados virtuales y digitalización productiva.</p> <p>Particularidad: Es la brecha más crítica; sin conectividad no es posible modernizar ni competir en mercados.</p> | <p>2</p> |

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural

| | | |
|--|--|---|
| Percepción de la comunidad frente al desempeño gubernamental | <p>Descripción: Apoyo regular, limitado del gobierno municipal/nacional.</p> <p>Hallazgos: Productores afirman haber recibido escasos programas de fortalecimiento.</p> <p>Particularidad: Débil presencia estatal refuerza la necesidad de articulación con universidades y ONGs</p> | 2 |
| Organizaciones en la comunidad | <p>Descripción: Asociaciones piscícolas incipientes; apoyo de Fedecua.</p> <p>Hallazgos: Productores reconocen la importancia de asociarse, pero mencionan falta de liderazgo y continuidad.</p> <p>Particularidad: La asociatividad es clave para acceder a recursos, pero aún carece de cohesión y profesionalización.</p> | 3 |
| Aspectos ambientales | <p>Descripción: Aguas frías y limpias; riesgo de contaminación por malas prácticas y deforestación.</p> <p>Hallazgos: Dependencia de microcuencas; temor por disminución de caudales y conflictos por uso del agua.</p> <p>Particularidad: El agua es fortaleza y vulnerabilidad a la vez; requiere manejo comunitario</p> | 3 |
| Recursos Hídricos | <p>Caracterización: Aguas frías y limpias, con riesgo de contaminación</p> <p>Hallazgos: Las encuestas reflejaron alta dependencia del agua de quebradas y microcuencas; algunos entrevistados expresaron preocupación por reducción de caudales.</p> <p>Particularidad: El agua es el principal activo del cultivo, pero también su mayor vulnerabilidad si no se gestiona sosteniblemente.</p> | 4 |
| Dinámica cultural | <p>Caracterización: Identidad campesina, mingas y festividades</p> <p>Hallazgos: Las entrevistas destacaron la importancia de la minga como mecanismo de apoyo comunitario en construcción de estanques y labores agrícolas.</p> <p>Particularidad: La cultura solidaria es un activo social que puede ser aprovechado para proyectos colectivos de piscicultura.</p> | 4 |

Fuente: Elaboración propia a partir de Departamento Nacional de Planeación (2022); FAO (2023); Federación Colombiana de Acuicultores – Fedecua (s. f.); López y Ríos (2023); Instituto del Agua (2024).

Figura 1. Gráfico Radial Caracterización general del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca en su contexto rural



Fuente: Elaboración propia a partir de Departamento Nacional de Planeación (2022); FAO (2023); Federación Colombiana de Acuicultores – Fedeaqua (s. f.); López y Ríos (2023); Instituto del Agua (2024).

La puntuación de cada característica corresponde a su nivel de impacto sobre la sostenibilidad del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca, basado en el contexto rural donde se encuentra inmerso. La escala de nivel de impacto (basado en la escala de Likert) se detalla a continuación:

- Impacto muy negativo (1): La característica presenta muy malas condiciones que influyen de manera negativa en el negocio rural analizado
- Impacto negativo (2): La característica presenta malas condiciones que influyen de manera negativa en el negocio rural analizado
- Impacto neutro (3): La característica no influye ni positiva y negativamente en el negocio rural analizado

- Impacto Positivo (4): La característica presenta buenas condiciones que influyen de manera positiva en el negocio rural analizado
- Impacto muy positivo (5): La característica presenta muy buenas condiciones que influyen de manera positiva en el negocio rural analizado

Dado lo anterior, la descripción general del cultivo de trucha en Machetá resalta aspectos positivos como su ubicación geográfica, la disponibilidad de recursos hídricos y la riqueza cultural de la comunidad, que fueron evaluados de manera favorable en el análisis. La proximidad a la capital y la presencia de fuentes de agua de páramo y microcuencas crean un entorno propicio para la piscicultura, mientras que la identidad campesina y las prácticas tradicionales fortalecen la cohesión social y el sentido de pertenencia (FAO, 2023; Fedecua, s. f.). Además, la variedad de actividades agropecuarias es un factor positivo que favorece la sostenibilidad económica del área y la complementariedad productiva de las familias, en línea con las dinámicas de economía campesina identificadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2022).

Sin embargo, el análisis señala deficiencias importantes en áreas que recibieron calificaciones bajas, como la provisión de servicios públicos, la percepción de comunidad sobre la gestión gubernamental y la falta de participación en la planificación de los planes de ordenamiento territorial (POT/EOT). Estas limitaciones reflejan carencias en infraestructura básica, falta de conectividad digital y escasa coordinación institucional, factores que afectan la competitividad y sostenibilidad del sector acuícola (López & Ríos, 2023; Torres & Méndez, 2021). Específicamente, la evaluación del cambio en el uso del suelo también fue negativa, lo que subraya la necesidad de mejorar la gestión ambiental para prevenir riesgos asociados con la deforestación y la contaminación de los recursos hídricos, tal como lo advierten estudios recientes sobre acuicultura sostenible en zonas de páramo (Instituto del Agua, 2024).

Por otra parte, en la caracterización específica, dado que el enfoque de la presente investigación corresponde a la sostenibilidad social y ambiental, se evaluaron los aspectos detallados en la tabla a continuación.

Tabla 3. Caracterización específica del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca respecto a su sostenibilidad social y ambiental.

| Nombre característica específica en el ámbito social y ambiental | Descripción de la característica específica | Puntuación de la característica específica |
|--|--|--|
| Acceso a servicios públicos básicos | <p>Descripción: Agua potable y energía aceptables; deficiencias en conectividad digital.</p> <p>Hallazgos: Los productores mencionaron que internet es casi inexistente en veredas, lo que limita acceso a capacitaciones y mercados virtuales.</p> <p>Particularidad: Es el cuello de botella tecnológico; sin conectividad, se frena innovación y acceso a programas de apoyo.</p> | 2 |
| Participación comunitaria en planes de desarrollo | <p>Descripción: Comunidad con baja incidencia en formulación de POT/EOT.</p> <p>Hallazgos: Entrevistas reflejan desconocimiento sobre EOT y falta de inclusión en procesos municipales.</p> <p>Particularidad: La planeación no refleja las prioridades acuícolas, lo que genera desconexión institucional.</p> | 2 |
| Capacitación técnica y organizativa | <p>Descripción: Limitaciones en capacitación y asociatividad; existen iniciativas apoyadas por Fedeaqua.</p> <p>Hallazgos: Encuestas muestran baja asistencia a talleres; entrevistas señalan que capacitaciones no siempre se ajustan a la realidad productiva.</p> <p>Particularidad: Existe una brecha entre oferta de formación y las necesidades locales.</p> | 3 |
| Uso y manejo de recursos hídricos | <p>Descripción: Aguas frías y limpias; riesgo de contaminación por malas prácticas y deforestación.</p> <p>Hallazgos: Dependencia de microcuencas; temor por disminución de caudales y conflictos por uso del agua.</p> <p>Particularidad: El agua es fortaleza y vulnerabilidad a la vez; requiere manejo comunitario</p> | 3 |
| Identidad cultural campesina | <p>Descripción: Tradiciones como mingas, festividades y arraigo territorial fortalecen cohesión.</p> <p>Hallazgos: Productores valoran la minga como apoyo en construcción de estanques; la identidad cultural refuerza el sentido comunitario.</p> <p>Particularidad: Capital social fuerte que puede ser aprovechado para proyectos colectivos.</p> | 4 |

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural

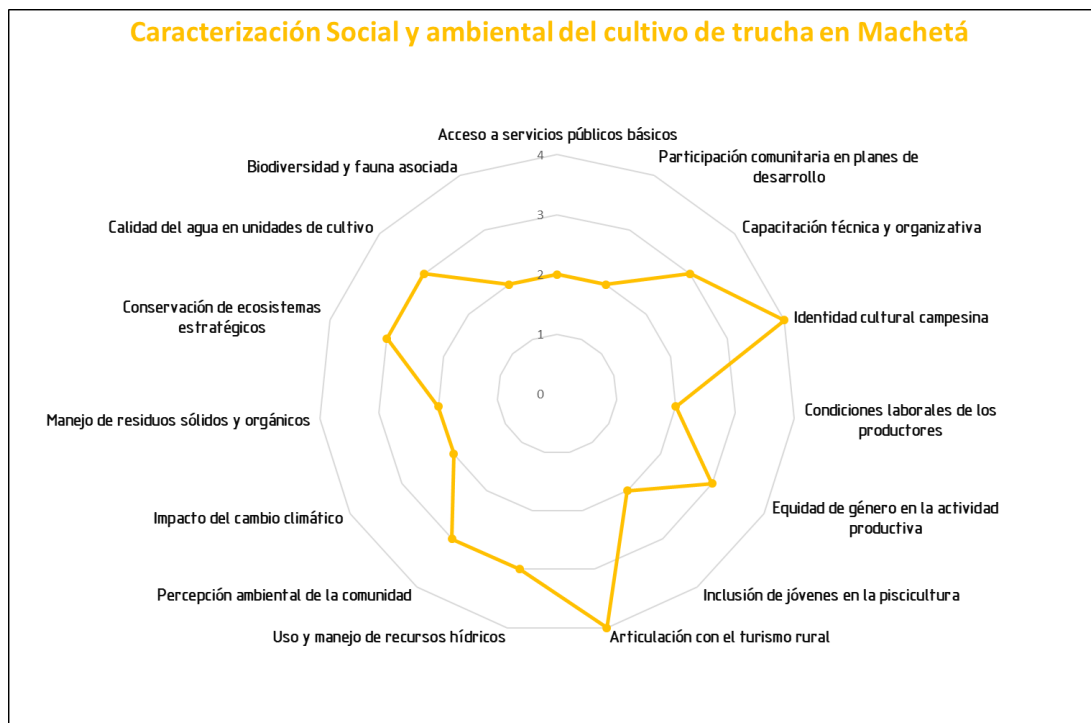
| | | |
|---|---|----------|
| <p>Condiciones laborales de los productores</p> | <p>Descripción: Predominio de empleos familiares e informales, con baja estabilidad.</p> <p>Hallazgos: Entrevistas revelan falta de afiliación a seguridad social y dependencia de ingresos diarios.</p> <p>Particularidad: La informalidad impide consolidar la trucha como negocio rural competitivo..</p> | <p>2</p> |
| <p>Equidad de género en la actividad productiva</p> | <p>Descripción: Creciente, pero limitada en roles de decisión.</p> <p>Hallazgos: Mujeres participan en alimentación y comercialización, pero pocas lideran asociaciones.</p> <p>Particularidad: Potencial de empoderamiento femenino, aún restringido culturalmente.</p> | <p>3</p> |
| <p>Inclusión de jóvenes en la piscicultura</p> | <p>Descripción: Baja en proyectos acuícolas; migración hacia centros urbanos.</p> <p>Hallazgos: Jóvenes consideran poco rentable la piscicultura y buscan alternativas laborales.</p> <p>Particularidad: Riesgo de pérdida de relevo generacional.</p> | <p>2</p> |
| <p>Percepción ambiental de la comunidad</p> | <p>Descripción: Reconocimiento de su importancia, pero prácticas poco sostenibles.</p> <p>Hallazgos: Encuestas reflejan uso intensivo sin planes de conservación; riesgo de reducción de caudales.</p> <p>Particularidad: Dependencia del agua es fortaleza y amenaza a la vez.</p> | <p>3</p> |
| <p>Impacto del cambio climático</p> | <p>Descripción: Cambios en caudal y temperatura afectan producción.</p> <p>Hallazgos: Productores reportan mortandad de peces en temporadas de calor y sequía.</p> <p>Particularidad: Vulnerabilidad ambiental directa sobre la sostenibilidad del cultivo.</p> | <p>2</p> |
| <p>Articulación con el turismo rural</p> | <p>Descripción: La trucha puede posicionarse como producto emblemático, vinculada a festividades, turismo y gastronomía rural.</p> <p>Hallazgos: Productores la comercializan principalmente fresca; encuestas reflejan interés en transformarla y asociarla a la oferta turística y culinaria local.</p> <p>Particularidad: Oportunidad estratégica para diversificar ingresos y fortalecer identidad territorial, aunque requiere capacitación y articulación con turismo y mercados.</p> | <p>4</p> |
| <p>Manejo de residuos sólidos y orgánicos</p> | <p>Descripción: Limitada, lo que incrementa presión ambiental.</p> <p>Hallazgos: Entrevistas muestran falta de disposición adecuada de empaques y restos orgánicos.</p> | <p>2</p> |

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural

| | | |
|--|--|---|
| | Particularidad: Incrementa riesgo de eutrofización y rechazo social de la acuicultura. | |
| Conservación de ecosistemas estratégicos | <p>Descripción: Cultivos cercanos a páramos y microcuencas que requieren protección.</p> <p>Hallazgos: Productores reconocen que la ubicación es sensible; falta de protocolos ambientales.</p> <p>Particularidad: Debilidad crítica si no se integra conservación en la producción.</p> | 3 |
| Calidad del agua en unidades de cultivo | <p>Descripción: En general agua buena, pero riesgos de vertimientos sin tratamiento.</p> <p>Hallazgos: Encuestas muestran ausencia de plantas de tratamiento en unidades productivas.</p> <p>Particularidad: Riesgo ambiental que puede afectar imagen y sostenibilidad del cultivo.</p> | 3 |
| Biodiversidad y fauna asociada | <p>Descripción: Posibles efectos sobre peces nativos y aves acuáticas.</p> <p>Hallazgos: Productores reconocen escapes de trucha hacia quebradas, sin control.</p> <p>Particularidad: Amenaza a biodiversidad local si no se aplican medidas de bioseguridad.</p> | 2 |

Fuente: Elaboración propia a partir de Departamento Nacional de Planeación (2022); FAO (2023); Federación Colombiana de Acuicultores – Fedeaqua (s. f.); López y Ríos (2023); Torres y Méndez (2021); Instituto del Agua (2024).

Figura 2. Gráfico Radial Caracterización específica del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca en el ámbito social y ambiental.



Fuente: Elaboración propia a partir de Departamento Nacional de Planeación (2022); FAO (2023); Federación Colombiana de Acuicultores – Fedecua (s. f.); López y Ríos (2023); Torres y Méndez (2021); Instituto del Agua (2024).

Dado lo anterior, la descripción detallada del cultivo de trucha en Machetá en términos sociales y ambientales revela una clara dualidad clara entre aspectos positivos y negativos. Entre los elementos mejor evaluados se destacan la identidad cultural campesina y la conexión con el turismo rural (calificación 4), aspectos que denotan un fuerte arraigo comunitario sólido y un potencial estratégico para diversificar la economía local a través del aprovechamiento gastronómico y cultural de la trucha. Además, la percepción ambiental de la comunidad y la formación técnica obtuvieron calificaciones aceptables (3), lo que evidencia la existencia de cimientos sólidos para fortalecer la sostenibilidad y la organización productiva del sector. Estos hallazgos confirman que el cultivo de trucha no solo es una actividad económica, sino también un componente cultural y socialmente relevante para la región.

En contraste, las calificaciones más bajas se observaron en el acceso a servicios públicos, la participación de la comunidad en los planes de desarrollo, las condiciones laborales de los productores, la inclusión de jóvenes y el impacto del cambio climático (calificación 2), lo que evidencia limitaciones estructurales que obstaculizan la consolidación del cultivo como motor de desarrollo sostenible. La falta de conectividad digital, la escasa implicación en la planificación territorial y la inestabilidad laboral afectan la competitividad del sector, mientras que la baja participación de los jóvenes compromete su continuidad generacional. Asimismo, la vulnerabilidad ante la variabilidad climática requiere estrategias de adaptación. Ante este panorama, es crucial reforzar la formación técnica, fomentar la colaboración entre actores, mejorar la inclusión social y llevar a cabo acciones de adaptación al cambio climático para que el cultivo de trucha pueda establecerse como una opción sostenible en los ámbitos social y ambiental, cumpliendo así con el primer específico del proyecto.

4.2. Selección de la metodología en gerencia de proyectos

Según lo indicado en el apartado 3.4.2, Procedimiento de aplicación del análisis documental en los conceptos de gestión de proyectos, se han identificado las variables y características que guían el estudio del cultivo de trucha en Machetá, Cinamarca, desde las perspectivas social y ambiental. Estas variables incluyen aspectos como el acceso a servicios públicos, la participación de la comunidad en los planes de desarrollo, la formación técnica y organizativa, el uso de los recursos hídricos, la identidad cultural campesina, las condiciones laborales, la inclusión de jóvenes y la percepción ambiental de la comunidad. Siguiendo el procedimiento metodológico, se llevó a cabo un análisis documental que permitió comparar diversas metodologías de gestión de proyectos, identificando sus características, ventajas, desventajas y su aplicabilidad objeto de estudio, con fin de seleccionar la más adecuada para orientar la gestión sostenible del negocio rural.

Tabla 4. Comparación de las distintas metodologías en gerencia de proyectos

| Cuadro comparativo de metodologías de gerencia de proyectos | | | | |
|--|--|---|---|--|
| Metodología | Características principales | Ventajas | Desventajas | Aplicación al cultivo de trucha (social y ambiental) |
| Marco Lógico | Basado en la construcción de una matriz que organiza objetivos, indicadores, medios de verificación y supuestos. | Claridad en la definición de metas; promueve la participación comunitaria; facilita el seguimiento y evaluación de impactos sociales y ambientales. | Puede simplificar contextos complejos si no se adapta; requiere acompañamiento técnico inicial. | Útil para formular proyectos de educación ambiental , fortalecimiento comunitario y planes de manejo de recursos hídricos. |
| Metodología Ágil (Scrum/Kanban en proyectos sociales) | Orientada a la flexibilidad y a ciclos cortos de planificación, ejecución y revisión. | Promueve la inclusión de actores locales; facilita la adaptación rápida a cambios sociales o ambientales; fomenta el trabajo colaborativo. | Menor formalidad en documentación; requiere disciplina y compromiso constante de la comunidad. | Aplicable para procesos de capacitación comunitaria , iniciativas juveniles o programas de conservación ambiental adaptativos. |
| Gestión de Proyectos Sostenibles (adaptación PMI + ODS) | Integra criterios de sostenibilidad en todas las fases: formulación, ejecución, seguimiento y cierre. | Enfoque integral; alineado con la Agenda 2030; permite medir impactos sociales y ambientales. | Puede demandar más recursos y formación técnica; riesgo de burocratización si no se simplifica. | Adecuada para proyectos de manejo sostenible del agua , adaptación al cambio climático y fortalecimiento de capacidades sociales. |

Fuente: Elaboración propia a partir de Bernal Torres (2022); Hernández Sampieri, Mendoza y Fernández (2018); Project Management Institute – PMI (2021); Organización de las Naciones Unidas – ONU (2015); Agile Alliance (2020).

A partir del Cuadro comparativo de metodologías de gerencia de proyectos, se concluyó que el Marco Lógico fue la metodología seleccionada para formular las estrategias del proyecto. Esta elección respondió a que, frente a enfoques más técnicos como el PMBOK, el Marco Lógico ofrece una mayor pertinencia para el contexto rural de Machetá al ser flexible, participativo y capaz de integrar dimensiones sociales, ambientales y productivas en un mismo esquema. Su estructura permite organizar de manera clara los problemas, objetivos y acciones, al tiempo que facilita la definición de indicadores de seguimiento que fortalecen la transparencia y la evaluación de resultados.

De esta forma, el Marco Lógico se consolidó como la metodología más adecuada para orientar la formulación de estrategias, asegurando un proceso de planificación accesible para los productores, coherente con las realidades del territorio y orientado a la sostenibilidad social y ambiental del cultivo de trucha en Machetá.

4.3. Formulación de estrategias para fomentar la sostenibilidad social y ambiental de cultivo de trucha en Machetá

La formulación de estrategias orientadas a fortalecer la sostenibilidad social y ambiental del cultivo de trucha en Machetá se desarrolla a partir de la metodología del Marco Lógico, seleccionada por su capacidad para organizar problemas complejos en una estructura coherente de causas, efectos, objetivos y acciones, adaptada al contexto rural. Esta herramienta permite transformar los principales desafíos identificados como la baja participación comunitaria, la limitada capacitación técnica, las condiciones laborales precarias, la escasa inclusión de jóvenes y mujeres, y la vulnerabilidad frente al cambio climático en objetivos estratégicos claros, medibles y alcanzables.

En la dimensión social, las estrategias buscan empoderar a las comunidades locales mediante la creación de espacios de participación activa y mecanismos de gobernanza colaborativa. Se propone establecer comités de productores y fortalecer las asociaciones existentes, lo que permitirá a las familias rurales involucrarse en la toma de decisiones, planificar colectivamente y gestionar proyectos de manera autónoma. La participación comunitaria no solo fortalece la cohesión social y la apropiación de los procesos productivos, sino que también

mejora la capacidad de negociación frente a instituciones y mercados, aumentando la competitividad del sector.

Asimismo, se plantea el diseño e implementación de programas de formación técnica continua en áreas como acuicultura sostenible, administración empresarial, comercialización, transformación de productos y gestión de proyectos. Estos programas deben desarrollarse en colaboración con instituciones educativas, el SENA y organizaciones del sector acuícola, asegurando que los conocimientos adquiridos sean pertinentes al contexto local. Un eje fundamental será la inclusión activa de jóvenes y mujeres, promoviendo su participación en roles de liderazgo, innovación y emprendimiento. Esto no solo garantiza el relevo generacional y la continuidad de la actividad, sino que también diversifica las perspectivas productivas y refuerza la equidad social en el territorio.

La identidad cultural campesina y el arraigo territorial también se reconocen como elementos estratégicos para potenciar el valor agregado del cultivo. Se recomienda integrar la producción de trucha con actividades de turismo rural, gastronomía y educación ambiental, articulando cadenas de valor que fortalezcan la economía local y promuevan la conservación del patrimonio cultural.

En el plano ambiental, las estrategias apuntan a garantizar un manejo responsable y sostenible de los recursos naturales, especialmente del recurso hídrico, elemento central para la producción acuícola. Se propone implementar sistemas de monitoreo de calidad del agua, uso eficiente del recurso, recirculación de caudales y tratamiento adecuado de efluentes. Además, la incorporación de tecnologías limpias y prácticas agroecológicas contribuirá a reducir la contaminación, minimizar la huella ecológica y mejorar la productividad.

La conservación y restauración de los ecosistemas circundantes, como microcuencas y áreas de recarga hídrica, es esencial para la sostenibilidad a largo plazo. En este sentido, se plantea la creación de programas de reforestación comunitaria, corredores biológicos y acuerdos de conservación con actores locales e institucionales. Paralelamente, la educación ambiental desempeña un papel clave en la sensibilización de productores y comunidades sobre el uso racional de los recursos y la protección de la biodiversidad.

Finalmente, la formulación de planes de adaptación y mitigación al cambio climático es prioritaria. Estos incluirán prácticas de manejo resiliente, diversificación productiva, planificación de contingencias ante variaciones climáticas y promoción de infraestructura adecuada. De esta manera, se busca fortalecer la capacidad de respuesta del sistema productivo frente a fenómenos extremos y garantizar la seguridad hídrica y alimentaria de la comunidad.

En conjunto, estas acciones posicionan al cultivo de trucha no solo como una actividad económica, sino como un motor de transformación social, ambiental y territorial, capaz de impulsar el desarrollo sostenible en Machetá. La integración de la participación comunitaria, la gestión eficiente del agua, la conservación ecosistémica, la inclusión social y la resiliencia climática consolida un modelo de acuicultura rural inclusivo, competitivo y sostenible, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las metas de desarrollo territorial del país

monitorear su impacto y realizar ajustes necesarios, garantizando así que el cultivo de trucha en Machetá se convierta en un modelo de desarrollo rural sostenible, inclusivo y competitivo.

Tabla 5. Estrategias para fomentar la sostenibilidad social y ambiental del cultivo de trucha en Machetá

| Estrategias para fomentar la sostenibilidad social y ambiental de cultivo de trucha en Machetá | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|--|
| Objetivo Específico / Componente | Acciones Clave | Responsables | Recursos Necesarios | Indicadores de Éxito | Medios de Verificación | Supuestos / Riesgos |
| 1. Fortalecimiento de capacidades técnicas y sociales | - Realizar diagnóstico de brechas técnicas y sociales. | Asociaciones locales, SENA, Fedecua, Alcaldía | Formadores técnicos, espacios de capacitación, material didáctico | - N° de productores capacitados (desagregados por género y edad). | Listas de asistencia, encuestas pre y post, actas de talleres | Falta de asistencia regular, baja motivación, limitaciones de recursos |
| | - Ejecutar programas de capacitación en acuicultura sostenible, inocuidad, marketing y | | | - % de adopción de nuevas prácticas. | | |

| | | | | | | |
|---|---|-----------------------------------|---|--|--|--|
| | transformación de producto. | | | | | |
| | - Diseñar módulos específicos para mujeres y jóvenes. | | | | | |
| 2. Implementación de prácticas ambientales sostenibles | - Instalar biofiltros y sistemas de recirculación. | Productores, Corporación Autónoma | Materiales para biofiltros y composteras, plántulas, asistencia técnica | - Reducción de descargas contaminantes. | Registros técnicos, análisis de agua, informes ambientales | Altos costos de tecnología, baja supervisión técnica, variabilidad climática |
| | - Diseñar plan de manejo de residuos (compostaje, disposición de empaques). | Regional (CAR), asociaciones | | - N° de hectáreas reforestadas. | | |
| | - Reforestación en zonas riparias y protección de microcuencas. | | | - % de estanques con protocolos de bioseguridad. | | |

| | | | | | | |
|--|---|---|--|--|---|--|
| | - Protocolos de bioseguridad para evitar escapes. | | | | | |
| 3. Fomento de asociatividad y redes locales | - Promover creación y formalización de asociaciones. | Productores, líderes comunitarios, Alcaldía, ONGs | Asesoría legal, capacitadores, apoyo institucional | - N° de asociaciones formalizadas. | Actas de asamblea, estatutos, contratos, registros de compras | Conflictos internos, resistencia a asociarse, falta de confianza |
| | - Talleres de liderazgo y gobernanza comunitaria. | | | - Volumen de compras colectivas. | | |
| | - Establecer compras colectivas de insumos y redes de comercialización. | | | - N° de convenios o alianzas establecidas. | | |
| | - Gestionar alianzas con programas de apoyo. | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|
| 4. Integración con turismo rural y gastronomía | - Desarrollar productos con valor agregado (trucha ahumada, fileteada, en conserva). | Productores, Secretaría de Turismo, restaurantes locales | Infraestructura básica, empaques, campañas de promoción, alianzas turísticas | - N° de productos con valor agregado. | Encuestas a visitantes, facturación, registros de ventas | Baja demanda inicial, limitaciones de inocuidad y calidad, falta de articulación con el sector turístico |
| | - Diseñar experiencias turístico-gastronómicas. | | | - N° de experiencias turísticas activas. | | |
| | - Posicionar la marca territorial “Trucha de Machetá”. | | | - Incremento de ventas por turismo. | | |
| | - Participar en ferias y festivales. | | | | | |
| 5. Monitoreo y evaluación continua | - Definir indicadores sociales, ambientales y productivos. | Comité de productores, Alcaldía, universidades aliadas | Software o plantillas de monitoreo, equipo de seguimiento, personal técnico | - % de metas alcanzadas. | Informes de evaluación, tableros de control, actas de talleres | Falta de recursos para seguimiento, baja participación en retroalimentación |

Gestión sostenible del cultivo de trucha en Machetá con enfoque rural

| | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|--|
| | - Monitorear resultados cada semestre. | | | - N° de ajustes realizados al plan. | | |
| | - Realizar talleres de retroalimentación con productores. | | | - Nivel de satisfacción de productores. | | |
| | - Ajustar plan de acción según resultados. | | | | | |

Fuente: Elaboración propia a partir de Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2022); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023); López y Ríos (2023); Torres y Méndez (2021); Instituto del Agua (2024); Project Management Institute – PMI (2021).

5. DISCUSIÓN

El presente apartado desarrolla la discusión de los resultados obtenidos en la investigación sobre el cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, a partir de su caracterización social y ambiental. El análisis crítico de los hallazgos permite contrastarlos con la literatura revisada en torno a la acuicultura sostenible, los procesos comunitarios rurales y la gestión de los recursos naturales en ecosistemas de páramo. Este contraste posibilita comprender cómo los resultados dialogan con tendencias globales y regionales, y a la vez visibilizar particularidades propias del contexto local.

La importancia de este ejercicio radica en que la sostenibilidad de la piscicultura no depende únicamente de factores técnicos o económicos, sino fundamentalmente de la manera en que se integran los aspectos sociales y ambientales. Como lo señala la FAO (2023), los sistemas acuícolas en territorios rurales requieren un enfoque integral que incluya la cohesión comunitaria, la inclusión social y el uso responsable de los recursos hídricos. En este sentido, el presente capítulo tiene como objetivos: (i) contrastar los resultados con la revisión de literatura, (ii) analizar su impacto en el campo de estudio y (iii) proponer nuevas líneas de investigación que permitan fortalecer la sostenibilidad de la piscicultura en contextos similares.

Contraste de resultados con la revisión literaria

Dimensión social

Uno de los principales hallazgos de la caracterización fue la baja participación comunitaria en los procesos de planificación vinculados al cultivo de trucha. Este aspecto es consistente con lo advertido por el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2022), que señala que en Colombia persisten brechas importantes en la incidencia de las comunidades rurales sobre las políticas y proyectos que afectan sus territorios. La limitada articulación entre productores y los planes de desarrollo municipal o los Consejos de Desarrollo Rural genera una débil apropiación social del cultivo.

Esta situación también ha sido identificada en otros países de América Latina. Torres y Méndez (2021) documentan experiencias en comunidades rurales de Bolivia donde la falta de

participación comunitaria en proyectos de piscicultura derivó en el abandono de las iniciativas una vez terminó el apoyo institucional. En contraste, proyectos desarrollados en Perú con fuerte participación de las comunidades lograron consolidar sistemas acuícolas comunitarios que aún permanecen activos. Esto muestra que la participación no solo es deseable, sino determinante para la sostenibilidad social.

La investigación también evidenció la escasa inclusión de jóvenes y mujeres en la piscicultura local, predominando la participación de hombres adultos. Esta exclusión limita el relevo generacional y reduce las oportunidades de innovación en la actividad. Según la Federación Colombiana de Acuicultores (Fedeaqua, s.f.), la falta de participación juvenil es uno de los mayores riesgos para la continuidad de la piscicultura artesanal en Colombia. La FAO (2023) coincide al señalar que los proyectos que no incluyen activamente a jóvenes y mujeres tienden a ser menos sostenibles en el tiempo, pues carecen de diversidad social en su estructura organizativa.

En Guatemala, por ejemplo, programas de piscicultura comunitaria han logrado articular a mujeres en cadenas de valor relacionadas con la transformación y comercialización de pescado, generando ingresos adicionales para sus familias y mejorando la cohesión social. En Ecuador, la inclusión de jóvenes en actividades de monitoreo de agua y en procesos de innovación tecnológica ha fortalecido el cultivo de trucha en zonas de altura (FAO, 2023). Estas experiencias refuerzan la necesidad de promover estrategias de inclusión en Machetá.

Pese a estas debilidades, la investigación identificó fortalezas sociales relevantes, como la persistencia de la identidad cultural campesina y de prácticas colectivas como las mingas. Estas dinámicas comunitarias generan cohesión social y confianza entre los actores locales, lo que constituye un activo fundamental para la sostenibilidad. Según López y Ríos (2023), las prácticas culturales tradicionales permiten sostener proyectos rurales incluso frente a crisis económicas o ambientales, ya que promueven la solidaridad y el apoyo mutuo. De este modo, la investigación confirma que, aunque existen debilidades en inclusión y participación, también hay activos sociales que pueden potenciarse para fortalecer la sostenibilidad del cultivo de trucha.

Dimensión ambiental

En el ámbito ambiental, los resultados mostraron que el recurso hídrico es el principal activo estratégico de Machetá. Las aguas frías y limpias provenientes de los páramos y microcuencas son ideales para el cultivo de trucha, una especie altamente dependiente de aguas oxigenadas y bajas temperaturas. Sin embargo, la caracterización también reveló riesgos significativos asociados al manejo inadecuado de desechos acuícolas, la ausencia de planes de gestión ambiental y la vulnerabilidad frente al cambio climático.

Torres y Méndez (2021) destacan que la acuicultura en ecosistemas de altura enfrenta una tensión constante entre productividad y conservación, dado que los sistemas acuícolas pueden ejercer presión sobre fuentes hídricas sensibles. El Instituto del Agua (2024) señala que el cambio climático es una de las principales amenazas para la acuicultura de trucha, ya que la variabilidad en los caudales y el aumento en la temperatura del agua afectan la disponibilidad y calidad del recurso.

Los testimonios de productores de Machetá coinciden con esta preocupación, pues señalaron que en temporadas de sequía los caudales de agua disminuyen considerablemente, dificultando el sostenimiento del cultivo. Este fenómeno no es exclusivo de la región; en Boyacá y Nariño también se han reportado reducciones de productividad piscícola debido a la variabilidad climática (FAO, 2023).

Otro hallazgo ambiental fue la posible contaminación de fuentes hídricas por vertimientos sin tratamiento. López y Ríos (2023) documentan que, en ausencia de planes de manejo ambiental, la piscicultura puede contribuir a la eutrofización y sedimentación de ríos y lagunas, afectando tanto a la biodiversidad como a las comunidades que dependen del recurso. En Colombia, la literatura ha señalado casos donde el incremento de la producción piscícola sin medidas ambientales adecuadas ha generado conflictos socioambientales con comunidades aguas abajo (Fedeacua, s.f.).

Ejemplos positivos también existen: proyectos en Ecuador han implementado sistemas de acuicultura recirculante (RAS) que reducen el consumo de agua y evitan la descarga directa de residuos al medio ambiente. De igual forma, la integración de la acuicultura con la agricultura

bajo esquemas de acuaponía se ha convertido en una alternativa para cerrar ciclos de nutrientes y minimizar impactos (Wikipedia, 2024). Estas experiencias muestran caminos viables que podrían adaptarse al contexto de Machetá.

Impacto en el campo de estudio

Contribuciones al conocimiento

El estudio aporta al campo de la acuicultura sostenible al ofrecer un caso contextualizado en un ecosistema de páramo, donde se evidencian las interacciones entre factores sociales y ambientales. Como plantea la FAO (2023), es fundamental contar con estudios de caso que ilustren cómo los sistemas acuícolas se insertan en territorios específicos, ya que esto permite adaptar las políticas y estrategias globales a realidades locales. En este sentido, los resultados de Machetá enriquecen la literatura nacional, pues integran dos dimensiones que a menudo se analizan por separado.

El aporte principal radica en demostrar que la viabilidad del cultivo de trucha no puede evaluarse únicamente en términos de producción, sino que depende de la cohesión comunitaria, la inclusión social y la conservación del recurso hídrico. Estos hallazgos dialogan con marcos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 6 (agua limpia y saneamiento) y el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres).

Relevancia para la política pública y la planificación territorial

Los resultados tienen un impacto directo en la formulación de políticas públicas. La baja participación comunitaria y la escasa inclusión de jóvenes y mujeres evidencian la necesidad de ajustar los instrumentos de planificación territorial como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), para que reconozcan la piscicultura como una actividad estratégica en el desarrollo rural. El DNP (2022) ha señalado que la participación ciudadana es esencial para el desarrollo sostenible, y los hallazgos de este estudio confirman que la ausencia de procesos participativos limita la apropiación social de las iniciativas productivas.

Asimismo, la investigación refuerza la necesidad de políticas ambientales adaptativas frente al cambio climático. Países como Chile y Ecuador han avanzado en la implementación de normativas que regulan el uso del agua en la acuicultura y promueven tecnologías de bajo impacto (FAO, 2023). En Colombia, aunque existen normas generales sobre recursos hídricos, aún falta mayor especificidad en lo relacionado con la piscicultura de pequeña escala (Conservation International, 2022).

La experiencia de los campesinos de Tasco, Boyacá, quienes han defendido colectivamente el agua como un bien común frente a proyectos extractivos, constituye un ejemplo inspirador de gestión comunitaria de recursos hídricos (El País, 2025). Este tipo de organización puede ser replicado en Machetá para fortalecer la sostenibilidad ambiental y social de la piscicultura.

Impacto en las comunidades de Machetá

Para las comunidades locales, los resultados de la investigación generan un impacto práctico inmediato. La identificación de fortalezas sociales como la identidad cultural campesina y las prácticas colectivas ofrece un punto de partida para diseñar estrategias participativas que refuercen la organización comunitaria. Al mismo tiempo, la detección de debilidades abre la posibilidad de implementar programas de formación técnica y ambiental, orientados a la participación de jóvenes y mujeres.

La FAO (2023) documenta experiencias en Guatemala donde la inclusión de mujeres en actividades de transformación y comercialización de pescado fortaleció el rol femenino en la economía local. Estos ejemplos pueden servir como referente para el diseño de estrategias inclusivas en Machetá.

En términos ambientales, el reconocimiento del agua como recurso estratégico refuerza la conciencia ambiental de los productores. La capacitación y el monitoreo comunitario del recurso hídrico pueden convertirse en herramientas clave para prevenir la contaminación y enfrentar la variabilidad climática. Proyectos como el de la laguna de Mojanda en Ecuador, donde se implementaron planes de manejo participativos, muestran que la acción colectiva puede transformar prácticas inadecuadas en procesos de conservación (Torres & Méndez, 2021).

Nuevas líneas de investigación

Del contraste entre los resultados y la literatura surgen múltiples líneas de investigación que deben ser exploradas en el futuro:

Cambio climático y acuicultura de altura: profundizar en cómo la variabilidad climática afecta la trucha arcoíris en páramos y desarrollar modelos de adaptación.

Modelos de participación comunitaria en acuicultura: analizar esquemas de gobernanza que fortalezcan la gestión social del recurso hídrico y del cultivo.

Inclusión de jóvenes y mujeres en piscicultura: estudiar barreras culturales y económicas para su participación y diseñar programas de inclusión sostenibles.

Gestión ambiental comunitaria en páramos: evaluar la viabilidad de planes de manejo hídrico participativos con monitoreo comunitario.

Prácticas culturales y sostenibilidad social: investigar cómo tradiciones campesinas como las mingas pueden integrarse en modelos de acuicultura.

Innovación tecnológica amigable con el ambiente: analizar la implementación de sistemas recirculantes, acuaponía y monitoreo IoT en comunidades rurales.

Adaptación de metodologías de gerencia de proyectos: evaluar cómo el Marco Lógico y la Gestión de Proyectos Sostenibles pueden adaptarse a contextos rurales con baja tecnificación.

Cierre de la discusión

En síntesis, los resultados de la investigación sobre el cultivo de trucha en Machetá permiten confirmar que la sostenibilidad de esta actividad depende de un equilibrio entre las dimensiones social y ambiental. El contraste con la revisión literaria evidencia que las problemáticas identificadas a nivel local reflejan tendencias globales en la acuicultura rural, como la vulnerabilidad al cambio climático, la necesidad de asociatividad y la importancia de la cohesión comunitaria. El impacto de estos resultados radica en aportar conocimiento contextualizado y aplicable a políticas públicas, organizaciones comunitarias y procesos de

formación, lo que fortalece el campo de estudio. Finalmente, las líneas de investigación propuestas abren un camino hacia nuevas exploraciones académicas y prácticas que permitan consolidar el cultivo de trucha como un negocio rural sostenible, resiliente y generador de desarrollo en territorios de montaña como Machetá.

6. CONCLUSIONES

Para fortalecer el cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca, se han propuesto estrategias basadas en herramientas y metodologías de gerencia de proyectos adecuadas, con el fin de garantizar su sostenibilidad en el ámbito ambiental y social. Estas estrategias buscan integrar prácticas sostenibles que no solo mejoren la eficiencia operativa del negocio, sino que también aseguren su permanencia a largo plazo, minimizando impactos negativos y maximizando beneficios para la comunidad y el entorno en el cual se encuentra inmerso.

Para ello, primero se realizó una caracterización de su contexto rural, identificando las variables clave que influyen en su sostenibilidad ambiental y social. Este análisis encontró que las características más relevantes son la disponibilidad de aguas frías y limpias provenientes de páramos y microcuencas, que representan un recurso estratégico para el cultivo de trucha, así como la identidad cultural campesina y las mingas o prácticas colectivas que fortalecen la cohesión social y favorecen el sostenimiento de la actividad. No obstante, también se evidenciaron debilidades importantes, entre ellas la baja participación comunitaria en los procesos de planificación, la limitada inclusión de jóvenes y mujeres en la piscicultura, y deficiencias en el manejo ambiental, especialmente en lo relacionado con la disposición de residuos y el riesgo de contaminación de fuentes hídricas. A ello se suma la vulnerabilidad del recurso hídrico frente al cambio climático, que plantea un desafío significativo para la sostenibilidad a futuro. En conjunto, los resultados permiten concluir que, aunque el territorio presenta condiciones naturales y sociales favorables, es necesario fortalecer la gestión social y ambiental para consolidar la sostenibilidad del cultivo en Machetá.

Posteriormente, a través de una revisión bibliográfica se evaluaron diversas metodologías y herramientas de gerencia de proyectos, considerando las necesidades específicas del ámbito ambiental y social a partir de sus necesidades más destacadas, halladas durante la caracterización ya mencionada. En esa evaluación, se revisaron enfoques ampliamente utilizados como el Marco Lógico, que permite estructurar objetivos, indicadores y actividades de manera clara y medible, facilitando el seguimiento y la evaluación de proyectos comunitarios; la Gestión de Proyectos Sostenibles (GPS), orientada a integrar dimensiones sociales y ambientales en cada fase del ciclo de vida del proyecto; y las metodologías ágiles adaptadas al contexto rural, que

promueven la flexibilidad y la participación activa de los actores involucrados. Asimismo, se tuvieron en cuenta propuestas de la Project Management Institute (PMI), especialmente aquellas relacionadas con la gestión de riesgos y la participación de los grupos de interés, que resultan pertinentes para enfrentar los desafíos ambientales identificados, como el manejo del agua y los residuos. El contraste de estas metodologías permitió valorar sus ventajas y limitaciones, concluyendo que el Marco Lógico constituye una herramienta adecuada para el caso de estudio, por su capacidad de organizar los resultados de la caracterización y traducirlos en estrategias concretas que respondan tanto a los aspectos sociales como ambientales del cultivo de trucha en Machetá, y se determinó que la metodología más adecuada para formular las estrategias de fortalecimiento en la sostenibilidad ambiental y social del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca es el Marco Lógico como la herramienta de gerencia de proyectos más pertinente para el caso del cultivo de trucha en Machetá. Esta elección se fundamenta en que el Marco Lógico facilita organizar de manera estructurada los hallazgos de la caracterización en objetivos, resultados, indicadores y actividades específicas, permitiendo dar respuesta tanto a las necesidades sociales como la baja participación comunitaria y la inclusión de jóvenes y mujeres, como a los retos ambientales relacionados con la gestión adecuada del recurso hídrico y la prevención de la contaminación. Además, su carácter participativo y su enfoque en la medición de resultados lo convierten en un instrumento idóneo para vincular a la comunidad en el diseño, implementación y seguimiento de las estrategias, garantizando así mayor apropiación social y sostenibilidad en el tiempo.

Por último, y a partir del Marco Logico se diseñan las estrategias que pueden contribuir a fortalecer la sostenibilidad ambiental y social del cultivo de trucha en Machetá Cundinamarca dentro de las cuales se destacan: aquellas orientadas al fomento de la participación comunitaria, la inclusión de jóvenes y mujeres, y el fortalecimiento organizativo mediante procesos asociativos y de capacitación técnica. En el ámbito ambiental, se plantea la gestión adecuada del recurso hídrico, la prevención de la contaminación y la implementación de prácticas sostenibles que reduzcan la vulnerabilidad frente al cambio climático. En conjunto, los resultados evidencian que la articulación de estas acciones no solo responde a los retos locales identificados en la caracterización, sino que también permite consolidar al cultivo de trucha como una actividad rural sostenible, resiliente y con potencial de desarrollo comunitario.

El análisis detallado de los resultados obtenidos revela que el cultivo de trucha en Machetá se encuentra en una posición intermedia entre el aprovechamiento de sus fortalezas y la superación de múltiples limitaciones estructurales. Por un lado, el territorio cuenta con condiciones ambientales propicias, como la disponibilidad de aguas frías y limpias, la proximidad a la capital y una comunidad arraigada en su cultura, lo cual fortalece el capital social y la solidaridad. Sin embargo, estas ventajas se ven opacadas por la carencia de formación técnica en los productores, la limitada conectividad digital, las deficiencias en infraestructura básica y la escasa articulación con instituciones gubernamentales y de apoyo al sector. Estas problemáticas no solo impactan la competitividad del cultivo de trucha, sino también su sostenibilidad social y ambiental a largo plazo.

Las estrategias propuestas a partir del enfoque del Marco Lógico se presentan como una vía viable para abordar estos retos, al integrar de manera equilibrada las dimensiones social y ambiental. En el ámbito social, se destaca la importancia de la capacitación de los productores, la inclusión activa de jóvenes y mujeres en la actividad piscícola, y el fortalecimiento organizativo a través de asociaciones, lo que abre la posibilidad de consolidar procesos comunitarios más participativos y con mayor capacidad de incidencia en la planificación territorial. No obstante, el éxito de estas estrategias estará condicionado por la disposición de los productores a asumir cambios culturales y por la existencia de apoyos institucionales que garanticen su continuidad en el tiempo.

En el ámbito ambiental, las propuestas relacionadas con la gestión responsable del recurso hídrico, la prevención de la contaminación y la adopción de prácticas de producción más sostenibles representan un paso necesario para mitigar los riesgos derivados del cambio climático y la presión sobre los ecosistemas de páramo. En este sentido, los resultados obtenidos no solo permiten reconocer la situación actual del cultivo de trucha en Machetá, sino que también constituyen una base sólida para impulsar un proceso de transformación hacia un modelo de producción acuícola sostenible, resiliente y con capacidad de aportar de manera significativa al bienestar económico, social y ambiental de la comunidad.

7. RECOMENDACIONES

Se sugiere en primer lugar fortalecer la capacitación técnica y administrativa de los productores de trucha en Machetá, enfocándose en temas como gestión empresarial, comercialización, innovación tecnológica y prácticas sostenibles de acuicultura. Además, es esencial establecer alianzas entre asociaciones locales, instituciones educativas, entidades gubernamentales y el sector privado para facilitar el acceso a financiamiento, mejorar la infraestructura y expandir los mercados.

Para futuras investigaciones, se plantea la ampliación del estudio para evaluar el impacto económico, social y ambiental de las estrategias propuestas, así como explorar la implementación de tecnologías emergentes como acuaponía, biofloc y herramientas digitales para el monitoreo de los estanques. También se sugiere realizar estudios comparativos con experiencias de acuicultura rural en Colombia y América Latina para adaptar buenas prácticas y desarrollar modelos replicables que impulsen un sector acuícola rural sostenible.

Se aconseja dar prioridad a la organización comunitaria y la formalización del emprendimiento de cultivo de trucha en la vereda El Tablón, ya que estas acciones no solo facilitarán el acceso a programas de apoyo institucional y financiero, sino que también mejorarán la capacidad de negociación con los mercados. Asimismo, se sugiere la implementación de prácticas de gestión ambiental responsables, como el control de efluentes y la preservación de las fuentes hídricas, para asegurar la sostenibilidad del negocio y el bienestar de la comunidad a largo plazo.

Referencias

- Agro Negocios. (2024). *La acuicultura como motor de desarrollo en zonas rurales*. Revista Agro Negocios Latinoamérica, 20(3), 45-50. Recuperado el 02 de agosto de 2025.
- Altieri, M. A. (2018). Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable (2.^a ed.). Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Recuperado el 02 de agosto de 2025.
- Angermayr, G., Palacio, A., & Chaminade, C. (2023). Small-scale freshwater aquaculture, income generation and food security in rural Madagascar. *Sustainability*, 15(21), 15439. Recuperado el 02 de agosto de 2025.
- Apaza Quisope, I., & Blanco Espezua, M. P. (2022). *Ingresos, tecnología y capacitación de productores rurales de trucha (Oncorhynchus mykiss), estudio de caso en el lago Titicaca*. AGROSAVIA. Recuperado el 15 de agosto de 2025.
- Colombia Productiva (s. f.). Capacitaciones para el desarrollo de la acuicultura y la pesca en Colombia. Recuperado el 15 de agosto de 2025.
- Corona, J. I. M., Almón, G. E. P., & Garza, D. B. O. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo. Revista Ra Ximhai, 19(1), 67-83. <https://raximhai.uaim.edu.mx/index.php/rx/article/view/219/199>. Recuperado el 26 de agosto de 2025.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). Informe nacional de desarrollo rural: desafíos y avances de la acuicultura en Colombia. Recuperado el 02 de agosto de 2025.
- DNP. (2022). Informe nacional de desarrollo rural: desafíos y avances de la acuicultura en Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 02 de agosto de 2025.
- FAO. (2023). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2023. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 02 de agosto de 2025.
- Federación Colombiana de Acuicultores – Fedecua (s. f.). Servicios de fortalecimiento técnico y formativo para la piscicultura en Colombia. Recuperado el 15 de agosto de 2025.

García-Mondragón, D., Gallego -Alarcón, I., García Pulido, D., Fonseca, C. R., & Cervantes-Zepeda, I. (2021). Characterization of rural small-scale rainbow trout farms in Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(5), 45–58. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (6.ª ed.). McGraw-Hill. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Instituto del Agua. (2024). *Gestión eficiente del agua en sistemas acuícolas rurales*. Centro de Investigación Hídrica y Desarrollo Rural. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

López, A., & Ríos, F. (2023). Gestión de proyectos rurales con enfoque sostenible: Aplicación del PMBOK en Colombia. *Revista de Desarrollo Local*, 15(2), 34–51. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

López, A., & Ríos, F. (2023). Metodologías de gestión de proyectos aplicadas a entornos rurales. *Revista Colombiana de Desarrollo Productivo*, 8(1), 45-63. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

MADR. (2017). Resolución 464: Lineamientos para el desarrollo de la acuicultura sostenible en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Manlosa, A. O., Schilling, J., & Bieri, S. (2023). Transformative social innovations for sustainable rural livelihoods: A systematic review. *Sustainability Science*, 18(3), 915–930. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research. (1979). The Belmont Report: Ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research. U.S. Government Printing Office. Recuperado el 26 de agosto de 2025

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). Métodos de caracterización de sistemas productivos rurales. FAO. Recuperado el 15 de agosto de 2025.

Participantes en Reddit (2023). Debate sobre la conectividad rural en Colombia y soluciones basadas en redes comunitarias. Recuperado el 15 de agosto de 2025.

PMI (Project Management Institute). (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)* (7th ed.). Project Management Institute. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Radosavljevic, S., Venturino, E., Acotto, F., Wang, Q., Su, J., & Gasparatos, A. (2025). Sustainable intensification of small-scale aquaculture systems depends on the local context and characteristics of producers. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Salas, M., & Rodríguez, P. (2021). Aplicación del marco lógico en proyectos de desarrollo comunitario en zonas rurales. *Revista Latinoamericana de Planificación y Desarrollo*, 18(3), 99–118. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Salinas, J., & Cárdenas, M. (2019). Metodologías participativas para el desarrollo rural sostenible. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 15 de agosto de 2025.

Sánchez García, L., & Camacho, M. (2017). Emprendimiento rural y saberes locales: alternativas para el desarrollo sostenible. *Revista Colombiana de Desarrollo Regional*, 13(2), 45-60. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA (s. f.). SENA Emprende Rural: formación y fortalecimiento de emprendimientos rurales sostenibles. Recuperado el 15 de agosto de 2025.

Tabares, J., Rojas, M. J., & Castellanos, J. (2022). Participación comunitaria y sostenibilidad social en proyectos productivos rurales en Colombia. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Rural*, 13(2), 85–101. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Torres, J., & Méndez, C. (2021). Gerencia de proyectos y sostenibilidad rural: una mirada desde América Latina. *Revista Gestión y Territorio*, 5(2), 112-128. Recuperado el 02 de agosto de 2025.

Truchas Suralá. (2023, 24 abril). Inicio - Truchas suralá Recuperado el 15 de agosto de 2025.

UNESCO. (2017). Manual para la elaboración de encuestas, entrevistas y grupos focales en investigación social. UNESCO. Recuperado el 15 de agosto de 2025

UNIMINUTO. (2020). Política de Ética e Integridad Científica de la I+D+i+C. Sistema de Investigaciones Científicas (SIC-UNIMINUTO). <https://www.uniminuto.edu>. Recuperado el 26 de agosto de 2025

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta 1 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Recopilar información clave para caracterizar la realidad social, económica, productiva y ambiental de las unidades productivas de trucha en la vereda El Tablón, Machetá, con el fin de identificar fortalezas, debilidades y oportunidades que orienten estrategias de fortalecimiento y sostenibilidad.

1. Dimensión Social

- 1.1 Nombre del productor: **Alirio Lasso**
1.2 Edad: **63 años** Sexo: M (**X**) F ()
1.3 Nivel educativo: **Secundaria**
1.4 Número de integrantes en el hogar: **4**
1.5 Participa en asociaciones o juntas de acción comunal: Sí (**X**) No ()
1.6 Capacitación previa en piscicultura: Sí (**X**) No ()

2. Dimensión Económica

- 2.1 Ingresos mensuales por venta de trucha: **\$2.500.000**
2.2 Costos mensuales aproximados de producción: **\$1.800.000**
2.3 Principales canales de comercialización: **Plaza municipal**
2.4 Acceso a créditos o financiamiento: Sí () No (**X**)

3. Dimensión Productiva

- 3.1 Tipo de infraestructura utilizada (estanques, jaulas, otros): **Estanque en tierra**
3.2 Volumen de producción mensual (kg): **250**
3.3 Fases del ciclo de producción desarrolladas: **Alevinaje y engorde**
3.4 Uso de tecnologías de monitoreo o control: Sí () No (**X**)
3.5 Plan sanitario y de bioseguridad implementado: Sí (**X**) No ()

4. Dimensión Ambiental

- 4.1 Fuente de agua utilizada: **Quebrada**
4.2 Control y monitoreo de calidad del agua: Sí (**X**) No ()
4.3 Manejo de efluentes: **Descarga directa**
4.4 Medidas de conservación ambiental implementadas: **Reforestación**

Observaciones adicionales

Anexo 2. Encuesta 2 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Recopilar información clave para caracterizar la realidad social, económica, productiva y ambiental de las unidades productivas de trucha en la vereda El Tablón, Machetá, con el fin de identificar fortalezas, debilidades y oportunidades que orienten estrategias de fortalecimiento y sostenibilidad.

1. Dimensión Social

- 1.1 Nombre del productor: **Rosalbina Herrera**
- 1.2 Edad: **59 años** Sexo: M () F (X)
- 1.3 Nivel educativo: **Secundaria**
- 1.4 Número de integrantes en el hogar: **3**
- 1.5 Participa en asociaciones o juntas de acción comunal: Sí () No (X)
- 1.6 Capacitación previa en piscicultura: Sí () No (X)

2. Dimensión Económica

- 2.1 Ingresos mensuales por venta de trucha: **\$1.800.000**
- 2.2 Costos mensuales aproximados de producción: **\$1.500.000**
- 2.3 Principales canales de comercialización: **Intermediario**
- 2.4 Acceso a créditos o financiamiento: Sí () No (X)

3. Dimensión Productiva

- 3.1 Tipo de infraestructura utilizada (estanques, jaulas, otros): **Estanque en tierra**
- 3.2 Volumen de producción mensual (kg): **180**
- 3.3 Fases del ciclo de producción desarrolladas: **Engorde y comercialización**
- 3.4 Uso de tecnologías de monitoreo o control: Sí () No (X)
- 3.5 Plan sanitario y de bioseguridad implementado: Sí () No (X)

4. Dimensión Ambiental

- 4.1 Fuente de agua utilizada: **Quebrada**
- 4.2 Control y monitoreo de calidad del agua: Sí () No (X)
- 4.3 Manejo de efluentes: **Descarga directa**
- 4.4 Medidas de conservación ambiental implementadas: **Ninguna**

Observaciones adicionales

Anexo 3. Encuesta 3 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Recopilar información clave para caracterizar la realidad social, económica, productiva y ambiental de las unidades productivas de trucha en la vereda El Tablón, Machetá, con el fin de identificar fortalezas, debilidades y oportunidades que orienten estrategias de fortalecimiento y sostenibilidad.

1. Dimensión Social

- 1.1 Nombre del productor: **Victor Sanchez**
- 1.2 Edad: **44 años** Sexo: M (**X**) F ()
- 1.3 Nivel educativo: **Primaria**
- 1.4 Número de integrantes en el hogar: **3**
- 1.5 Participa en asociaciones o juntas de acción comunal: Sí (**X**) No ()
- 1.6 Capacitación previa en piscicultura: Sí (**X**) No ()

2. Dimensión Económica

- 2.1 Ingresos mensuales por venta de trucha: **\$2.000.000**
- 2.2 Costos mensuales aproximados de producción: **\$1.400.000**
- 2.3 Principales canales de comercialización: **Plaza municipal**
- 2.4 Acceso a créditos o financiamiento: Sí () No (**X**)

3. Dimensión Productiva

- 3.1 Tipo de infraestructura utilizada (estanques, jaulas, otros): **Estanque en tierra**
- 3.2 Volumen de producción mensual (kg): **200**
- 3.3 Fases del ciclo de producción desarrolladas: **Ciclo completo**
- 3.4 Uso de tecnologías de monitoreo o control: Sí (**X**) No ()
- 3.5 Plan sanitario y de bioseguridad implementado: Sí (**X**) No ()

4. Dimensión Ambiental

- 4.1 Fuente de agua utilizada: **Quebrada**
- 4.2 Control y monitoreo de calidad del agua: Sí () No (**X**)
- 4.3 Manejo de efluentes: **Tratamiento basico**
- 4.4 Medidas de conservación ambiental implementadas: **Ninguna**

Observaciones adicionales

Anexo 4. Encuesta 4 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Recopilar información clave para caracterizar la realidad social, económica, productiva y ambiental de las unidades productivas de trucha en la vereda El Tablón, Machetá, con el fin de identificar fortalezas, debilidades y oportunidades que orienten estrategias de fortalecimiento y sostenibilidad.

1. Dimensión Social

- 1.1 Nombre del productor: **Maicol Castillo**
1.2 Edad: **34 años** Sexo: M (**X**) F ()
1.3 Nivel educativo: **Secundaria**
1.4 Número de integrantes en el hogar: **3**
1.5 Participa en asociaciones o juntas de acción comunal: Sí () No (**X**)
1.6 Capacitación previa en piscicultura: Sí () No (**X**)

2. Dimensión Económica

- 2.1 Ingresos mensuales por venta de trucha: **\$2.800.000**
2.2 Costos mensuales aproximados de producción: **\$2.000.000**
2.3 Principales canales de comercialización: **Mercado Regional**
2.4 Acceso a créditos o financiamiento: Sí (**X**) No ()

3. Dimensión Productiva

- 3.1 Tipo de infraestructura utilizada (estanques, jaulas, otros): **Estanque en tierra**
3.2 Volumen de producción mensual (kg): **300**
3.3 Fases del ciclo de producción desarrolladas: **Alevinaje y engorde**
3.4 Uso de tecnologías de monitoreo o control: Sí () No (**X**)
3.5 Plan sanitario y de bioseguridad implementado: Sí (**X**) No ()

4. Dimensión Ambiental

- 4.1 Fuente de agua utilizada: **Quebrada**
4.2 Control y monitoreo de calidad del agua: Sí (**X**) No ()
4.3 Manejo de efluentes: **Descarga Directa**
4.4 Medidas de conservación ambiental implementadas: **Reforestación**

Observaciones adicionales

Anexo 5. Encuesta 5 de Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Recopilar información clave para caracterizar la realidad social, económica, productiva y ambiental de las unidades productivas de trucha en la vereda El Tablón, Machetá, con el fin de identificar fortalezas, debilidades y oportunidades que orienten estrategias de fortalecimiento y sostenibilidad.

1. Dimensión Social

- 1.1 Nombre del productor: **Liliana Lopez**
1.2 Edad: **39 años** Sexo: M () F (X)
1.3 Nivel educativo: **Tecnica**
1.4 Número de integrantes en el hogar: **3**
1.5 Participa en asociaciones o juntas de acción comunal: Sí (X) No ()
1.6 Capacitación previa en piscicultura: Sí (X) No ()

2. Dimensión Económica

- 2.1 Ingresos mensuales por venta de trucha: **\$2.600.000**
2.2 Costos mensuales aproximados de producción: **\$1.900.000**
2.3 Principales canales de comercialización: **Intermediario**
2.4 Acceso a créditos o financiamiento: Sí (X) No ()

3. Dimensión Productiva

- 3.1 Tipo de infraestructura utilizada (estanques, jaulas, otros): **Estanque en tierra**
3.2 Volumen de producción mensual (kg): **270**
3.3 Fases del ciclo de producción desarrolladas: **Ciclo completo**
3.4 Uso de tecnologías de monitoreo o control: Sí (X) No ()
3.5 Plan sanitario y de bioseguridad implementado: Sí (X) No ()

4. Dimensión Ambiental

- 4.1 Fuente de agua utilizada: **Quebrada**
4.2 Control y monitoreo de calidad del agua: Sí (X) No ()
4.3 Manejo de efluentes: **Tratamiento basico**
4.4 Medidas de conservación ambiental implementadas: **Cercas vivas**

Observaciones adicionales

Anexo 6. Entrevista 1 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Profundizar en las percepciones, experiencias y prácticas de los productores de trucha de la vereda El Tablón, Machetá, para complementar la información obtenida en la encuesta y captar aspectos cualitativos clave sobre factores sociales, económicos, productivos y ambientales que inciden en la sostenibilidad de sus unidades productivas.

1. Dimensión Social

- 1.1 ¿Cómo inició su experiencia en el cultivo de trucha? **Aprendio de sus padres**
- 1.2 ¿Qué papel desempeña su familia dentro del negocio? **Toda la familia participa**
- 1.3 ¿Participa en asociaciones, cooperativas o juntas de acción comunal? ¿Por qué? **Si, en la asociación local, porque, quiero ampliar el negocio a nivel regional**
- 1.4 ¿Ha recibido capacitación o asistencia técnica en piscicultura? Describa. **Curso básico SENA. Se hicieron jornadas educativas en la zona y participó**

2. Dimensión Económica

- 2.1 ¿Cuáles son las principales fuentes de ingreso del negocio? **Venta de trucha en la plaza de Mercado y a los vecinos de la vereda**
- 2.2 ¿Cómo comercializa su producto y en qué mercados participa? **Con conocidos y el día de Mercado en la plaza municipal**
- 2.3 ¿Ha tenido acceso a créditos o apoyos financieros? ¿Cómo han influido en su negocio? **No ha tenido acceso a créditos**
- 2.4 ¿Cuáles son los principales retos económicos que enfrenta? **Altos costos de los alimentos**

3. Dimensión Productiva

- 3.1 Describa las técnicas y métodos que utiliza en el cultivo de trucha. **Siembra escalonada en estanques**
- 3.2 ¿Qué tipo de infraestructura y equipos emplea? **Estanques en tierra con aireadores**
- 3.3 ¿Utiliza tecnologías de monitoreo o control? ¿Cuáles? **No utiliza**
- 3.4 ¿Cuenta con un plan sanitario y de bioseguridad? **Explique. Vacunación preventiva y limpieza mensual de estanques y zonas aledañas**

4. Dimensión Ambiental

- 4.1 ¿Cuál es la fuente de agua utilizada y cómo asegura su calidad? **Se usa el agua de la quebrada y se hace un monitoreo trimestral**
- 4.2 ¿Qué prácticas aplica para el manejo de efluentes o residuos? **Canales de sedimentación**
- 4.3 ¿Implementa medidas de conservación ambiental? Describa. **Reforestación de márgenes**

4.4 ¿Qué cambios ambientales ha observado que afecten la producción? **Mucho invierno en los últimos meses, hacen que la quebrada se llene de barro**

Observaciones adicionales

Anexo 7. Entrevista 2 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Profundizar en las percepciones, experiencias y prácticas de los productores de trucha de la vereda El Tablón, Machetá, para complementar la información obtenida en la encuesta y captar aspectos cualitativos clave sobre factores sociales, económicos, productivos y ambientales que inciden en la sostenibilidad de sus unidades productivas.

1. Dimensión Social

1.1 ¿Cómo inició su experiencia en el cultivo de trucha? **Inicio como trabajador en finca vecina**

1.2 ¿Qué papel desempeña su familia dentro del negocio? **Principal productora junto a su hijo mayor**

1.3 ¿Participa en asociaciones, cooperativas o juntas de acción comunal? ¿Por qué? **No participa**

1.4 ¿Ha recibido capacitación o asistencia técnica en piscicultura? Describa. **Ninguna**

2. Dimensión Económica

2.1 ¿Cuáles son las principales fuentes de ingreso del negocio? **Venta de trucha en la plaza de Mercado y municipios cercanos a treves de intermediarios**

2.2 ¿Cómo comercializa su producto y en qué mercados participa? **Con conocidos del municipio y cercanos**

2.3 ¿Ha tenido acceso a créditos o apoyos financieros? ¿Cómo han influido en su negocio? **No ha tenido acceso a créditos**

2.4 ¿Cuáles son los principales retos económicos que enfrenta? **Falta de clients directos**

3. Dimensión Productiva

3.1 Describa las técnicas y métodos que utiliza en el cultivo de trucha. **Alimentación manual basica**

3.2 ¿Qué tipo de infraestructura y equipos emplea? **Estanques rusticos sin equipos adicionales**

- 3.3 ¿Utiliza tecnologías de monitoreo o control? ¿Cuáles? **No utiliza**
3.4 ¿Cuenta con un plan sanitario y de bioseguridad? **No cuenta con plan formal**

4. Dimensión Ambiental

- 4.1 ¿Cuál es la fuente de agua utilizada y cómo asegura su calidad? **Se usa el agua de la quebrada y no hace monitoreos**
4.2 ¿Qué prácticas aplica para el manejo de efluentes o residuos? **Descarga directa al río**
4.3 ¿Implementa medidas de conservación ambiental? Describa. **Ninguna**
4.4 ¿Qué cambios ambientales ha observado que afecten la producción? **Mucho invierno en los últimos meses, hacen que la quebrada se llene de barro**

Observaciones adicionales

Anexo 8. Entrevista 3 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Profundizar en las percepciones, experiencias y prácticas de los productores de trucha de la vereda El Tablón, Machetá, para complementar la información obtenida en la encuesta y captar aspectos cualitativos clave sobre factores sociales, económicos, productivos y ambientales que inciden en la sostenibilidad de sus unidades productivas.

1. Dimensión Social

- 1.1 ¿Cómo inició su experiencia en el cultivo de trucha? **Proyecto familiar desde 2010**
1.2 ¿Qué papel desempeña su familia dentro del negocio? **Participación directa con su esposa**
1.3 ¿Participa en asociaciones, cooperativas o juntas de acción comunal? ¿Por qué? **Si, cooperative regional**
1.4 ¿Ha recibido capacitación o asistencia técnica en piscicultura? Describa. **Talleres de Fedecua**

2. Dimensión Económica

- 2.1 ¿Cuáles son las principales fuentes de ingreso del negocio? **Venta de trucha en el Mercado regional**
2.2 ¿Cómo comercializa su producto y en qué mercados participa? **En el Mercado Regional**

- 2.3 ¿Ha tenido acceso a créditos o apoyos financieros? ¿Cómo han influido en su negocio? **Si, credito bancario. Han ayudado a la expansion del negocio**
2.4 ¿Cuáles son los principales retos económicos que enfrenta? **Acceso limitado a insumos**

3. Dimensión Productiva

- 3.1 Describa las técnicas y métodos que utiliza en el cultivo de trucha. **Uso de alimento balanceado y densidad controlada**
3.2 ¿Qué tipo de infraestructura y equipos emplea? **Estanques en concreto con bombas de agua**
3.3 ¿Utiliza tecnologías de monitoreo o control? ¿Cuáles? **Oxímetro básico**
3.4 ¿Cuenta con un plan sanitario y de bioseguridad? **Uso de desinfectantes y control periódico**

4. Dimensión Ambiental

- 4.1 ¿Cuál es la fuente de agua utilizada y cómo asegura su calidad? **Se usa el agua de la quebrada y se hacen pruebas basicas de calidad**
4.2 ¿Qué prácticas aplica para el manejo de efluentes o residuos? **Filtro de grava y arena**
4.3 ¿Implementa medidas de conservación ambiental? Describa. **Protección de fuentes hídricas**
4.4 ¿Qué cambios ambientales ha observado que afecten la producción? **Mucho invierno en los ultimos meses, causan derrumbes en la zona y no permiten el trasnporte del producto**

Observaciones adicionales

Anexo 9. Entrevista 4 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Profundizar en las percepciones, experiencias y prácticas de los productores de trucha de la vereda El Tablón, Machetá, para complementar la información obtenida en la encuesta y captar aspectos cualitativos clave sobre factores sociales, económicos, productivos y ambientales que inciden en la sostenibilidad de sus unidades productivas.

1. Dimensión Social

1.1 ¿Cómo inició su experiencia en el cultivo de trucha? **Capacitación SENA en 2015**

1.2 ¿Qué papel desempeña su familia dentro del negocio? **Trabajo compartido entre hermanos**

1.3 ¿Participa en asociaciones, cooperativas o juntas de acción comunal? ¿Por qué? **No participa**

1.4 ¿Ha recibido capacitación o asistencia técnica en piscicultura? Describa. **Diplomado en piscicultura**

2. Dimensión Económica

2.1 ¿Cuáles son las principales fuentes de ingreso del negocio? **Venta de trucha en el pueblo**

2.2 ¿Cómo comercializa su producto y en qué mercados participa? **Supermercado municipal**

2.3 ¿Ha tenido acceso a créditos o apoyos financieros? ¿Cómo han influido en su negocio? **Si, apoyo del gobierno. Han ayudado a la la creación del negocio**

2.4 ¿Cuáles son los principales retos económicos que enfrenta? **Falta de infraestructura**

3. Dimensión Productiva

3.1 Describa las técnicas y métodos que utiliza en el cultivo de trucha. **Monitoreo con oxímetro y alimentación automática**

3.2 ¿Qué tipo de infraestructura y equipos emplea? **Jaulas flotantes y sistema de oxigenación**

3.3 ¿Utiliza tecnologías de monitoreo o control? ¿Cuáles? **Sensores de oxígeno y temperatura**

3.4 ¿Cuenta con un plan sanitario y de bioseguridad? **Plan sanitario completo certificado por ICA**

4. Dimensión Ambiental

4.1 ¿Cuál es la fuente de agua utilizada y cómo asegura su calidad? **Quebrada con control mensual**

4.2 ¿Qué prácticas aplica para el manejo de efluentes o residuos? **Sistema de decantación y reutilización parcial**

4.3 ¿Implementa medidas de conservación ambiental? Describa. **Uso de cercas vivas y rotación de agua**

4.4 ¿Qué cambios ambientales ha observado que afecten la producción? **Derrumbes y quebrada crecida**

Observaciones adicionales

Anexo 10. Entrevista 5 Semiestructurada - Caracterización de Unidades Productivas de Trucha

Objetivo: Profundizar en las percepciones, experiencias y prácticas de los productores de trucha de la vereda El Tablón, Machetá, para complementar la información obtenida en la encuesta y captar aspectos cualitativos clave sobre factores sociales, económicos, productivos y ambientales que inciden en la sostenibilidad de sus unidades productivas.

1. Dimensión Social

1.1 ¿Cómo inició su experiencia en el cultivo de trucha? **Aprendió de manera empírica en 2008**

1.2 ¿Qué papel desempeña su familia dentro del negocio? **El productor y un sobrino**

1.3 ¿Participa en asociaciones, cooperativas o juntas de acción comunal? ¿Por qué? **Sí, junta de acción comunal**

1.4 ¿Ha recibido capacitación o asistencia técnica en piscicultura? Describa. **Asesoría técnica ocasional**

2. Dimensión Económica

2.1 ¿Cuáles son las principales fuentes de ingreso del negocio? **Venta de trucha en la plaza de Mercado y a los otros pueblos**

2.2 ¿Cómo comercializa su producto y en qué mercados participa? **Plaza local e intermediarios**

2.3 ¿Ha tenido acceso a créditos o apoyos financieros? ¿Cómo han influido en su negocio? **No ha tenido acceso**

2.4 ¿Cuáles son los principales retos económicos que enfrenta? **Cambio climático**

3. Dimensión Productiva

3.1 Describa las técnicas y métodos que utiliza en el cultivo de trucha. **Método mixto con prácticas tradicionales**

3.2 ¿Qué tipo de infraestructura y equipos emplea? **Estanques artesanales con filtros rudimentarios**

3.3 ¿Utiliza tecnologías de monitoreo o control? ¿Cuáles? **Uso esporádico de kits de agua**

3.4 ¿Cuenta con un plan sanitario y de bioseguridad? **Bioseguridad básica (mallas y control de acceso)**

4. Dimensión Ambiental

4.1 ¿Cuál es la fuente de agua utilizada y cómo asegura su calidad? **Naciente propia, calidad empíricamente revisada**

4.2 ¿Qué prácticas aplica para el manejo de efluentes o residuos? **Zanja de filtración natural**

4.3 ¿Implementa medidas de conservación ambiental? Describa. **Siembra de árboles nativos**

4.4 ¿Qué cambios ambientales ha observado que afecten la producción? **Mucho invierno**

Observaciones adicionales

Anexo 11. Formato de consentimiento informado

Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO

Programa de Especialización en Gerencia de Proyectos

Formato de Consentimiento Informado

Proyecto de Investigación

Título: Fortalecimiento del cultivo de trucha en Machetá, Cundinamarca, a través de metodologías de gerencia de proyectos.

Investigador responsable: Edison Alexander Cruz Rojas

Institución: Corporación Universitaria Minuto de Dios – Rectoría Virtual

Asesora: Mg. Ivonne Tatiana Muñoz Martínez

Propósito de la investigación

El objetivo de este proyecto es analizar y fortalecer el cultivo de trucha en el municipio de Machetá mediante la aplicación de metodologías de gerencia de proyectos, con el fin de promover la sostenibilidad social, ambiental y económica de las unidades productivas rurales y contribuir al desarrollo territorial.

Procedimientos

La participación consiste en responder una encuesta estructurada y una entrevista semiestructurada (Anexos A y B), a través de las cuales se recopilará información relacionada con aspectos sociales, económicos, productivos y ambientales de los cultivos de trucha. El tiempo estimado de participación es de 30 a 45 minutos.

Riesgos y beneficios

La investigación no representa riesgos físicos, sociales ni psicológicos para los participantes. Como beneficio, se espera que los resultados aporten recomendaciones y estrategias útiles para mejorar la gestión, sostenibilidad y competitividad de los cultivos de trucha en la región.

Confidencialidad

Toda la información suministrada será tratada con carácter confidencial y únicamente con fines académicos. Los datos personales estarán protegidos bajo lo establecido en la Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales y las políticas institucionales de UNIMINUTO. En ningún caso se divulgará información que permita identificar a los participantes.

Derecho del participante

- La participación es totalmente voluntaria.
- El participante podrá retirarse en cualquier momento sin que esto genere perjuicios ni consecuencias.
- Podrá solicitar información sobre los avances y resultados del proyecto.
- Podrá ejercer su derecho a la supresión de sus datos si así lo requiere

Contacto del investigador

Nombre: Edison Alexander Cruz Rojas

Correo electrónico: edison.cruz-r@uniminuto.edu.co

Teléfono: 3176352288.

Anexo 12. Matriz bibliográfica – Cuadro comparativo de metodologías de gerencia de proyectos

| Autor / Año | Fuente | Metodología tratada | Aporte principal para el cuadro comparativo | Relevancia para el proyecto |
|--------------------------------------|--|---|---|---|
| Comisión Europea, 2004 | <i>Manual del Enfoque del Marco Lógico</i> | Marco Lógico | Explica la construcción de matrices de objetivos, indicadores y supuestos. | Sustenta la claridad y utilidad del Marco Lógico para formular proyectos sociales y ambientales en Machetá. |
| Serrano, R. (2017) | <i>El Enfoque del Marco Lógico en proyectos de desarrollo</i> | Marco Lógico | Destaca ventajas y limitaciones del método en proyectos comunitarios. | Refuerza la pertinencia de esta metodología en la educación ambiental y el manejo de recursos hídricos. |
| Schwaber, K. & Sutherland, J. (2020) | <i>La Guía de Scrum: La regla del juego de Scrum</i> | Metodología Ágil (Scrum/Kanban) | Presenta principios y prácticas de Scrum aplicables a proyectos sociales adaptativos. | Brinda soporte para incluir metodologías ágiles en iniciativas comunitarias y juveniles. |
| Anderson, D. (2016) | <i>Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business</i> | Metodología Ágil (Kanban) | Describe la gestión visual y flexible de procesos en ciclos cortos. | Fundamenta la adaptabilidad y colaboración en programas de conservación ambiental. |
| PMI, 2021 | <i>PMBOK® Guide – Seventh Edition</i> | Gestión de Proyectos Sostenibles (adaptación PMI + ODS) | Integra estándares de PMI con criterios de sostenibilidad. | Sustenta la alineación de la metodología con la Agenda 2030 y proyectos de adaptación al cambio climático. |
| Naciones Unidas, 2015 | <i>Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible</i> | Gestión de Proyectos Sostenibles (adaptación PMI + ODS) | Define el marco global de sostenibilidad. | Proporciona los lineamientos de impacto social y ambiental para proyectos de truchicultura. |