



**PROPUESTA DE UNA UNIDAD PRODUCTIVA PISCÍCOLA CON TECNOLOGÍA
BIOFLOC (BFT) QUE PERMITA EL FORTALECIMIENTO SOSTENIBLE DEL
ENCADENAMIENTO PRODUCTIVO PISCÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE SAN
VICENTE DEL CAGUAN**

Adriana Marcela González Alvarado

Luz Estela López Useche

Director de tesis:

Juan Sebastián Martínez Grisales

Sub línea de Investigación:

Gerencia de Proyectos de Desarrollo Sostenible

Maestría en Gerencia de Proyectos

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Dedicatoria

A mi esposo, cuya paciencia y apoyo incondicional han sido mi mayor fortaleza durante este viaje. A mi madre, por su amor y sabiduría que han guiado cada uno de mis pasos, y a mi hermano, por ser siempre mi refugio y aliado en los momentos difíciles.

A toda mi familia, gracias por estar a mi lado desde el principio, llenándome de ánimo y apoyo constante. Este logro es tan mío como de ustedes.

Adriana Marcela González Alvarado

Dedico esta tesis a mi familia maravillosa, a mi compañero de vida, quien siempre motivó mis sueños. Tu presencia en mi vida es un regalo invaluable.

A mis hijas, que son el motor de mi vida y mi razón más grande para llegar lejos, para cumplir sueños. Ustedes son y serán siempre mi regalo más grande, este logro es nuestro, en equipo.

A mis hermanos, que siempre han estado ahí, apoyándome y deseando lo mejor para mí.

Y a todos aquellos que confiaron y creyeron en mí y que, en algún momento del camino, acompañaron mis pasos.

Luz Stela López Useche



Agradecimientos

Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a Dios, cuya guía y fortaleza me han acompañado a lo largo de este proceso.

A mi familia, por su amor y apoyo incondicional, que han sido el pilar fundamental en cada paso de este camino. Su aliento me ha motivado a seguir adelante, y por ello les estoy eternamente agradecida.

A todo el cuerpo docente de la maestría, por su dedicación y compromiso con nuestra formación. Quiero hacer una mención especial a Juan Sebastián Martínez, por su guía y orientación en este proceso, que han sido clave para mi desarrollo académico y personal.

Finalmente, a mi compañera Luz Stela, por su compañerismo y colaboración, que han hecho este viaje aún más enriquecedor.

Adriana Marcela González Alvarado

Quisiera comenzar agradeciendo a Dios, quien permite que este sueño sea posible.

Gracias a mi director de tesis, el Dr. Juan Sebastián Martínez Grisales, quien, con su dedicación docente, sus valiosas observaciones y apoyo constante fue un pilar fundamental en la construcción de este documento.

Gracias a mi compañera de tesis Adriana Marcela Gonzalez Alvarado, quien hizo de esta aventura un camino menos complicado, más entretenido y acertado. Gracias por el apoyo, el esfuerzo y la compañía.

A todos los docentes que aportaron su granito de arena para la construcción de este trabajo, gracias, a la universidad y todo el equipo que, en algún momento de este camino, orientaron los pasos y permitieron que siguiéramos avanzando.

Gracias infinitas a mi familia, a mi esposo y mis hijas, Agradezco profundamente su amor incondicional, el sacrificio y apoyo constante. Gracias por los momentos y horas de compañía robadas, su fe en mí ha sido el motor que me permitió completar este camino. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Gracias a todos los que acompañaron este proceso en algún momento y que fueron valiosos para mí, su aporte, confianza y colaboración también permitió que este proceso llegara a feliz término.

Luz Stela López Useche



Tabla de Contenido

Resumen	9
Palabras Clave	12
Introducción.....	13
Capítulo I.....	16
Planteamiento del Problema	16
Problema Central	22
Hipótesis	23
Objetivos.....	24
Objetivo General.....	24
Objetivos específicos.....	24
Metodología.....	24
Consideraciones éticas.....	25
Marco referencial.....	26
Marco Conceptual.....	26
Normatividad en Colombia en la Piscicultura.....	30
Análisis Socio-Económico del Entorno.....	33
Desarrollo de la Piscicultura.....	37
Producción Piscícola a Nivel Mundial	40

Producción Piscícola a Nivel Nacional	43
Producción Piscícola a Nivel Regional – Departamento de Caquetá.....	49
La Piscicultura en San Vicente Del Caguán	51
Clases de Producción Piscícola	52
Definición de los actores y/o interesados	63
Capítulo 2	71
Requerimientos de Alto nivel del Proyecto y Requerimientos de Alto nivel del Producto.	71
Requerimientos Técnicos	71
Requerimientos Ambientales:.....	73
Requerimientos de Capacitación	73
Requerimientos Socioeconómicos.....	73
Requerimientos Legales y Regulatorios.....	73
Requerimientos de Seguridad.....	74
Requerimientos Financieros	74
Capacidad de Producción	75
Fases del Proyecto	77
Cronograma	81
Supuestos y restricciones.....	81
Supuestos	81

Restricciones.....	82
Riesgos iniciales de alto nivel.	82
Valoración Cualitativa y Cuantitativa de Riesgos	85
Monitoreo, Seguimiento y Control de los Riesgos.....	86
<i>Matriz de Riesgos Aplicada al Proyecto</i>	88
Plan de Calidad de la producción	90
Aseguramiento de la Calidad.....	91
Control de la Calidad de los Entregables	93
Actividades de mejoramiento continuo que se deben llevar a cabo en el proyecto	97
Plan de Aseguramiento de Calidad.....	97
Alcance de las Pruebas a ejecutar en el Proyecto.	98
Plan de Gestión de los Recursos Humanos	99
Organigrama	104
Capítulo 3	105
Estudio Financiero.....	105
Presupuesto Estimado de Inversión Inicial.....	105
Fuentes de Financiación	108
Ingresos.....	109
Beneficios	110
Evaluación del Proyecto	111

Valor Presente Neto (VPN)	111
Tasa Interna de Retorno (TIR).....	112
Razón Beneficio/Costo (RB/C)	113
Conclusiones.....	115
Bibliografía.....	117



Resumen

El documento presenta la propuesta de una unidad productiva piscícola con tecnología Biofloc (BFT) para fortalecer el encadenamiento productivo en el municipio de San Vicente del Caguán, Caquetá. Se identifican las problemáticas del sector, como la falta de competitividad y tecnificación, y se plantea el uso de tecnologías sostenibles para aumentar la eficiencia productiva. El proyecto busca mejorar la seguridad alimentaria y fortalecer la economía local a través de técnicas innovadoras como el sistema Biofloc.

El estudio comienza contextualizando la situación de la acuicultura en Colombia, destacando que ha tenido un crecimiento importante en las últimas décadas, pero que se ha llevado a cabo de manera desorganizada y sin planificación adecuada, lo cual ha causado múltiples problemas técnicos, económicos y ambientales. En el caso del municipio de San Vicente del Caguán, la producción piscícola enfrenta serias limitaciones debido a la debilidad organizativa de las asociaciones de productores, la falta de semillas, y la comercialización limitada mayoritariamente dentro del mismo departamento y Putumayo.

La propuesta se centra en la implementación de tanques de geomembrana para la producción de tilapia. Esta tecnología ofrece varias ventajas, como la impermeabilidad del material, que reduce la filtración del agua y la exposición a patógenos, contribuyendo a una mayor eficiencia en el uso del agua y un incremento en la calidad de los peces. Además, se analiza la inclusión del sistema Biofloc, que consiste en el desarrollo de flóculos microbianos en el agua a través de la relación controlada de carbono y nitrógeno, lo cual permite una mejor calidad del agua y una fuente adicional de alimentación para los peces.

El documento también aborda los objetivos del proyecto, que se dividen en objetivos generales y específicos. El objetivo principal es diseñar una propuesta sostenible

para el desarrollo del encadenamiento productivo del sector piscícola a través del uso de la tecnología Biofloc (BFT). Entre los objetivos específicos se encuentran identificar a los actores involucrados en la producción piscícola, analizar el uso de herramientas tecnológicas y métodos de innovación, y evaluar financieramente la propuesta para asegurar su rentabilidad y sostenibilidad. Todo a partir de los conocimientos adquiridos durante la maestría en gerencia de proyectos

Se detalla la metodología de investigación, que se lleva a cabo mediante un enfoque mixto, combinando tanto métodos cualitativos como cuantitativos para la recolección de información. Asimismo, se especifican las consideraciones éticas, como el respeto a los derechos de autor y el compromiso con la normatividad vigente para asegurar el desarrollo sostenible del proyecto.

El documento hace un análisis exhaustivo del contexto socioeconómico de San Vicente del Caguán. Se describe cómo el municipio ha sido históricamente afectado por conflictos armados y cómo la economía local se basa principalmente en actividades como la ganadería y la agricultura. La producción piscícola, aunque tiene un gran potencial, está limitada debido a factores como los altos costos de transporte, las malas condiciones de las vías, la carencia de asistencia técnica, y la falta de estrategias comerciales que permitan acceder a nuevos mercados.

El proyecto también contempla los requerimientos técnicos, ambientales, de seguridad y financieros necesarios para su implementación. En términos de tecnología, se opta por la instalación de tanques de geomembrana, que ofrecen una mejor eficiencia en la producción y un menor impacto ambiental en comparación con los estanques en tierra. En cuanto a la elección de las especies a cultivar, la tilapia se selecciona como la especie más

adecuada debido a su capacidad de adaptación al clima de la región, su rápido crecimiento, y su bajo índice de mortalidad.

En el análisis de los actores y partes interesadas del proyecto, se identifican varios grupos clave, como la administración municipal, las comunidades piscícolas, los proveedores de insumos, y las entidades regulatorias (como la AUNAP y Corpoamazonia). El proyecto tiene un enfoque social, involucrando a la comunidad local desde la etapa de formulación hasta la ejecución y monitoreo, con el objetivo de fomentar la generación de empleo y fortalecer el desarrollo económico local.

Finalmente, el documento concluye con la evaluación financiera del proyecto, en la cual se detalla el presupuesto estimado, las fuentes de financiación, y los beneficios esperados. Se utiliza la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN) para evaluar la rentabilidad del proyecto, demostrando que la implementación de la tecnología Biofloc es una alternativa viable y sostenible para la región. Además, se destaca que el proyecto tiene el potencial de fortalecer la economía local, promover la seguridad alimentaria, y mejorar la calidad de vida de las comunidades involucradas.

Palabras Clave

Piscicultura, San Vicente del Caguán, Acuicultura, biofloc, desarrollo sostenible



Introducción

La acuicultura ha emergido como una alternativa estratégica para satisfacer la creciente demanda mundial de productos marinos, que en los últimos años ha sobrepasado la capacidad de los recursos naturales de mantenerse sostenibles. Esta situación se ha agravado por la sobreexplotación de pesquerías y la contaminación ambiental, llevando a un deterioro significativo de los ecosistemas acuáticos. En Colombia, la acuicultura ha mostrado un crecimiento considerable, superando incluso el ritmo de crecimiento de otras actividades agropecuarias. Sin embargo, este desarrollo ha ocurrido sin una adecuada planificación y sin políticas públicas robustas que aseguren la sostenibilidad del sector. Estas deficiencias han resultado en una serie de problemas económicos, sociales y ambientales que afectan negativamente la competitividad de la actividad.

El municipio de San Vicente del Caguán, ubicado en el departamento de Caquetá, presenta condiciones favorables para el desarrollo de la piscicultura gracias a su riqueza hídrica y biodiversidad. No obstante, la producción piscícola en la región se ha enfrentado a una serie de desafíos que han limitado su crecimiento y desarrollo. Entre estos problemas se destacan la falta de tecnificación, la debilidad organizativa de las asociaciones de piscicultores, la limitada asistencia técnica, y una comercialización del producto circunscrita principalmente al departamento y al Putumayo, lo cual reduce significativamente el potencial de ingresos de los productores. La producción actual, aunque relevante, sigue siendo mayormente una actividad de subsistencia, sin llegar a convertirse en un motor de crecimiento económico para la comunidad.

Con el propósito de afrontar estos desafíos, este documento propone la implementación de una unidad productiva piscícola con tecnología Biofloc (BFT) en el municipio de San Vicente del Caguán. Esta tecnología ha demostrado ser efectiva para reducir los costos de producción, optimizar el uso de recursos como el agua, y mejorar la calidad del producto final. El sistema Biofloc permite el desarrollo de una comunidad microbiana que ayuda a descomponer los desechos en el agua, lo cual resulta en un ambiente más saludable para los peces y una reducción significativa en el uso de antibióticos y otros químicos que podrían afectar el ecosistema.

El enfoque principal de la propuesta es el fortalecimiento del encadenamiento productivo piscícola, con el objetivo de impulsar la competitividad del sector en la región mediante la tecnificación de los procesos productivos, el uso eficiente de los recursos naturales y la mejora de la calidad del producto. La implementación de tanques de geomembrana y la adopción de la tecnología Biofloc permitirán incrementar la productividad, asegurar la sostenibilidad de la actividad y reducir el impacto ambiental asociado a la producción piscícola.

El proyecto también se enmarca en la promoción del desarrollo sostenible, entendiendo la sostenibilidad no solo como una condición ambiental, sino también como un proceso que contribuye al bienestar económico y social de la comunidad. A través del fortalecimiento de la producción piscícola, se busca generar ingresos adicionales para los productores locales, mejorar la seguridad alimentaria en la región, y fomentar el desarrollo de capacidades técnicas y organizativas que permitan un crecimiento sostenido y autónomo del sector.

La investigación se desarrollará bajo una metodología mixta que combina técnicas cualitativas y cuantitativas, permitiendo así un análisis profundo de las diferentes variables que afectan al sector piscícola en San Vicente del Caguán. Se realizarán entrevistas, encuestas y talleres participativos con los diferentes actores del sector para identificar sus necesidades, oportunidades y desafíos, y se utilizarán modelos financieros para evaluar la viabilidad económica del proyecto.

En conclusión, la propuesta de una unidad productiva piscícola con tecnología Biofloc (BFT) representa una oportunidad concreta para abordar los retos actuales del sector piscícola en San Vicente del Caguán. Al adoptar un enfoque integral que considera los aspectos productivos, ambientales, sociales y económicos, se espera contribuir al fortalecimiento del sector, mejorando la calidad de vida de los productores y promoviendo un desarrollo regional más equitativo y sostenible.



Capítulo I

Planteamiento del Problema

Según la “Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO, la acuicultura en Colombia ha tenido un crecimiento equiparable al del crecimiento mundial de esta actividad, siendo en promedio el 13 % anual durante los últimos 27 años, crecimiento que se ha destacado especialmente en el campo de la mediana y pequeña acuicultura. La actividad ha ido reemplazando la producción pesquera nacional de extracción o captura, al punto que en el año 2011 representó el 51,4 % de la producción pesquera total, lo cual posiciona al país en el sexto lugar en orden de importancia de la acuicultura en América Latina. (Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, 2013)

Sin embargo, aun cuando este promedio de crecimiento supera en mucho al del resto de las actividades agropecuarias, se ha realizado de manera desordenada, sin planificación, sin previsión de las afectaciones que la acuicultura puede causar en el medio ambiente y, sobre todo, sin una política gubernamental que sirva de apalancamiento y apoyo efectivo y eficiente a la actividad. Esto ha provocado que los acuicultores hayan tenido grandes problemas de orden técnico, económico, social y ambiental que han puesto en duda la competitividad del subsector.

El cultivo piscícola incursionó en Colombia en el año 40 y se inició la producción de tilapia en la década de los 60, como alternativa de desarrollo regional para satisfacer la demanda existente. En un inicio la piscicultura se llevó a cabo como fuente de auto sustento orientada únicamente al sector rural, dado que no se contaba con recursos suficientes ni apropiados, lo que provocó que la tilapia saliera al entorno natural, desestimando su importancia y confiabilidad como especie de consumo (Durán C. E., 2012).

Además, Colombia cuenta con diversos ecosistemas que ayudan a producir y a mantener el agua, en él se hallan seis tipos diferentes como: Minerales, lluvias, superficiales, termales, marinas y oceánicas, subterráneas y de alimentación glacial, esta ha favorecido la piscicultura ya que sus recursos hídricos son abundantes y contribuyen a la reproducción de las especies. (Prevencionar, 2018).

Así mismo, la actividad ha tenido un crecimiento continuo en el país durante los últimos 20 años, destacando que ha sido más significativo en la piscicultura de pequeña y mediana escala. A causa de la disminución de los recursos pesqueros del medio natural en mares y ríos, principalmente a la contaminación, sobrepesca y deterioro ambiental, esto contribuye a incentivar la producción piscícola en Colombia (Merino, Salazar & Gomez, 2006).

A nivel nacional los departamentos con mayores unidades de producción son Huila con un 39%, Meta 11% y Tolima con un 8%, en estos 3 departamentos se concentra un 58% de la producción nacional. (Ministerio de Agricultura, 2021)

Caquetá, representa tan solo el 2% de la producción total en Colombia con una cantidad de 664 unidades productoras que generan 3.172 toneladas para el año 2019, (Velásquez, 2021).

La producción piscícola en el municipio de San Vicente del Caguán posee un alto potencial de aprovechamiento del producto y a la fecha si bien es cierto existen algunas estaciones piscícolas existe a su vez déficit de semillas, las organizaciones de productores piscícolas son débiles al igual que la asistencia técnica, su producción pese al potencial se comercializa en un 90-95% en el mismo Departamento y en Putumayo, por lo tanto el nivel

de ingresos de los piscicultores es de subsistencia y los productores no ven la actividad como un mecanismo de generación sostenible de sus ingresos.

De acuerdo con la información recopilada en comunicaciones con el Consejo Comunitario Las Heliconias y la Asociación de Afrocolombiana Anersan en cabeza de sus representantes legales Dora Lucumi y Sandra Patricia Castillo Respectivamente, el sector piscícola se ha visto afectado en el municipio por la pandemia vivida a nivel global, los problemas de orden público existentes en el municipio y departamento, vías en mal estado, altos costos de transporte hacia los principales centros de consumo lo cual encarece los insumos y el producto final, introducción y trasplante de especies que posteriormente llegan a los ecosistemas acuáticos y que no se ha valorado su impacto vertimientos que llegan a los cuerpos de agua sin ningún tratamiento, carencia de asistencia técnica y de transferencia de conocimientos por parte de expertos que permitan fortalecer la actividad.

Desde hace varios años la conservación del medio ambiente ha tomado gran importancia para la mayoría de los países. Para dar soluciones ecológicas están generando acciones donde prevalecen el cuidado de la flora y fauna. Tienen mayor énfasis las regiones que aún tienen extensas áreas de selva virgen ricas en diversidad natural o en aquellas regiones donde las soluciones ecológicas deben de ser inmediatas, ya que hay muchas especies que están por desaparecer.

Dentro de estas acciones se viene trabajando desde lo educativo, político y religioso en soluciones ecológicas que permitan un espacio sano y saludable no solo para el ser humano, sino también para todos los seres vivos.

Por otro lado, también han dado soluciones ecológicas desde lo político emitidas desde el Congreso de la República como la ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre. Ley que es de total cumplimiento dentro de los planes de desarrollo municipal o departamental. Por ejemplo, al momento de proyectar tecnología avanzada para mejorar los aspectos productivos es necesario evitar la contaminación medioambiental y permitir el uso sostenible de los recursos naturales.

Asimismo, analizando la problemática ambiental generada por las petroleras en la región, el Vicariato Apostólico San Vicente del Caguán, desde la pastoral social, trabaja en un proyecto para dar solución ecológica a la pérdida del agua. Para ello, desde la agencia internacional PNUD, en distintas veredas del municipio llevan a cabo acciones para la reforestación de las cuencas hídricas, senderos y espacios donde se comienza a ver desierto. (Navarrete, 2017)

Otra de las problemáticas que se tienen en cuenta, es la Seguridad Alimentaria, la cual no solo se refiere al problema de asegurar que los alimentos de una nación existan, sino que tiene que ver, sobre todo, con dónde se producen y si se puede garantizar que lleguen al lugar al que deben llegar.

Poco o nada sacaría un país si su comida estuviera en alguna parte del mundo, si por cualquier razón no estuviera disponible para su gente. Esta es la razón última, la que supedita a las restantes, por importantes que sean, que explica por qué los 29 países más ricos de la tierra gastan 370 mil millones de dólares al año en subsidios a su agro, cifra que ha crecido de manera interrumpida desde hace décadas y que en la última subió en 50 mil millones.

Es importante plantear en este contexto cómo los países capitalistas, en los que por razones de su propia estructura económica ha desaparecido o tiende a desaparecer la economía campesina, la producción empresarial no puede desarrollarse en el campo sin fuertes subsidios, pues el capital no va al campo si el Estado no le asegura unas ganancias que de ninguna manera puede garantizar, por sí solo, el mercado. Y si en el capitalismo el empresariado requiere de fuertes subsidios para vincularse al agro, para la sobrevivencia del campesinado es mucho más necesario.

A estas problemáticas ya mencionadas se le debe añadir que, aunque en la región no se ha alcanzado un desarrollo altamente significativo, pues no se alcanza a cubrir la demanda que presenta el producto y por ende se opta por buscar el pescado en otros departamentos; pues según el (Ministerio de agricultura , 2018); mientras que la producción piscícola del Huila que es el principal productor para el 2017 fue de 55.594 toneladas, la producción para el Caquetá representa tan solo el 2%, en cantidad de 664 unidades productoras que generan 3.172 toneladas anuales, evidenciando esto en la región escasez de producción.

De ahí que a corto y mediano plazo las tendencias que se pueden presentar para este sector contemplan la intensificación de la producción de estos cultivos y la tecnificación, buscando aprovechar las ventajas geográficas y convirtiendo esta oportunidad en el desarrollo de ventajas comparativas a nivel productivo, esto además contando con el apoyo público –privado para direccionar todos los planes y proyectos que se están llevando a cabo en las regiones, para así beneficiar e incentivar a los pequeños productores (Céspedes Vargas & Medina Molano, 2018)

También es importante mencionar que hoy en día existen nuevas formas de cultivo y proceso que permiten modificar las condiciones físicas y químicas del agua para hacer posible adaptar las especies que se desean cultivar del mismo modo es importante impulsar la piscicultura en la región; en vista de que esta ofrece beneficios sociales, económicos, ambientales; en vista de que contribuye a la seguridad alimentaria, ofrece oportunidades de turismo y recreación, de igual manera esta actividad permite mitigar los impactos generados por el hombre.

Es así como, a través de información dada por las agrupaciones mencionadas se logran identificar las siguientes variables de mayor criticidad e impacto, que conforman y estructuran el árbol de problemas.

- Bajos niveles de ingresos para productores, comercializadores y distribuidores del sector piscícola en el municipio.
 - Desaprovechamiento del potencial productivo y transformador del territorio y sus capacidades
 - Insuficientes estrategias de desarrollo y fortalecimiento comercial del sector
 - Multiplicidad de iniciativas del sector desarticuladas con diversidad de enfoques, sin direccionamiento estratégico
 - Implementación de alternativas de desarrollo poco integrales, sin enfoque de sostenibilidad
 - Desaprovechamiento de oportunidades comerciales en la región
 - Bajos niveles de eficiencia productiva de las unidades productivas asociadas a la cadena de valor del sector piscícola en el municipio
-

- Baja capacidad de gestión técnica, administrativa y comercial de las unidades productivas asociadas a la cadena de valor del sector piscícola en el municipio
- Bajos niveles de inclusión de tecnologías en los procesos productivos
- Bajos niveles de innovación y generación de nuevo conocimiento
- Desconocimiento de las potencialidades tanto internas como externas del sector en torno a procesos de comercialización y vinculación a nuevos mercados
- Escasos espacios y escenarios de transferencia de conocimiento para actores locales
- Necesidad de contar con el concepto de sostenibilidad como base de intervención de las problemáticas del sector
- Requisito de aprovechamiento de los recursos integralmente, para soportar los procesos de reactivación económica

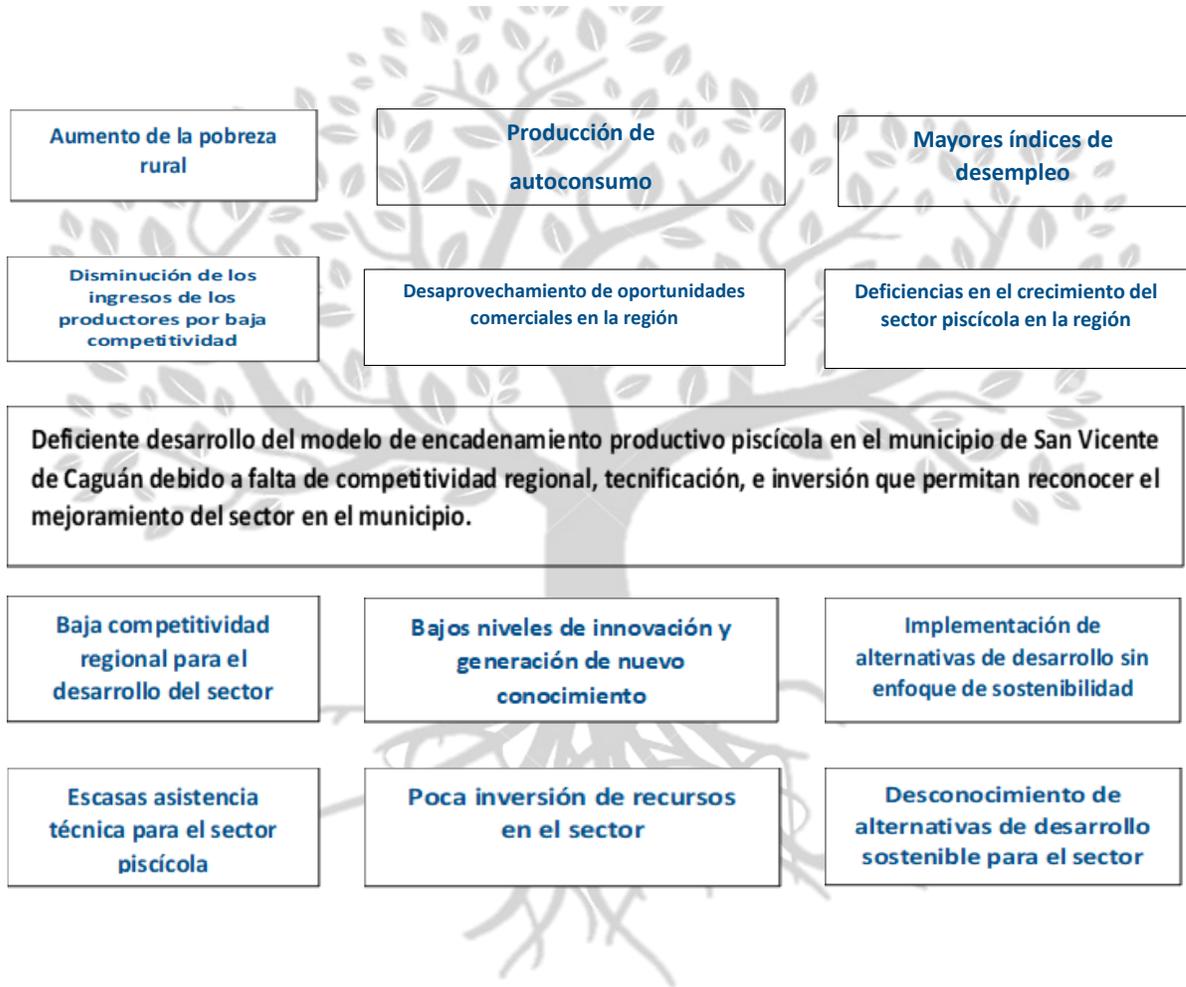
Problema Central

Deficiente desarrollo del modelo de encadenamiento productivo piscícola en el municipio de San Vicente de Caguán debido a falta de competitividad regional, tecnificación, e inversión que permitan reconocer el mejoramiento del sector en el municipio.

Ilustración 1

Árbol de Problemas





Fuente: Propia

Hipótesis

La implementación de unidades productivas piscícolas tecnificadas a través de tanques de geomembrana con sistemas tecnológicos más eficientes se convierte en una alternativa de crecimiento económico competitivo y sostenible para el municipio de San Vicente del Caguán contribuyendo a su vez a la seguridad alimentaria de la región.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una propuesta sostenible que permita el desarrollo del encadenamiento productivo del sector piscícola a través del uso de tecnología Biofloc (BFT) en el Municipio de San Vicente del Caguán.

Objetivos específicos

- Identificar los actores y la producción piscícola del municipio de San Vicente del Caguán
- Realizar un análisis del uso de herramientas tecnológicas y métodos de innovación para el desarrollo de proyectos piscícolas en San Vicente del Caguán
- Determinar las estrategias que permitan desarrollar un modelo sostenible de la producción piscícola a través de los conocimientos y prácticas de la gerencia de proyectos.
- Evaluar financieramente la propuesta determinando su rentabilidad y sostenibilidad.

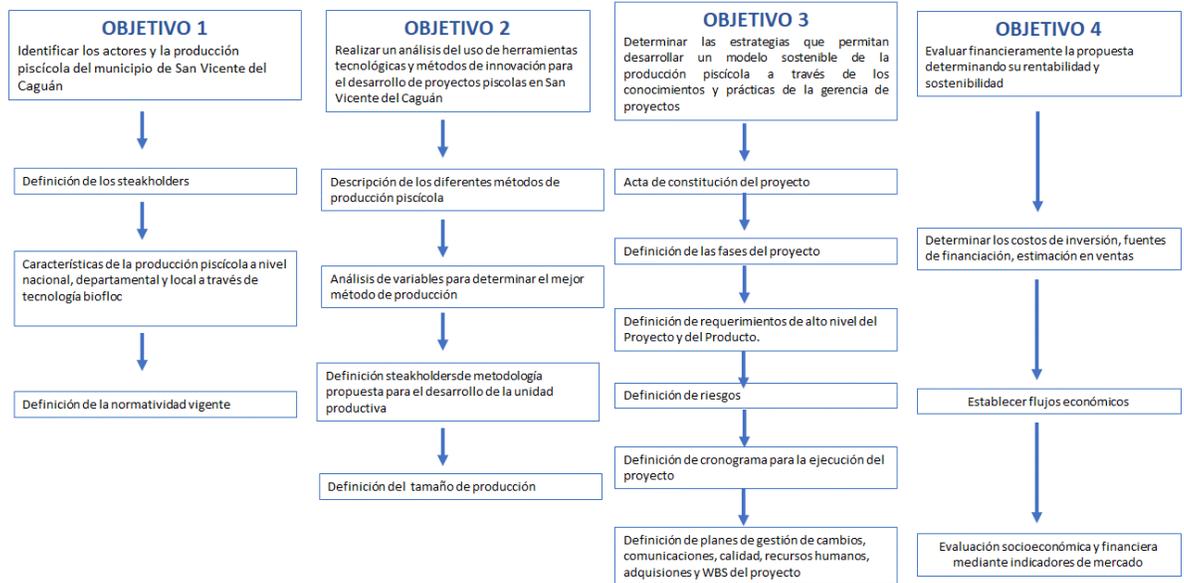
Metodología

La metodología a emplear para el desarrollo de la investigación será la metodología mixta que comprende tanto la metodología cuantitativa como la cualitativa.

A continuación, se describe de manera organizada la metodología para alcanzar en cada uno de los objetivos propuestos.

Ilustración 2

Metodología de Trabajo



Fuente: Elaboración propia

Consideraciones éticas

Dentro de las consideraciones éticas a tener en cuenta durante el desarrollo de la investigación se tienen:

Al desarrollar una metodología mixta se tendrá principalmente respeto por los derechos de autor, haciendo las respectivas citas bibliográficas.

Se tendrá en cuenta para el desarrollo de la investigación y con el fin de lograr el objetivo principal la normatividad vigente por parte de las autoridades competentes tanto del sector piscícola como del componente ambiental.

Así mismo durante el transcurso de la investigación se trabajará con los siguientes principios éticos:

- **Honestidad:** Llevar a cabo la investigación comunicando los resultados y sus posibles aplicaciones de manera completa y transparente.

- **Objetividad:** este principio ético hace referencia a que los investigadores deben ir más allá de sus propias preconcepciones y desviaciones con respecto a la evidencia empírica que justifica sus conclusiones.
- **Respeto:** A los colegas, a la propiedad intelectual, a la ley y a los sujetos de investigación.
- **Responsabilidad:** los investigadores son responsables ante otros investigadores, la sociedad y la academia.

Marco referencial

En este apartado se expondrá inicialmente un marco conceptual, se continúa con la normatividad vigente en Colombia para el desarrollo de la actividad piscícola, se realiza una breve descripción del desarrollo de la actividad piscícola a nivel mundial, nacional y regional, posteriormente se hará una explicación de los diferentes tipos de piscicultura, haciendo énfasis principalmente en la tecnología biofloc y los tanques de geomembrana, finalizando con la identificación de los actores y/o interesados.

Marco Conceptual

El presente marco conceptual aborda las bases teóricas y conceptuales que sustentan esta iniciativa. La piscicultura, como disciplina, involucra el cultivo y la cría de peces en ambientes controlados, proporcionando una fuente sostenible de alimentos y generando oportunidades económicas en áreas rurales.

- Acuicultura
-

La acuicultura, según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), es una actividad dirigida a producir y engordar organismos acuáticos en su medio.

También se define como el cultivo en condiciones controladas de especies que se desarrollan en el medio acuático (peces, moluscos, crustáceos y plantas) y que son útiles para el hombre.

La acuicultura va ligada a la intervención humana para incrementar la producción a través de la concentración de poblaciones, su alimentación y la protección frente a los depredadores. (Observatorio Español de Acuicultura, 2024)

- Piscicultura

La piscicultura es la acuicultura de peces, Se practica en estanques naturales o artificiales, vigila y regula la multiplicación, alimentación y el crecimiento de los peces, así como la puesta en funcionamiento y mantenimiento de estos recintos acuáticos. (Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá, 2024)

- Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible es un concepto que aparece por primera vez en 1987 con la publicación del Informe Brundtland, que alertaba de las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización y trataba de buscar posibles soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento de la población.

La sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer a las necesidades de las generaciones futuras, al mismo tiempo que se garantiza un equilibrio entre el crecimiento de la economía, el respeto al medioambiente y el bienestar social. (Naciones Unidas, 2024)

- Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los objetivos del desarrollo sostenible se relacionan entre sí y con frecuencia la clave del éxito de uno involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro. (PNUD, 2022), entre los principales objetivos se tienen las siguientes metas:

- La erradicación de la pobreza y el hambre garantizando una vida sana
 - Universalizar el acceso a servicios básicos, como agua, el saneamiento y la energía sostenible
 - Apoyar la generación de oportunidades de desarrollo a través de la educación inclusiva y el trabajo digno
 - Fomentar la innovación e infraestructuras resilientes creando comunidades y ciudades capaces de producir y consumir de forma sostenible
 - Reducir las desigualdades en el mundo, especialmente las de género
 - Cuidar el medio ambiente combatiendo el cambio climático y protegiendo los océanos y ecosistemas terrestres
 - Promover la colaboración entre los diferentes agentes sociales para crear un ambiente de paz y desarrollo sostenible
- Acuicultura en agua dulce



La acuicultura de agua dulce refiere a la crianza y reproducción de animales acuáticos (peces, camarones de río, cangrejos, bivalvos, etc.) y plantas nativas, mediante el uso de estanques, reservorios, lagos, ríos y otros cuerpos de agua continentales (Anh y Van, 2021).

- Sistema de acuicultura Superintensivos o hiperintensivos

Se realiza principalmente en tanques, bajo un control estricto de todos los factores como calidad del agua, aireación y alimentación. La densidad de cultivo utilizada es superior a 20 peces/m².

- Monocultivo

Cultivos de una sola especie

- Tilapia O Mojarra Roja

La tilapia es un pez africano del género *Oreochromis* perteneciente a la familia Cichlidae (Cíclidos) y Subfamilia: Cichlasomatinae. Son peces de ambientes tropicales que se caracterizan por su rápido crecimiento y capacidad de colonizar diversos ambientes acuáticos. Son muy resistentes a bajos niveles de oxígeno (por debajo de 4 mg O₂/L) y elevada concentración de materia orgánica en el agua (más de 30 ml de SS (sólidos suspendidos)). Asimismo, son capaces de sobrevivir a variaciones altas de salinidad y temperatura. Estas características junto a su relativamente fácil reproducción la han convertido en una de las especies mundialmente más cultivadas. (Bioaquafloc, 2024)

- Geomembrana
-

La geomembrana es un plástico derivado del petróleo, el cual es sostenido por una estructura metálica, que forma un estanque circular; una unidad productiva consta de 3 estanques, cuyas dimensiones dependerán del tamaño de la producción.

- **Biofloc en la acuicultura**

Sistema que consiste en el desarrollo de flóculos microbianos formados a partir de una alta relación carbono: nitrógeno = 15:1, mediante el aporte controlado de carbono (melaza y pulido de arroz) y nitrógeno (proveniente del alimento comercial) en el agua, con poco o nulo recambio y alta oxigenación. Lo que permite el crecimiento de una comunidad microbiana, sobre todo de bacterias heterótrofas, que metabolizan los carbohidratos y toman nitrógeno inorgánico (principalmente NH_4) reduciendo sus niveles y mejorando la calidad del agua. (Instituto Nacional de Pesca - Mexico, 2016).

Normatividad en Colombia en la Piscicultura

En Colombia la actividad piscícola está bajo la supervisión de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), entidad inscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, creada mediante el Decreto 4181 de 2011 y que tiene por objeto adelantar los procesos de planificación, investigación, ordenamiento, fomento, regulación, información, inspección, vigilancia y control de las actividades de pesca y acuicultura, aplicando las sanciones a que haya lugar, dentro de una política de fomento y desarrollo sostenible de los recursos pesqueros establecidos en la Ley 13 de 1990. (AUNAP, 2019)

A continuación, se desarrolla el marco legal que acompaña el sector de la piscicultura en Colombia y el cual se debe tener en cuenta para la implementación del proyecto. Ver Tabla 1



Tabla 1

Normatividad Piscícola en Colombia

Normatividad	Definición
Constitución Política de Colombia	Artículo 8 de la Constitución Política de Colombia, el cual consagra la obligación del Estado y de los particulares de proteger las riquezas naturales, las cuales incluyen a los recursos hidrobiológicos, y se relaciona directamente con la función de planificación en el manejo de los recursos con miras a garantizar su desarrollo sostenible (Amaya, 2016).
Decreto Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. (art. 286).
Ley 17 de 1981	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
Decreto 561 de 1984	Por el cual se reglamenta la Ley 09 de 1979 en cuanto a captura, procesamiento, transporte y expendio de los productos de la pesca
Ley 13 de 1990	Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca. Consagra el Estatuto General de Pesca y, de manera general, regula los aspectos fundamentales de la actividad pesquera.
Ley 99 de 1993	Se reorganiza el SINA y se consagran las facultades de diferentes entidades que, con las CAR las CDS y los institutos de Investigación Científica, se relacionan con el adecuado manejo y desarrollo de la acuicultura.
Ley 101 de 1993	Se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación.
Decreto 3075 de 1997	Este decreto tiene como fin producir alimentos seguros e inocuos y proteger la salud del Consumidor.
Ley 611 de 2000	Define a los zoos criaderos como el “mantenimiento, cría, fomento y/o aprovechamiento de especies de la fauna silvestre y acuática en un área claramente

	determinada, con fines científicos, comerciales, industriales, de repoblación o de subsistencia
Resolución 1414 de 2006 – ICA	Se establece el registro ante el ICA, de productores de camarón y de peces para el consumo humano, con destino a la exportación El artículo 4 de esta resolución crea un registro ante el ICA para los productores de camarón y peces para el consumo humano y consagra las obligaciones de los exportadores de estas especies.
Resolución 601 de 2012 – AUNAP	Establecen los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de los permisos y patentes relacionados con el ejercicio de la actividad pesquera y acuícola. Determina los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos, entre los cuales se reglamenta el “permiso de cultivo”, el cual tiene una exigencia particular y es el de su duración hasta por 10 años
Resolución 602 de 2012 – AUNAP	Por el cual se establece el valor de las tasas y derechos por el ejercicio de la actividad acuícola y pesquera. Establece el valor de las Tasas y Derechos por concepto del ejercicio de la actividad pesquera y acuícola, y determina que para el permiso de cultivo el valor a pagar depende del tipo de actividad que se trate.
Resolución 1193 de 201449- AUNAP	Por la cual se racionalizan unos trámites, señalando los requisitos para el permiso de cultivo para el ejercicio de la acuicultura de recursos limitados.
Resolución 1924 de 2015 – AUNAP	Autoriza el aprovechamiento comercial ornamental de alevinos y juveniles, de ciertas especies, que provengan exclusivamente de cultivos autorizados y consagra unos requisitos específicos para el aprovechamiento comercial de los alevinos de la especie <i>Arapaima gigas</i>
Resolución 2287 de 2015 - AUNAP	Por la cual se declaran especies de peces domesticadas las especies trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>). Tilapia del nilo, tilapia plateada o mojarra lora (<i>Oreochromis niloticus</i>) y el híbrido de tilapia roja (<i>Oreochromis sp</i>) y se establecen medidas de manejo para las mismas.
Resolución 64 de 2016 – ICA	Por la cual se establecen los requisitos para obtener el Registro Pecuario de los establecimientos de acuicultura, ante el ICA

Resolución 20186 de 2016 – ICA Por medio de la cual se establecen las condiciones sanitarias y de bioseguridad en la producción primaria de animales acuáticos, para obtener el certificado como Establecimiento de Acuicultura Bioseguro.

Resolución 2723 de 2021 – AUNAP Por la cual se establecen los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos, autorizaciones y patentes de pesca para el ejercicio de la actividad pesquera y de la acuicultura, se adoptan otras medidas para el cumplimiento de los objetivos y funciones de la AUNAP

Fuente: Elaboración propia a partir de la normatividad dada por el ICA, AUNAP y Ministerio del Medio Ambiente.

Análisis Socio-Económico del Entorno

Actualmente el desarrollo humano se encuentra ligado a la vertiginosidad de la economía globalizada que ha generado estilos de vida acelerados en su afán de responder a las exigencias de competitividad y eficiencia del mercado a cualquier costo. La búsqueda constante de altos niveles de productividad ha llevado al establecimiento de relaciones utilitaristas que cada vez más dificultan la solidificación de lazos afectivos que brinden estabilidad emocional y social. Las familias, por consecuencia, se están formando de manera accidental y cada vez se hacen más frecuentes los hogares monoparentales.

Adicionalmente, la incursión de las mujeres en el competitivo campo laboral ha hecho de la crianza una responsabilidad de difícil cumplimiento que no sólo ha inducido cambios en la comunicación, relaciones, y espacios familiares, sino también en los hábitos de consumo y preparación de alimentos.

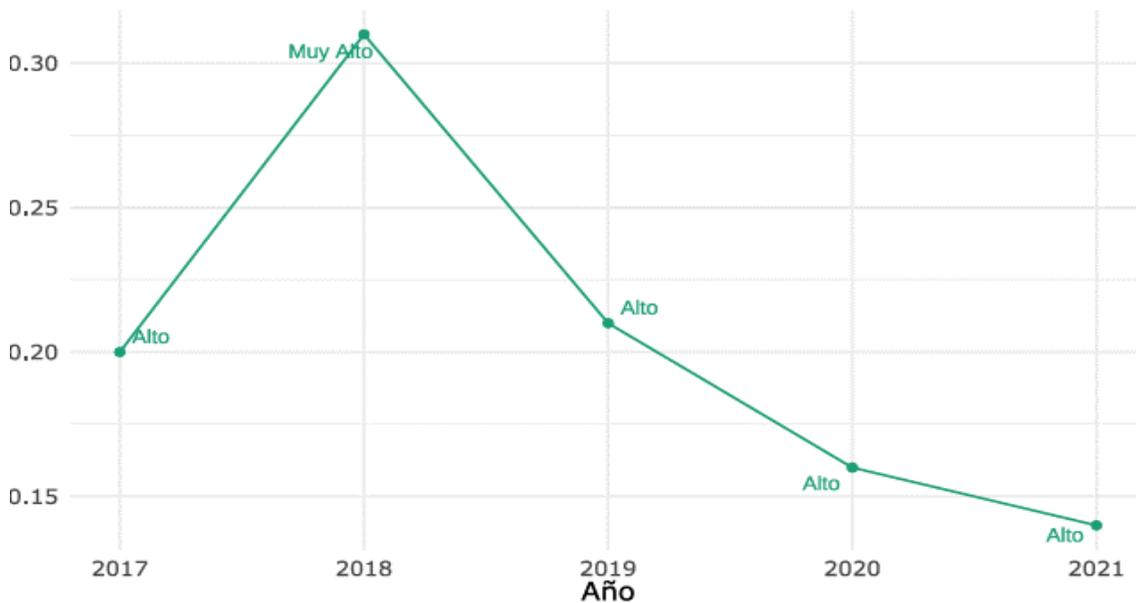
El municipio de San Vicente del Caguán cuenta con una población proyectada a 2024 de 54.575 habitantes, de los cuales 28.017 (51.3%) se encuentra ubicado en la zona

rural del municipio, a su vez 1.190 personas pertenecen a la población indígena (DANE, 2024).

Este municipio ha sido afectado por grupos al margen de la ley desde hace muchos años y su economía se centró en cultivos de coca como se observa en la Ilustración 3 e Ilustración 4

Ilustración 3

Índice de Incidencia del Conflicto Armado



Fuente: (DNP, 2024)

Ilustración 4

Hectáreas de Cultivo de Coca





Fuente: (DNP, 2024)

De acuerdo con el plan de desarrollo 2020-2023 la economía del municipio se centra principalmente en la actividad ganadera y derivados lácteos, la actividad piscícola tiene presencia con el cultivo de bocachico, trucha, cachama y mojarra. Para el 2018 hubo una producción de 33.800 kilogramos siendo la cachama y la mojarra las especies con mayor participación, 41% y 33% respectivamente. (San Vicente del Caguán , 2020).

El proyecto que se pretende desarrollar en San Vicente del Caguán, busca incrementar el nivel de ingresos de los productores, a través de procesos que permitan generar valor agregado al producto final, siendo sostenibles, mediante la transformación de algunos recursos naturales de la región que permitan elaborar el alimento necesario para el levante de los alevinos, reduciendo de esta manera costos, lo cual permitirá ser más competitivos en los mercados actuales.

Teniendo en cuenta que la ganadería es considerada la principal fuente de ingreso al municipio, ocupando su segundo renglón la madera y la agricultura, se prevé como actividad económica promisoriosa de bajo impacto ambiental en el municipio, el desarrollo de

proyectos piscícolas y de pesca sostenible, más si se tiene en cuenta que , según el informe de las Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (FAO, 2019) que analiza la contribución relativa de los principales sistemas de producción agraria a la contaminación de los recursos hídricos:

“La producción ganadera y de cultivos representa un gran porcentaje de los contaminantes que entran en el ambiente, en comparación con otras actividades de menor impacto como la acuicultura”.

De acuerdo con el estudio, la ganadería intensiva contribuye sobre todo a la contaminación por ese tipo de residuos, así como por los excrementos de los animales y otras sustancias que acaban degradándose en el ambiente.

Los cultivos, por su parte, están más relacionados con el uso de pesticidas y elementos químicos como el potasio o el magnesio que pueden llegar hasta el agua.

En ambas actividades existe la amenaza de un exceso en la utilización de nitrato, fosfato y otros nutrientes como fertilizantes.

Otro de los aspectos importantes a ser impactados con el proyecto en su enfoque de reactivación económica, está relacionado al desarrollo de nuevos mercados locales y regionales para lograr encadenamientos productivos transversales, que permitan el desarrollo de las estrategias concebidas para el fortalecimiento de la base productiva del departamento. Es así como el desarrollo de nuevos proveedores y de Inter relacionamiento de eslabones de la cadena de valor será un factor de importancia para garantizar la sostenibilidad de la estrategia seleccionada.

“Innovar no sólo significa desarrollar nuevos productos y transformar los productos existentes. Consiste en crear nuevas formas de organizar, gestionar, producir, entregar, comercializar, vender y relacionarse con clientes y proveedores; logrando, en última instancia, generar valor agregado a través de toda la cadena productiva” (OECD, 2005).

La fluctuación de la economía conlleva a que se presente gran dificultad para acceder a productos alimenticios de calidad y a un costo acorde con los ingresos de las familias, los altos precios de productos alimenticios como la carne de res y el pollo, (Contexto ganadero, 2022), han hecho que las familias busquen alimentos que cubran los requerimientos nutricionales de las familias a un menor costo, es por ello que al mejorar las condiciones actuales en los sistemas productivos de la población objetivo de este proyecto, se logra incrementar el volumen de producción a un menor costo por unidad producida, permitiendo así, no solo cubrir la demanda a nivel local, sino que además con las actividades de acompañamiento, se pueda incursionar en la cobertura de mercados regionales no solo en municipios vecinos, sino en todo el país.

El desarrollo de esta propuesta permitirá al grupo de productores dar solución a problemas de producción sostenible al hacer más eficiente el uso de los recursos y con ello mejorar las condiciones de competitividad del sector, y por ende incrementar los ingresos y generar nuevas fuentes de empleo para el municipio.

Desarrollo de la Piscicultura

La piscicultura no es nueva; se ha practicado durante siglos en muchas culturas. Las antiguas sociedades chinas alimentaban con heces de gusanos de seda y ninfas a las carpas criadas en estanques en granjas de gusanos de seda, los egipcios cultivaban tilapia como parte de su elaborada tecnología de riego, y los hawaianos podían cultivar una multitud de

especies como sabalote, lisa, gambas y cangrejo (Costa -Pierce, 1987). Los arqueólogos también han encontrado evidencia de acuicultura en la sociedad maya y en las tradiciones de algunas comunidades nativas de América del Norte. (www.enaca.org).

El grupo Biomar, encargado de desarrollar acuicultura sostenible, sostiene que, “actualmente obtenemos menos del 5% de nuestros alimentos de los océanos que cubren más del 70% de la superficie del planeta. La cartografía del medio marino y las oportunidades que puede brindar como almacén de alimentos en el futuro acaba de comenzar. (Biomar, 2022)

La cría de peces es actualmente la forma de producción de carne que proporciona la mayor rentabilidad de la alimentación. La sostenibilidad se refiere al uso de factores de entrada en relación con el rendimiento. Cuanto más pequeña sea la cantidad de nutrientes y proteínas que usamos para producir alimentos, más sostenible es.” (Izaskun Zorita, 2021)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad.

Millones de personas en todo el mundo dependen del pescado para su alimentación y sustento. Aproximadamente un tercio de las poblaciones de peces del mundo se pescan de forma no sostenible, mientras que dos tercios de los peces del océano se pescan actualmente de forma sostenible. ((Food and Agriculture Organization (FAO), 2020)

La acuicultura es una actividad económica que para el 2022 superó a la pesca en la producción de alimentos acuáticos (FAO, 2024), se estima que para el año 2050, cuando la

población en el mundo supere los 9 mil millones de personas, se convierta en la principal fuente de provisión de proteína de origen animal, es por esto que muchos países vienen implementando políticas de promoción de esta actividad con dos objetivos principales: garantizar la disponibilidad de alimentos y la generación de empleo. (El Acuicultor, 2020).

En la actualidad China, India, Indonesia, Vietnam, Bangladesh, Egipto, Noruega, Chile y Ecuador son los países que lideran la producción acuícola. (El Acuicultor, 2020).

La evolución de la actividad ha permitido el desarrollo y la mejora permanente de criaderos, alimentos y medidas de control de enfermedades que han conducido a un incremento en la productividad y eficiencia.

La Piscicultura en Colombia está representada por la producción de Tilapia, Cachama y Trucha.

Esta actividad ha tenido un desarrollo importante durante los últimos años, en el 2022 se registró una exportación mayor a las 200.000 toneladas que representa un crecimiento de 193% entre el 2015 y 2022. “El sector exportó cerca de 19.000 toneladas de tilapia y trucha tanto en fresco como congelado, entero y filete. Esto fue un incremento de 30% del volumen de pescado local en el exterior y 39% en valor FOB.” (Agronegocios, 2023).

La implementación de producción piscícola permite que la población ejerza una actividad productiva que no solo le genere ingresos si no que a su vez se mejore la calidad de vida de las personas al aumentar su capacidad adquisitiva, puedan acceder a una mayor y mejor canasta familiar, mejores servicios y alimentación.

Producción Piscícola a Nivel Mundial

“La producción pesquera y acuícola mundial alcanzó un nuevo máximo en el 2022”

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024)

Para el año 2022 la producción pesquera y acuícola se incrementó por encima de 223,2 millones de toneladas, en términos monetarios esta producción se valora en 312.800 millones de USD. En el caso específico, la producción acuícola representó un 59% estando por encima de 130,9 millones de toneladas frente a la producción pesquera como se observa en la Tabla 2 e Ilustración 5 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024).

El incremento de la producción acuícola se presenta principalmente en Asia con un 87,9%, América Latina y el Caribe contribuyeron con un 7,3%, Europa 3,5% y África 0,8%, siendo el producto principal los peces de aleta. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024)

Tabla 2

Tendencias Mundiales de Producción Piscícola

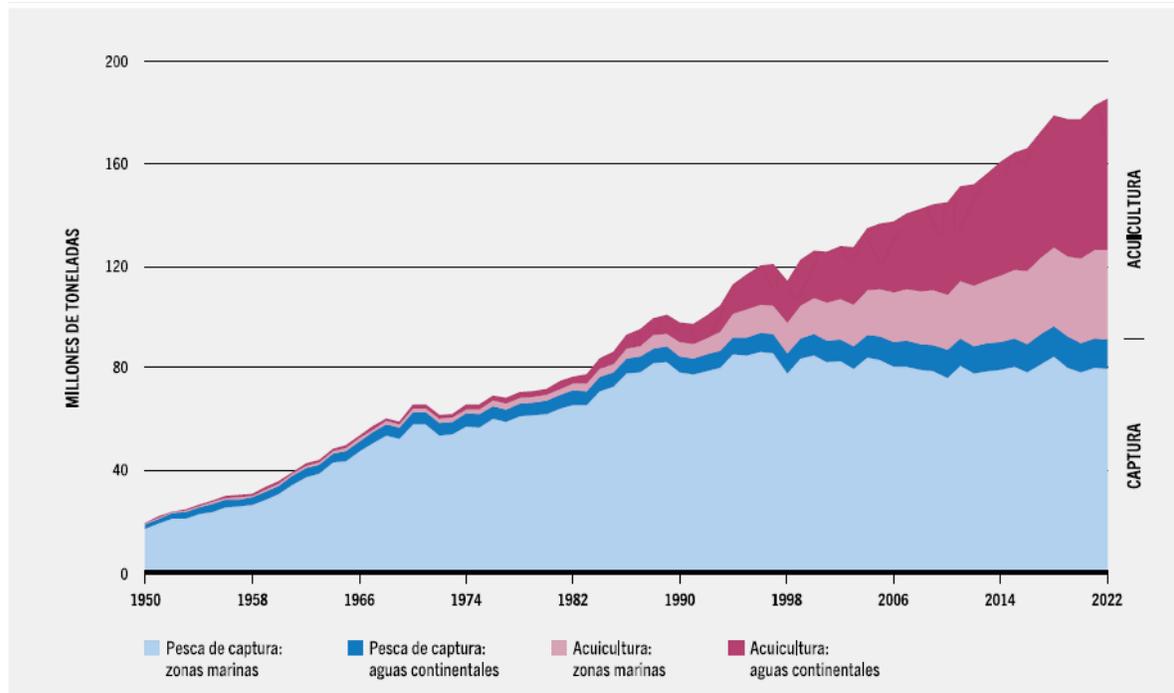
	1990s	2000s	2010s	2020	2021	2022
Promedio anual						
Producción						
Pesca de captura						
Continental	7,1	9,3	11,3	11,5	11,4	11,3
Marina	81,9	81,6	79,8	78,3	80,3	79,7
Total Pesca de captura	88,9	90,9	91,1	89,8	91,6	91
Acuicultura						
Continental	12,6	25,6	44,8	54,5	56,4	59,1
Marina	9,2	17,9	26,7	33,2	34,7	35,3

Total acuicultura	21,8	43,4	71,5	87,7	91,1	94,4
Total pesca y acuicultura mundiales	110,7	134,3	162,2	177,5	182,8	185,4

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024)

Ilustración 5

Producción Pesquera y Acuícola Mundial de Animales Acuáticos



Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024)

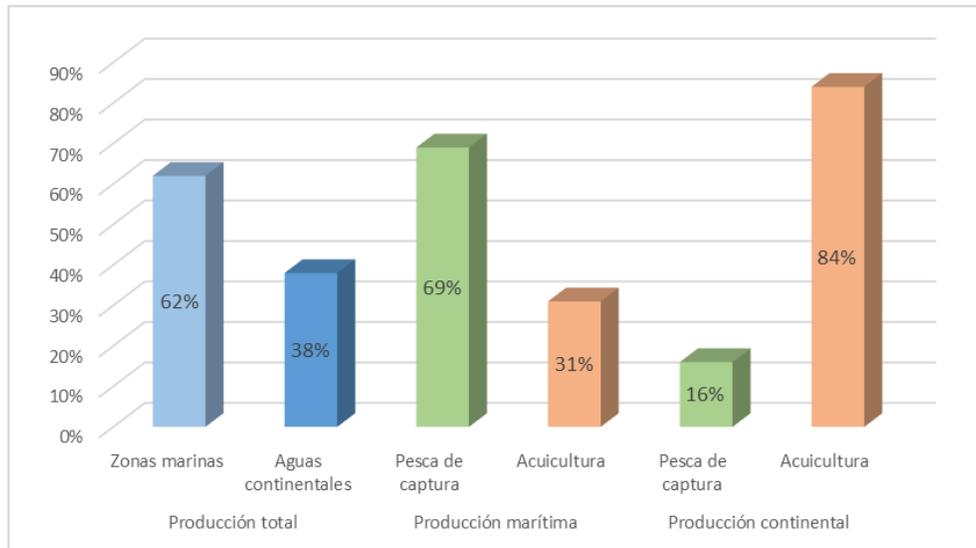
La producción y recolección del 2022 se concentró en un 62% en zonas marítimas, 69% en pesca de captura y 31% de acuicultura, el 38% restante se produjo en aguas continentales siendo el 84% de producción acuícola y el 16% restante en pesca de captura.

Ver Ilustración 6

Ilustración 6

Producción Total de la Pesca y Acuicultura





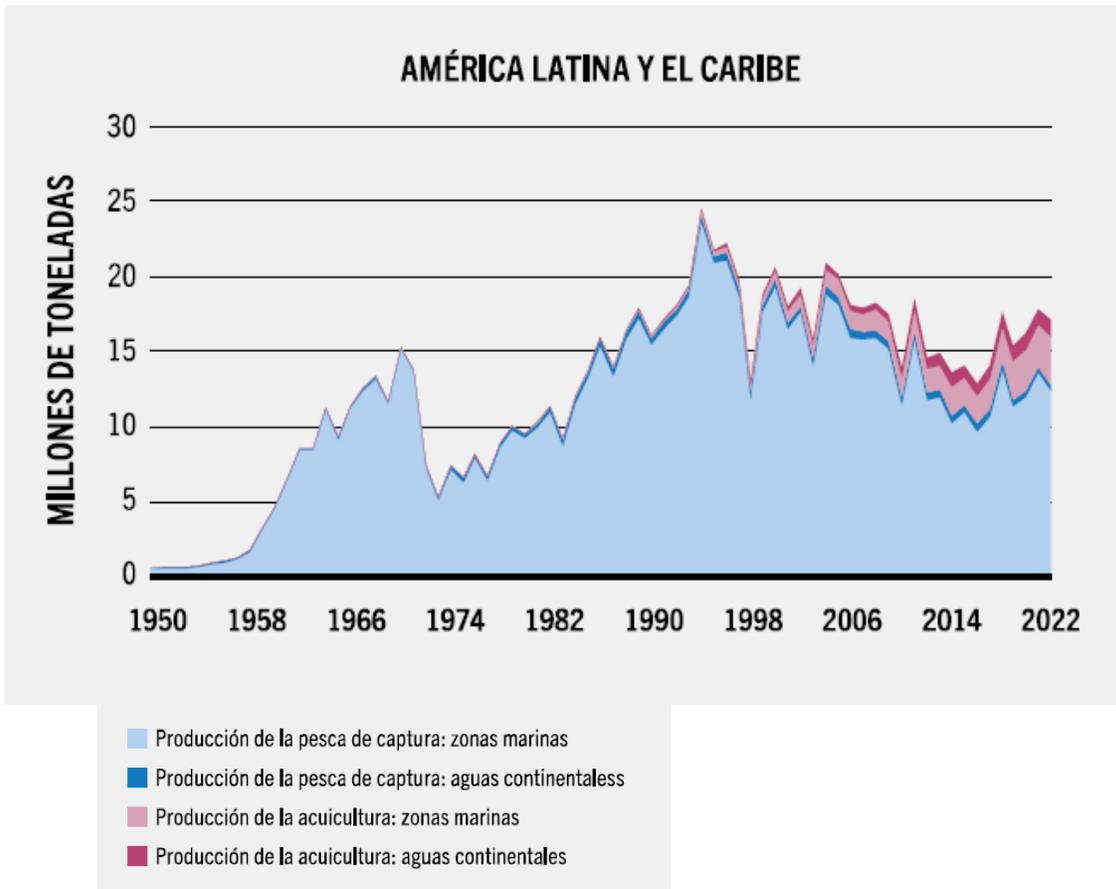
Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024)

En América Latina la acuicultura en zonas marítimas se empieza a desarrollar desde los años 90 y la acuicultura continental a partir del 2000, como se observa en la Ilustración 7 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024)

Ilustración 7

Producción Pesquera y Acuícola en América Latina





Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024)

Producción Piscícola a Nivel Nacional

La piscicultura en Colombia ha venido en los últimos años con crecimiento exponencial, toda vez que la producción y la cantidad de unidades productoras ha aumentado, para el año 2015 se registraron 103.314 toneladas de producción mientras que para el año 2020 el registro fue de 174.067 es decir una variación porcentual del 68,48%, en 36.268 unidades productoras certificadas.

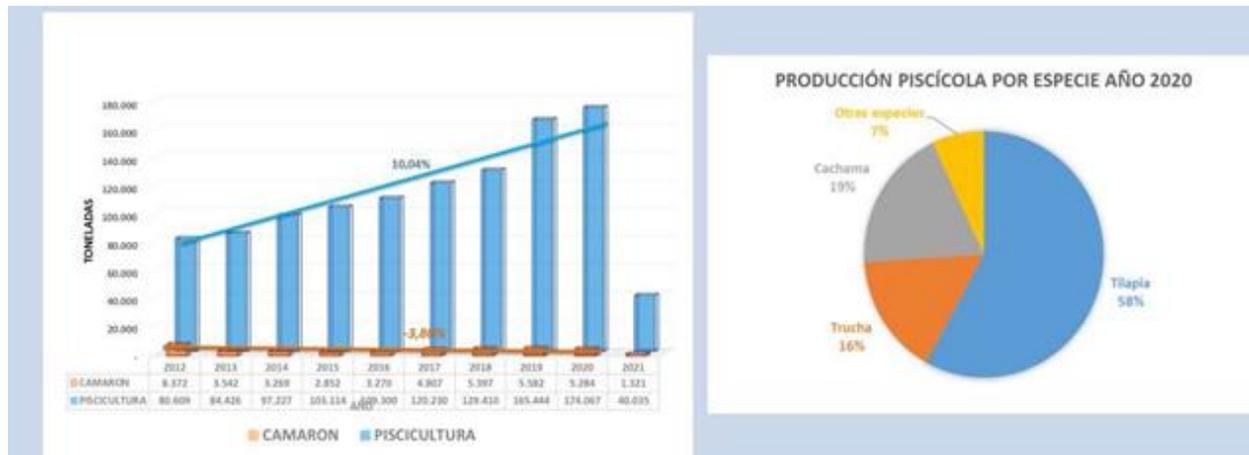


Este crecimiento significó el 3.3% del PIB agropecuario y el 0,3% del PIB nacional, logrando a su vez una exportación de 4.308 toneladas de pescado, siendo la especie más comercializada la tilapia. Ver

Figura 1

Figura 1

Producción Nacional de Acuicultura 2012-2021



Fuente: (Ministerio de Agricultura , 2022).

El Departamento Nacional de Estadísticas (DANE) de Colombia registró para el cuarto trimestre 2023 un crecimiento 37.8 % de la acuicultura y la pesca. Mientras la producción acuícola ascendió a las 192,000 toneladas, la pesquera alcanzó a unas 81,000 toneladas. El PIB del sector registró un crecimiento del 17% en 2023 respecto al periodo enero a septiembre de 2022. También destaca el crecimiento en la exportación de tilapia, trucha y camarón de cultivo.

Colombia pasó de exportar 51,350 kilos en 2022 a 64,000 kilos en 2023. Estas y otras informaciones fueron aportadas recientemente por la Autoridad Nacional de

Acuicultura y Pesca (AUNAP) de Colombia, que destacó su labor para alcanzar este crecimiento en el sector local. (Panorama Acuicula, 2024).

El desarrollo positivo que ha tenido la acuicultura en Colombia tanto en la costa como en el interior del país se debe a la gran bondad que nos ofrece el territorio Colombiano, zonas donde los recursos y los ecosistemas han permitido adelantar el cultivo de especies hidrobiológicas, como camarón tilapia, trucha, carpa y especies nativas como el bocachico cachama, fundamentados los cultivos en etapas como: Producción de alevinos, las actividades de levante y engorde, procesamiento o transformación de la producción acuícola y la comercialización. (Revista AquaTIC, nº 37, Año 2012)

En cuanto al cultivo de peces ornamentales representa en Colombia oportunidades de generación de ingresos para las familias de zonas rurales apartadas y con dificultad de Integrarse a los mercados que no cuentan con productos de alto valor que puedan absorber los costos de movilización a los mercados finales.

Como se menciona en el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia AUNAP – FAO, Para el Gobierno Nacional de Colombia, la Pesca y la Acuicultura representan dos importantes elementos para el desarrollo productivo del sector agropecuario, así como para mejorar los índices de pobreza en las zonas rurales. En tal sentido, han sido muchos los apoyos que se le han dado a la actividad, los cuales incluyen asistencia técnica, beneficios crediticios, subsidios a través de convocatorias de fomento, programas de fortalecimiento del subsector.

Sin embargo, si bien es cierto que la actividad tuvo un crecimiento acelerado entre los años 80 del siglo XX y la primera década del siglo XXI, también es cierto que dicho



crecimiento se ha desarrollado de forma desordenada, descoordinada y sin una planificación adecuada, razón por la cual los acuicultores han tenido innumerables problemas de orden técnico, económico, social y ambiental, siendo así que en los últimos 5 años se ha visto un marcado decrecimiento en el cultivo de camarón y el aparecimiento de signos recesivos en la piscicultura, especialmente por el crecimiento de los costos de producción frente a un prolongado estancamiento de los precios de los productos finales; estos problemas deben ser analizados con el fin de organizar un Plan de desarrollo que permita que la acuicultura se convierta en un motor de crecimiento del sector agropecuario en el país. (Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia)

Según la AUNAP – FAO la piscicultura que está alcanzando niveles de desarrollo interesantes y con gran potencial para la generación de ingresos para familias rurales es el cultivo de peces ornamentales, tanto de especies nativas como de exóticas. Varias universidades, centros de investigación, laboratorios de producción de material genético y empresarios privados han desarrollado investigaciones y ensayos de reproducción en cautiverio, sistemas de alimentación y cultivo comercial de peces y otras especies ornamentales, tanto de agua dulce como de aguas marinas, con resultados satisfactorios.

El cultivo de peces ornamentales puede representar oportunidades de generación de ingresos para las familias de zonas rurales apartadas de donde son originarias las especies objeto de exportación, teniendo particular potencial los departamentos del Meta, Guainía, Vichada y Amazonas.

La industria de la acuicultura es uno de los sectores de más rápido crecimiento en el ámbito alimentario, abasteciendo además el 50% de la demanda mundial de pescado ante la disminución de las poblaciones naturales por sobreexplotación. Entre las invenciones en el

campo de la acuicultura, la tecnología de bioflocs (BFT) ha atraído gran atención por su capacidad de fomentar las pretensiones de la acuicultura sostenible. En efecto, la BFT aprovecha la presencia de organismos en el agua para reducir significativamente el uso de agua y el impacto ambiental y aumentar la bioseguridad en los graneros, si se aplica correctamente. (Lara-Andrade, 2017)

A nivel nacional los departamentos con mayores unidades de producción son Huila con un 39%, Meta 11% y Tolima con un 8%, en estos 3 departamentos se concentra un 58% de la producción nacional. (Ministerio de Agricultura, 2021)

Caquetá, representa tan solo el 2% de la producción total en Colombia con una cantidad de 664 unidades productoras que generan 3.172 toneladas para el año 2019. (Ministerio de Agricultura, 2021)

Tabla 3

Número de Unidades de Producción Agropecuaria



Departamento	Cantidad de UPA ¹	Participación % UPA	Producción 2019 (t) ²	Participación % Prod.
Huila	2.273	6%	60.456	37%
Meta	1.457	4%	18.750	11%
Tolima	2.441	7%	16.185	10%
Antioquia	4.531	12%	6.725	4%
Cundinamarca	3.543	10%	5.583	3%
Córdoba	4.214	12%	5.520	3%
Valle del Cauca	678	2%	4.318	3%
Boyacá	1.693	5%	4.150	3%
Casanare	1.180	3%	3.951	2%
Atlántico	71	0%	3.753	2%
Caldas	1.001	3%	3.699	2%
Sucre	518	1%	3.306	2%
Bolívar	64	0%	3.182	2%
Caqueta	664	2%	3.172	2%
Cesar	393	1%	3.040	2%
Nariño	137	0%	2.904	2%
Cauca	1.201	3%	2.686	2%
Santander	3.453	10%	2.304	1%
Chocó	230	1%	2.095	1%
La Guajira	31	0%	1.901	1%
Arauca	874	2%	1.892	1%
Magdalena	53	0%	1.624	1%
Putumayo	2.891	8%	1.412	1%
Risaralda	597	2%	1.356	1%
Norte de Santander	1.074	3%	999	1%
Quindío	250	1%	192	0%
Vaupés	0	0%	117	0%
Guaviare	684	2%	96	0%
Amazonas	72	0%	75	0%
Vichada	0	0%	1	0%
Guainía	0	0%	0	0%
*ASAPYSC	0	0%	0	0%
Total	36.268	100%	165.444	100%

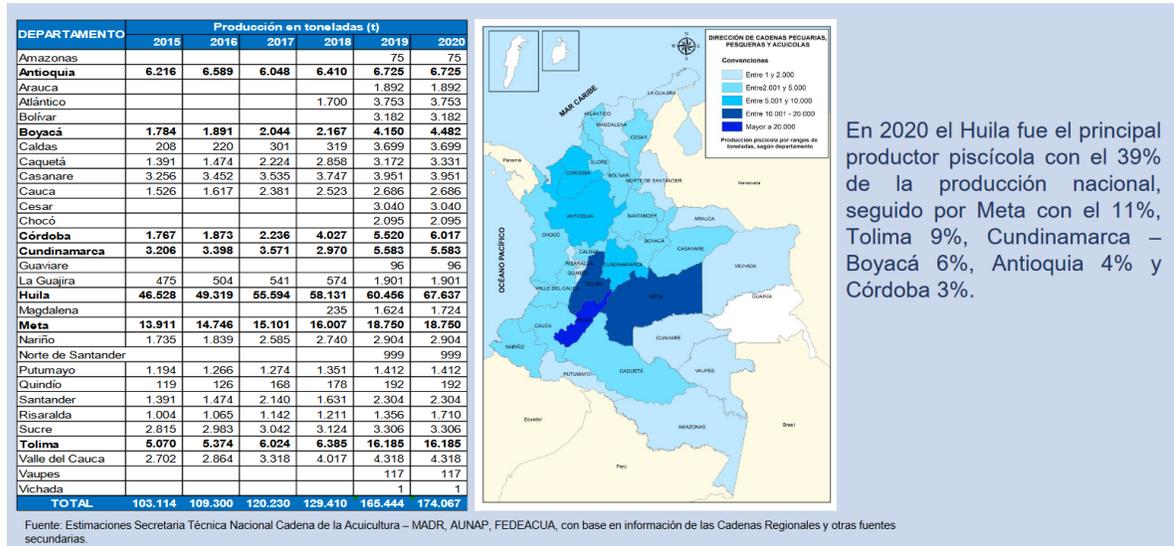
*ASAPYSC: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
Fuente: DANE, Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), segundo semestre de 2019¹
Fuente: Estimaciones Secretaría Técnica Cadena Nacional de la Acuicultura - MADR²

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2021)

El comportamiento de la producción piscícola por departamento para el periodo 2015- 2020 fue la siguiente:

Ilustración 8

Producción piscícola por departamento 2015-2020.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2021)

En esta grafica se evidencia que el Departamento de Caquetá no es un productor fuerte respecto a otros departamentos de Colombia,

Producción Piscícola a Nivel Regional – Departamento de Caquetá

El departamento de Caquetá cuenta con características fisiográficas variadas, montaña, lomeríos y valles, con suelos franco-arcillosos pobres en nutrientes orgánicos y una alta acidez. Así mismo presenta un clima variado de acuerdo con la altitud que oscila entre los 200 y 900 mts entre planicie y lomeríos hasta los 3000 mts s.n.m predominando un clima húmedo con temperaturas entre los 26 y 30°C en las zonas bajas y 10°C en la zona más alta de la montaña.

Durante siete meses del año se presentan altas precipitaciones alcanzando los 3.800mm³ y su hidrografía se compone de tres ríos navegables, riachuelos quebradas y nacederos acuíferos, lo cual hace que el Departamento tenga potencial en la producción de pescado y otros recursos hidrobiológicos a través de la actividad acuícola.

Es así como la actividad acuícola se empieza a desarrollar desde mediados de la década de los 60 con cultivos de tilapia nilótico y carpa común con fines de subsistencia y poco apoyo gubernamental.

En la década de los setenta con el apoyo del INCORA inicialmente y el ICA-Fedecafé se empieza a introducir la piscicultura en la región con los cultivos de tilapia, rendalli, tilapia mossambica y tucunaré. En la década de los ochenta con el apoyo financiero del INDERENA se establecen proyectos comunitarios, posteriormente junto con el INCORA se ponen en funcionamiento las Unidades Piscícolas Autosuficientes (UPAS). Al final de esta década se introducen nuevas especies; tilapia roja, cachama negra, cachama blanca, bocachicos, carpas y algunos bagres. En la década de los noventa el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA regional Caquetá, empieza a desarrollar capacitaciones sobre el cultivo de peces en estanque y contribuye con la organización de acuicultores del Departamento, ACUICA.

Desde 1999 con recursos del programa PNDA-PLANTE, con el apoyo del SENA se empieza a fortalecer la actividad productiva a través de diferentes proyectos formulados.

La piscicultura en Caquetá, Colombia, es una actividad que ha ganado relevancia en los últimos años debido a su potencial para mejorar la seguridad alimentaria y generar ingresos para los habitantes de la región, sin embargo y de acuerdo con lo expuesto en el ítem anterior se evidencia que aún no es referente productivo a nivel nacional.

Entre las especies cultivadas se encuentran:



- **Tilapia:** La tilapia es una de las especies más cultivadas en Caquetá debido a su adaptabilidad y rapidez de crecimiento. Se ha convertido en una opción popular entre los piscicultores locales.
- **Peces Nativos:** También se cultivan peces nativos de la región amazónica, como el bagre (*Pseudoplatystoma spp.*) y el tambaqui (*Colossoma macropomum*). Estos peces tienen una alta demanda en los mercados locales y regionales.

Los sistemas de producción son diversos encontrándose sistemas de estanques construidos y sistemas de recirculación. Los estanques son comunes debido a la abundancia de tierras disponibles y la facilidad para construirlos en el entorno rural.

Tecnología: La tecnología de la piscicultura en Caquetá varía desde métodos tradicionales hasta sistemas más modernos. En estos últimos se encuentran sistemas de recirculación de agua, que permiten un mayor control sobre las condiciones de cultivo y una mayor eficiencia en el uso del agua.

La Piscicultura en San Vicente Del Caguán

En el municipio existe producción piscícola en un área de espejo de agua aproximadamente de 6.600 metros cuadrados, se produce bocachico, cachama y trucha. Según el PBOT del municipio existían en el 2013 aproximadamente 105 granjas productoras. (Municipio San Vicente de Caguán, 2015)

De acuerdo con el censo agropecuario del 2018 la producción piscícola presentó la siguiente dinámica

Tabla 4.

Producción piscícola, San Vicente del Caguán, 2018

	Bocachico	Trucha	Cachama	Mojarra	Total
					kilogramos
Piscicultura	1.400	7.200	14.000	11.200	33.800

(San Vivente del Caguán, 2020)

La producción piscícola en el municipio de San Vicente del Caguán posee un alto potencial de aprovechamiento del producto y a la fecha si bien es cierto existen algunas estaciones piscícolas existe a su vez déficit de semillas, las organizaciones de productores piscícolas son débiles al igual que la asistencia técnica, su producción pese al potencial se comercializa en un 90-95% en el mismo Departamento y en Putumayo, por lo tanto el nivel de ingresos de los piscicultores es de subsistencia y los productores ven la actividad como un mecanismo de generación sostenible de sus ingresos.

Clases de Producción Piscícola

Con el fin de establecer la mejor alternativa para el desarrollo de la actividad piscícola en el municipio de San Vicente del Caguán se estudia en primera medida el tipo de tanques existentes y cuál de ellos proporciona mejores y mayores beneficios, posteriormente la especie con la cual se desarrollará la actividad para finalizar con el componente de innovación

Tipo de Tanques.

Existen tres tipos de estanques para el desarrollo de la piscicultura; tanques en tierra, también conocidos como rústicos, tanques australianos y los tanques en geomembrana.



- **Tanques de tierra o Rústicos.**

Los tanques en tierra es la alternativa más económica y convencional, es empleada por pequeños productores. Para su implementación se realiza deforestación y desmonte del espacio requerido, ver Ilustración 9, posteriormente este espacio es inundado creando una laguna artificial.

Ilustración 9

Adecuación de un Estanque Piscícola en Tierra



Fuente: (Bioaquafloc, 2024)

El uso de los tanques en tierra requiere de un alimento balanceado, de recambios de agua constantes para mantener un equilibrio adecuado en la calidad y garantizar el crecimiento saludable de las siembras.

Esta alternativa si bien es cierto es económica y viable en el municipio de San Vicente del Caguán por la existencia de diversas fuentes hídricas y espejos de agua no es



amigable con el medio ambiente ya que se requiere de manera permanente hacer captación de agua para remplazar la que ha sido contaminada con los desechos de los peces.

Por otro lado, esta alternativa al no tener un sistema de filtración avanzado incrementa la probabilidad de la presencia de plagas y enfermedades conllevando a un aumento en la tasa de mortalidad de la siembra. (Bioaquafloc, 2024).

- **Tanques Australianos**

Los tanques australianos son estanques utilizando láminas de zinc o aluminio, ha disminuido su implementación debido a que se prefieren alternativas más duraderas que no sean afectadas por la corrosión. (Bioaquafloc, 2024)

Este tipo de tanques tiene como ventaja la optimización del espacio y la eficiencia de la circulación del agua, su tamaño y forma puede personalizarse de acuerdo con las necesidades de cada proyecto. La cantidad de peces frente a la alternativa anterior puede aumentarse lo cual incrementa la rentabilidad en la producción. Así mismo, la oxigenación del agua se puede mejorar mediante el uso de sistemas de filtración, aireadores mecánicos o eléctricos, lo cual permite que se requiera un recambio de agua en tiempos más prolongados. (Tanques Australianos, 2024)

Ilustración 10

Tanque Australiano





Fuente: (ITM Colombia, 2024)

- **Tanques en geomembrana**

Los estanques en geomembrana son los más empleados para la acuicultura, son estanques contruidos con láminas sintéticas impermeables y resistentes a la corrosión. Dentro de los materiales más empleados para su construcción está el polietileno de alta densidad (HDPE), PVC, EPDM y otros polímeros especializados. Dentro de las ventajas más sobresalientes de esta alternativa es que se evita la filtración de agua y ofrece una barrera efectiva contra la penetración de patógenos y contaminantes externos.

(Bioaquafloc, 2024)



Este tipo de tanques permite un control preciso sobre la cantidad y calidad del agua, permitiendo hacer los ajustes pertinentes de acuerdo con las necesidades de la siembra y su etapa de desarrollo.

Las características impermeables de la geomembrana disminuyen el riesgo de contaminación del agua, lo cual conlleva a una reducción en la tasa de mortalidad de los peces y a una mayor calidad de los mismos en el momento de la cosecha. La impermeabilidad evita la filtración del agua disminuyendo pérdidas del agua y reduciendo por ende la necesidad de requerir mayor cantidad de agua.

Otra ventaja del uso de estos tanques radica en la durabilidad del material y su resistencia, logrando una menor inversión en el largo plazo y una inversión inicial rentable así esta sea más alta que las otras alternativas descritas. (Bioaquafloc, 2024).

De acuerdo con el artículo de la AUNAP “Tanques en geomembrana, una alternativa para los piscicultores” el uso de tanques en geomembrana permite una optimización de ellos espacios, el aprovechamiento de suelos no aptos para la piscicultura y la facilidad de aplicar mecanismos de recirculación del agua.

Así mismo la impermeabilidad ha generado una mayor producción (toneladas) y productividad (más pescado por unidad de superficie), en comparación con el sistema tradicional de estanques en tierra. (AUNAP, 2017).

Ilustración 11

Tanques en Geomembrana





Fuente: (Geotexaco, 2024)

De acuerdo con lo anteriormente descrito se define como la mejor opción el uso de tanques en geomembrana, debido a que el uso de estos garantiza una mayor durabilidad, ambientalmente permite el sistema de recirculación del agua, lo cual reduce la demanda de agua en grandes cantidades y por la optimización del suelo y del espacio se logra la instalación de un número mayor de estanques y por ende mayor producción.

Especie a implementar.

teniendo en cuenta las características de las diferentes especies que se podrían sembrar, condiciones climáticas, mercado potencial, costos de producción, mano de obra entre otras variables.



Como se dijo anteriormente, en Colombia la actividad piscícola se desarrolla principalmente con el cultivo de cachama, tilapia y trucha. Con estas especies se definirá la mejor alternativa para el desarrollo del proyecto.

- Cantidad de animales a sembrar: La cantidad de animales a sembrar, está en función de la especie, la etapa de producción, el área y la cantidad de agua disponible:

Tilapias o Mojarras: La densidad de siembra más utilizada es de 4.0 peces/m³ o 2.0 kg/m³.

Cachamas: La densidad de siembra más utilizada es de 2 peces/m³ o 2.0 kg/m³

Truchas: Requieren un volumen mayor de agua. La densidad de siembra está en el orden de 10 kg/m³ por recambio por hora en la etapa de engorde. (Solla, 2020)

Al ser un proyecto productivo se espera la optimización de los recursos, siendo la tilapia la especie con mayor capacidad de cultivo por metro cúbico la mejor opción.

- Temperatura para el cultivo: La temperatura es un factor relevante en el crecimiento. de los peces, su ciclo de vida está en función de ella, Para el caso de Tilapias o Mojarras y Cachamas, la temperatura óptima en el agua para su crecimiento ideal se encuentra en el rango de 24°C como mínima y 32°C como máxima, en el caso de las Truchas el rango de temperatura óptimo en el agua para la producción de carne se encuentra entre los 14°C y los 16°C. (Solla, 2020).

San Vicente de Caguán tiene una temperatura promedio anual del municipio es de 28° y la precipitación media anual es 1507 mm. No llueve durante 30 días por año, la humedad media es del 79% y el Índice UV es 6.

Para esta variable las especies de cachama y tilapia son las que mejor se adecuan al clima de la región



- **Ciclo de reproducción:** El ciclo de producción depende de la cantidad de animales sembrados, la temperatura y la cantidad de agua. En el caso de la Tilapia o Mojarra, se pueden obtener animales de 400/450 gramos en 6/7 meses a una temperatura de 28°C, Las cachamas pueden alcanzar en 5/6 meses un peso de 600/750 gramos a una temperatura de 28°C y las truchas a una temperatura de 14/16°C. obtienen en un lapso de seis meses un peso promedio de 350 gramos.

De acuerdo con el ciclo de producción la mejor opción de selección de especie es la cachama.

- **Porcentaje de mortalidad esperado:** La Tilapia es la especie con menor índice de mortalidad por ciclo de producción, presentando entre el 20% y el 25% del total de peces sembrados. La cachama está en el orden del 1 y 3 %, en el caso trucha, la mortalidad por ciclo de producción está en el orden del 10%.

Es de resaltar que estos valores son los estimados en condiciones normales y siempre y cuando no se presente ningún episodio que altere la estabilidad de los peces.

En la Tabla 5 se muestra el resumen de las variables analizadas

Tabla 5

Comparativo de variables para la definición de cultivo

Especie	Cant de alevinos para sembrar	Temperatura	Ciclo de reproducción	% de Mortalidad
Tilapia	4 peces/m3 o	24°C como mínima y	De 400/450 gramos	20% - 25% del total
	2kg/m3	32°C como máxima	en 6/7 meses	de peces sembrados
Cachamas	2 peces/m3 o	24°C como mínima y	De 600/750 gramos	Entre el 1 y 3%
	2kg/m3	32°C como máxima	en 5/6 meses	

Truchas	10 kg/m ³	Entre los 14°C y los 16°C	350 gramos de peso al final de seis meses con la temperatura adecuada para la especie	10%
----------------	----------------------	------------------------------	---	-----

Fuente: Elaboración propia a partir de información en (Serna, 2018)

Teniendo en cuenta las características de los cultivos descritas anteriormente se concluye en primera instancia que el cultivo de tilapia es el más favorable ya que:

- El municipio de San Vicente del Caguán cuenta con un clima que le favorece al cultivo. El cultivo de trucha se descarta ya que requiere temperaturas más bajas.
- La densidad de siembra de la tilapia es más benéfica en términos de rentabilidad ya que requiere de menor cantidad de agua.
- El ciclo de crecimiento de la tilapia tiene ventajas ya que puede alcanzar pesos de 1 a 1.5 libras en un período de 6 a 9 meses, peso óptimo para la comercialización.

Adicionalmente se tiene en cuenta que la tilapia es la especie que más se cultiva en el sector, representando el 58% del total del mercado local. En el caso de la demanda de tilapia roja en el mercado americano Colombia posee el 92%. (Agronegocios, 2023).

Sistema Innovador

Como sistema innovador se tendrá la implementación del sistema de biofloc, sistema que consiste en el desarrollo de flóculos microbianos formados a partir de una alta relación carbono: nitrógeno = 15:1, mediante el aporte controlado de carbono (melaza y pulido de arroz) y nitrógeno (proveniente del alimento comercial) en el agua, con poco o nulo recambio y alta oxigenación. Lo que permite el crecimiento de una comunidad

microbiana, sobre todo de bacterias heterótrofas, que metabolizan los carbohidratos y toman nitrógeno inorgánico (principalmente NH_4) reduciendo sus niveles y mejorando la calidad del agua. (Instituto Nacional de Pesca - Mexico, 2016).

El sistema Biofloc es una innovadora técnica de acuicultura que se utiliza principalmente para el cultivo de peces y camarones. Las características principales del sistema Biofloc son:

- Control de calidad del agua: Los microorganismos en los flocs ayudan a descomponer los desechos orgánicos, reduciendo la necesidad de cambios de agua frecuentes.
 - Fuente de alimento adicional: Los flocs sirven como una fuente de alimento rica en proteínas para los peces y camarones, mejorando su crecimiento y salud. (Ecosostenible Chireno, 2024)
 - Sostenibilidad: Al reducir la necesidad de agua nueva y minimizar los desechos, el sistema Biofloc es más sostenible y ecológico comparado con otros métodos tradicionales de acuicultura. A su vez se reduce el consumo de energía lo que significa una reducción en los costos de producción.
 - Mayor densidad de peces por unidad de área: Al mantener una alta población de microorganismos en el agua, se puede aumentar la densidad de peces en el cultivo sin comprometer su salud ni el medio ambiente. Esto significa que se puede producir más cantidad de peces por metro cuadrado, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la producción. (Ecosostenible Chireno, 2024)
-

- Mejora la calidad del agua. Los microorganismos presentes en el BIOFLOC actúan como un filtro natural, reduciendo la concentración de amoníaco y otros contaminantes en el agua del cultivo. Esto mejora la calidad del agua y reduce el riesgo de enfermedades en los peces.
 - Permite la producción de alimentos para los peces de manera natural y económica.
 - Eficiencia en el Uso de Recursos: La implementación de tanques de cultivo permitirá un uso más eficiente del espacio y del agua, maximizando la producción en comparación con los métodos tradicionales. Esto resulta en una mayor productividad por unidad de superficie.
 - Diversificación y Valor Agregado: La introducción de tanques ofrece la posibilidad de diversificar las especies cultivadas y agregar valor a los productos piscícolas. Esto no solo amplía la oferta de productos, sino que también aumenta los márgenes de ganancia.
 - Sostenibilidad Ambiental: La adopción de tanques de cultivo puede contribuir a prácticas más sostenibles al reducir el impacto ambiental negativo asociado con métodos convencionales. La gestión controlada del agua y la alimentación puede minimizar los desechos y mitiga la contaminación.
 - Generación de Empleo: La implementación de tecnologías por biofloc no solo requiere la instalación de tanques, sino también la capacitación y contratación de personal de la comunidad lo cual les permite tener un ingreso permanente, ya que se requiere personal para el mantenimiento y de
-

los tanques, dar de comer a los peces y en el momento de la cosecha se requiere de mano de obra no calificada para la limpieza y venta del producto teniendo un ingreso permanente y por ende mejor calidad de vida al tener capacidad adquisitiva. Para la administración del proyecto se requiere mano de obra calificada que en su momento también puede ser de la zona. Es decir, que el proyecto genera empleo local y mejora las habilidades de la fuerza laboral.

- **Fortalecimiento Económico Local:** Al mejorar la eficiencia y la calidad de la producción, se espera que este proyecto contribuya al fortalecimiento de la economía local. El aumento en los ingresos de los productores puede tener un impacto positivo en la comunidad en su conjunto al tener mayor demanda por bienes y servicios
- **Innovación y Competitividad:** La implementación de tecnologías avanzadas posicionará a San Vicente del Caguán como un centro innovador en la producción piscícola. Esto puede abrir nuevas oportunidades de mercado y mejorar la competitividad a nivel regional.

Definición de los actores y/o interesados

Para la identificación de los interesados en la ejecución del proyecto se parte de la base que es un proyecto de carácter social, en donde en primera instancia se involucra la comunidad y la entidad territorial de San Vicente del Caguán como interesados principales y que estarán durante todas las etapas del proyecto.



Como interesados secundarios se encuentran entidades del orden nacional como lo es la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), Corporación Autónoma Regional Corpoamazonia, comerciantes de tilapia a nivel regional y nacional entre otros.

A continuación, se muestran los diferentes interesados identificados y el alcance o impacto que estos puedan tener sobre el proyecto

Tabla 6

Participación de los Interesados

Interesado	Descripción del impacto que significa el proyecto
Administración municipio de San Vicente del Caguán	Entidad formuladora y financiera del proyecto que busca cumplir sus objetivos establecidos en el plan de desarrollo municipal en cuanto indicadores de desarrollo económico
Mano de obra contratada	Población del municipio que contará con estabilidad laboral e incremento en sus ingresos mensuales
Comunidad Piscícola del municipio	Incremento en la productividad con mejores prácticas
Proveedores de insumos – herramientas - equipos	Gremio que incrementará sus ingresos durante la ejecución de proyecto, especialmente en la parte inicial
Comercializadores de tilapia en la región	Asociaciones que pueden presentar resistencia en la ejecución del proyecto por el valor en el producto final por menores costos de producción y mayor oferta
Director de proyecto	Responsable directo del cumplimiento del alcance, cronograma, financiación y control de riesgos

AUNAP	Entidad reguladora del sector acuícola a nivel nacional que debe propender por el cumplimiento de la normatividad vigente
Corpoamazonia	Entidad reguladora ambiental del municipio que debe propender por el cumplimiento de la normatividad vigente en cuanto a la captación de agua

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7 se muestra el registro de los interesados con su interés y etapa del proyecto donde se espera mayor influencia.

Tabla 7

Proceso de Gestión de los Interesados

Interesado	Tipo de interés	Interés	Etapas de influencia
Administración municipio de San Vicente del Caguán	Interno	Político	Inicio – planeación – ejecución – monitorización y control - cierre
Mano de obra contratada	Partidario	Funcional	Ejecución
Comunidad Piscícola del municipio	Partidario	Beneficiarios	Inicio – planeación – ejecución – monitorización y control - cierre
Proveedores de insumos – herramientas - equipos	Neutral	Financiero	Ejecución
Administración municipal	Interno	Político	Inicio – planeación – ejecución –

			monitorización y control - cierre
Administración municipal	Interno	Patrocinador	Inicio – planeación – ejecución – monitorización y control - cierre
Comercializadores de tilapia en la región	Externo	Negativo	Ejecución
Director de proyecto	Interno	Tomador de decisiones	Inicio – planeación – ejecución – monitorización y control - cierre
AUNAP	Externo	Regulador	Inicio – planeación - ejecución
Corpoamazonia	Externo	Regulador	Inicio – planeación - ejecución
Mano de obra contratada	Partidario	Operador	Ejecución
Secretaria de desarrollo económico	Interno	Desarrollador	Inicio – planeación – ejecución – monitorización y control - cierre

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se define la matriz de participación de los interesados

Tabla 8

Matriz de participación

Interesado	Desconocedor	Reticente	Neutral	Partidario	Líder
------------	--------------	-----------	---------	------------	-------

Administración			Actual
municipio de San			Deseado
Vicente del Caguán			
Mano de obra		Actual	
contratada		Deseado	
Comunidad		Actual	
Piscícola del		Deseado	
municipio			
Proveedores de			
insumos –		Actual	
herramientas -		Deseado	
equipos			
Comercializadores			
de tilapia en la	Actual		Deseado
región			
Director de proyecto		Actual	
		Deseado	
AUNAP		Actual	Deseado
Corpoamazonia		Actual	Deseado

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta las posibles acciones de los diferentes interesados, estrategia de gestión, tipo de información por enviar, medio de envío que conlleven a lograr el alcance del proyecto, gestión que debe ser realizada por la administración municipal

Tabla 9

Matriz de Gestión y monitoreo a la Participación de interesados



Interesado	Acciones posibles	Estrategia de gestión	Tipo de información por enviar	Medio de envío	Frecuencia de envío
Mano de obra contratada	Realizar socializaciones y convocatorias antes del inicio de la ejecución del proyecto con mano de obra calificada y no calificada.	Reuniones con lideres de las juntas de acción comunal de las diferentes veredas para definir los posibles involucrar madres cabezas de hogar	Número de empleos a generar, condiciones de contratación	Llamadas telefónicas perifoneo	Dos veces semanal antes del inicio del proyecto
	Socialización del proyecto previo a su ejecución. Capacitaciones	Convocatoria con los lideres de las asociaciones piscícolas y población pesquera del municipio	Características del proyecto, beneficios, y condiciones de manejo de los tanques y de crianza bajo el modelo biofloc	Llamadas telefónicas a los lideres	Dos veces semanal antes del inicio del proyecto. Capacitaciones mensuales

Interesado	Acciones posibles	Estrategia de gestión	Tipo de información por enviar	Medio de envío	Frecuencia de envío
Proveedores de insumos – herramientas - equipos	Solicitar cotizaciones y acuerdos económicos para la compra	Realizar mercadeo en el municipio y región para hacer un análisis de precios	Solicitud de cotizaciones de los insumos y herramientas requeridos que permitan escoger la mejor alternativa en cuanto a precio y calidad	Solicitud por correo electrónico	Dos veces semanal antes del inicio del proyecto
Comercializadores de tilapia en la región	Socialización del proyecto previo a su ejecución.	Convocatoria con los líderes de las asociaciones piscícolas y población pesquera de la región	Características del proyecto, beneficios, y condiciones de manejo de los tanques y de crianza bajo el modelo biofloc	Llamadas telefónicas a los líderes	Dos veces semanal antes del inicio del proyecto. Capacitaciones mensuales
AUNAP	Socializar el proyecto con la entidad.	Involucrarlos desde el inicio de la gestión. Realizar los permisos requeridos	Documento técnico con todas las características del proyecto a ejecutar	Correo electrónico y medio físico	De manera permanente antes del inicio del proyecto. Durante la ejecución se enviará informe

Interesado	Acciones posibles	Estrategia de gestión	Tipo de información por enviar	Medio de envío	Frecuencia de envío
					mensual de ejecución y resultados hasta el cierre
Corpoamazonia	Socializar el proyecto con la entidad.	Involucrarlos desde el inicio de la gestión. Realizar los permisos requeridos	Documento técnico con todas las características del proyecto a ejecutar	Correo electrónico y medio físico	De manera permanente antes del inicio del proyecto. Durante la ejecución se enviará informe mensual de ejecución y resultados hasta el cierre

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el análisis realizado de los stakeholders, se evidencia que estos pertenecen a diferentes gremios, al ser un proyecto enmarcado en el campo de desarrollo sostenible no solo se encuentran los productores, consumidores y proveedores como actores interesados en el proyecto, en este caso se une el gobierno representado por la alcaldía de San Vicente del Caguán y la Gobernación de Caquetá, organizaciones internacionales como la FAO, interesadas en los programas de seguridad alimentaria que puedan desarrollarse en diferentes lugares.

Capítulo 2

En el presente capítulo se desarrolla la estrategia que permita desarrollar un modelo sostenible de la producción piscícola a través de los conocimientos y prácticas de la gerencia de proyectos.

Se inicia el capítulo con los diferentes requerimientos que se deben tener en cuenta para que el proyecto logre su alcance y objetivos establecidos, los supuestos y restricciones que se puedan presentar, riesgos

Requerimientos de Alto nivel del Proyecto y Requerimientos de Alto nivel del Producto.

Los requerimientos de alto nivel del proyecto "Producción de Tilapia Roja con Tecnología Biofloc Fortaleciendo la Producción Piscícola en San Vicente del Caguán" se detallan a continuación:

Requerimientos Técnicos

Los estanques de cultivo deben cumplir con estándares técnicos específicos para garantizar la calidad del agua, la conservación de los alevinos sembrados y su crecimiento en los tiempos esperados para la rentabilidad del proyecto y la sostenibilidad del mismo.

Los sistemas de filtración y tratamiento del agua deben ser eficientes y sostenibles, asegurando condiciones óptimas para el desarrollo de las especies.

La infraestructura debe ser diseñada para resistir condiciones climáticas locales y eventos extremos.



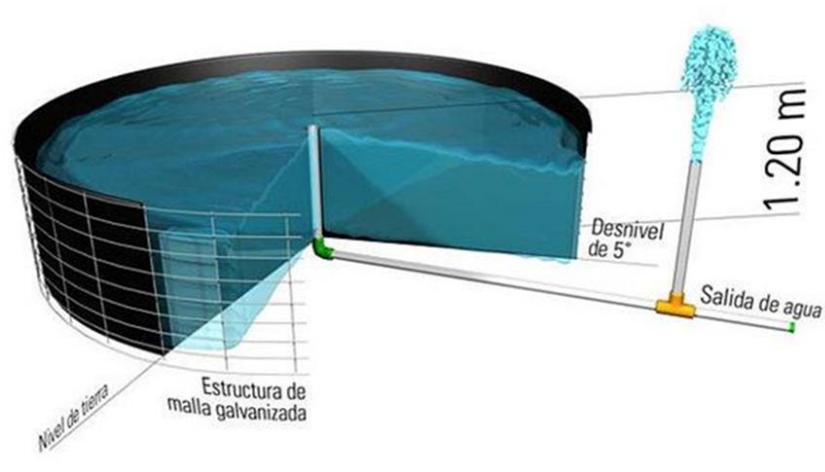
Los estanques en geomembrana reúnen las especificaciones técnicas mencionadas; son hojas impermeables de material plástico relativamente delgadas, hechas de resina y sus aditivos. En su mayoría se componen de Polietileno resistente a presión y a álcalis. Se escoge este material porque es de uso común como pantalla en pozos de detención, estanques y rellenos sanitarios debido a que reduce la filtración de líquido en el terreno, minimiza la migración de sedimentos y previene la erosión de la superficie terrestre durante el tiempo de uso del estanque. Este sistema a pesar de su objetivo de 0% de recambios de agua, necesita tubería para realizar el vaciado y para controlar el nivel del agua, esta tubería permitirá en caso de que los sólidos sedimentables superen los 50 ml/L se pueda realizar de forma inmediata una eliminación del 20% de la cantidad del agua total (Acevedo & Villamizar, 2020).

Cada estanque en geomembrana para el sistema biofloc tendrá una dimensión de nueve metros de diámetro y una altura de 1.2 mts de altura, como se muestra en la

Ilustración 12

Ilustración 12

Tanque en Geomembrana



Fuente: (Bioaquafloc, 2024)

Requerimientos Ambientales:

Cumplimiento estricto de regulaciones ambientales locales y nacionales para garantizar la sostenibilidad del proyecto y minimizar su impacto en el ecosistema circundante.

Implementación de prácticas de manejo ambientalmente responsables, incluyendo el monitoreo regular de la calidad del agua y la minimización de residuos.

Requerimientos de Capacitación

Desarrollo de programas de capacitación adaptados a las necesidades del personal local, abordando aspectos técnicos y prácticos del manejo de tanques, monitoreo del agua y cuidado de las especies.

Garantizar que el personal esté equipado con conocimientos actualizados sobre las mejores prácticas de piscicultura.

Requerimientos Socioeconómicos

Generación de empleo local mediante la contratación de personal para la operación y mantenimiento de los tanques de cultivo.

Establecimiento de acuerdos comerciales que beneficien a la comunidad y promuevan el desarrollo económico local.

Requerimientos Legales y Regulatorios

Obtención de todas las autorizaciones y permisos necesarios para la implementación y operación del proyecto. Entre los que se encuentran Resolución 601 de 2012 –



AUNAP, Resolución 602 de 2012 – AUNAP, Resolución 1193 de 201449- AUNAP las cuales se encuentran relacionadas con la producción piscícola, adicionalmente se debe realizar el trámite correspondiente para la captura y uso del agua ante la Corporación Autónoma de la Amazonia - Corpoamazonia.

Requerimientos de Seguridad

Implementación de medidas de seguridad para prevenir accidentes y garantizar un entorno de trabajo seguro. Cumplimiento de estándares de seguridad en la construcción e instalación de la infraestructura, dadas por la Aseguradoras de Riesgos Laborales (ARL)

Requerimientos Financieros

Gestión eficiente de los recursos financieros asignados al proyecto, asegurando la ejecución en tiempo y forma dentro del presupuesto estimado. Establecimiento de mecanismos de control financiero y rendición de cuentas. Estos controles son informes de avance mensuales, comparando con el cronograma establecido, tomando las medidas correctivas necesarias.

Todos estos requerimientos serán controlados y se les hará seguimiento bajo la metodología KANVAN, aplicando sus cinco principios: (Estrada, 2006)

- 1) Eliminación de desperdicios
 - 2) Mejora continua
 - 3) Participación plena del personal
 - 4) Flexibilidad de la mano de obra
 - 5) Organización y visibilidad
-

Este primer paso busca determinar cuál es la demanda piscícola mensual en el municipio que garantice la seguridad alimentaria en el corto, mediano y largo plazo, determinando así cuantos estanques se deben implementar y de que tamaño para alcanzar la producción requerida. Se aplicarán los siguientes pasos:

- 1- Conformación de un equipo multidisciplinario que estime la demanda en el consumo de mojarra en el municipio teniendo en cuenta población proyectada para los siguientes cinco años y su rango de edad.
- 2- Definición de la capacidad instalada y requerida que garantice la producción mensual teniendo en cuenta un porcentaje de muerte de alevinos sembrados frente a los cosechados, insumos requeridos, mano de obra y costos administrativos.
- 3- Capacitaciones permanentes para la mano de obra calificada y no calificada en el sistema de producción y empleo de producción vegetal en la zona que ayude en la alimentación de los peces
- 4- Priorizar a las madres cabezas de hogar y víctimas del conflicto armado en la contratación de mano de obra

Capacidad de Producción

En el 2020 Colombia contaba con 36.268 unidades productivas con 16 Plantas de proceso certificadas, así mismo se exportaron 10.208 toneladas de (tilapia, trucha y camarón) por valor de \$USD 54,5 millones y el consumo per cápita en 2019 fue de 7,8 Kg de Pescado, generando 26.423 empleos directos y 79.269 empleos indirectos.

De la producción total nacional se destinó el 22% para la exportación lo cual ha posicionado al país como el segundo oferente para el mercado de Estados Unidos con los

productos: filete fresco de tilapia y filete fresco de trucha. Estados Unidos compra el 87% de las exportaciones colombianas en filetes frescos, esta acción le representa a Colombia una venta de US\$ 54 millones anuales” (Min agricultura, Sistema de Información de Gestión y desempeño de Organizaciones de cadenas, 2020).

Para el año 2023 el consumo per cápita de pescado en Colombia se estimó en 9,6 kg al año, con una producción de 81.000 toneladas. (La República, 2024).

Con base en las proyecciones del Dane para el 2024 el municipio de San Vicente del Caguán cuenta con 54.575 personas y el Departamento del Caquetá con 428.162 teniendo un consumo per cápita anual en el departamento de 4.110.335kg como se muestra en la Tabla 10

Tabla 10

Consumo per cápita de pescado en Caquetá

Entidad Territorial	Población	Consumo per cápita de pescado al año	Consumo per cápita mensual (kg)
San Vicente Del Caguán	54.575	523.920	43.660
Caquetá	428.162	4.110.355	342.530

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Dane y de la AUNAP

Teniendo como base que la demanda mensual de pescado en el municipio es de 43.660kg se establece un alcance de producción con la instalación de doce estanques piscícolas con capacidad para 10.000 alevinos cada uno y una cosecha promedio de 8.000 tilapias a los seis meses de siembra con un peso promedio de 450 gr. mensual, esto teniendo en cuenta una tasa de mortalidad del 20% según el estudio de la mortalidad en alevinos de

tilapia roja. (Henry Javier Muñoz Gómez, 2008); se espera satisfacer la demanda de consumo de pescado en San Vicente del Caguán con 7.200kg, es decir un 16,49%.

A partir de la demanda de producción se definen las fases del proyecto para su implementación, así mismo cronograma y estimación de costos.

Fases del Proyecto

La implementación, puesta en marcha y producción del proyecto se define en tres fases, una fase preliminar, otra fase de ejecución y otra de cierre del proyecto como se muestra a continuación

Ilustración 13

Diagrama de Red Fase I

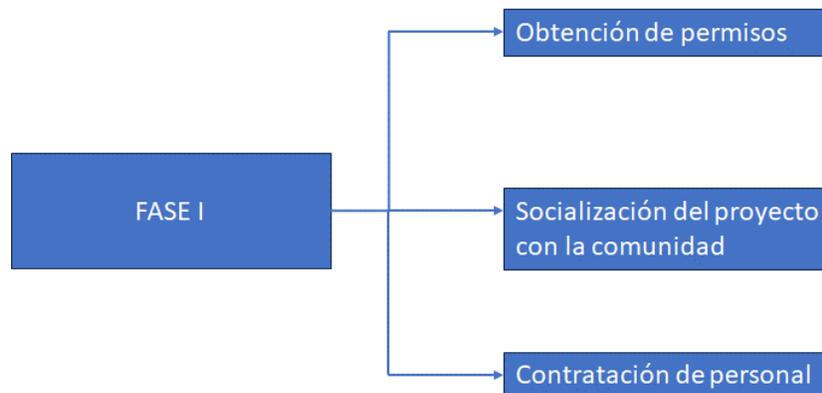


Ilustración 14

Diagrama de Red Fase II

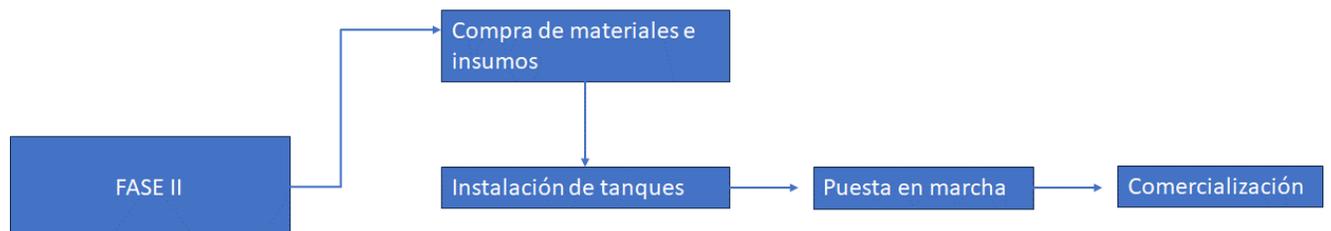


Ilustración 15

Diagrama de Red Fase III

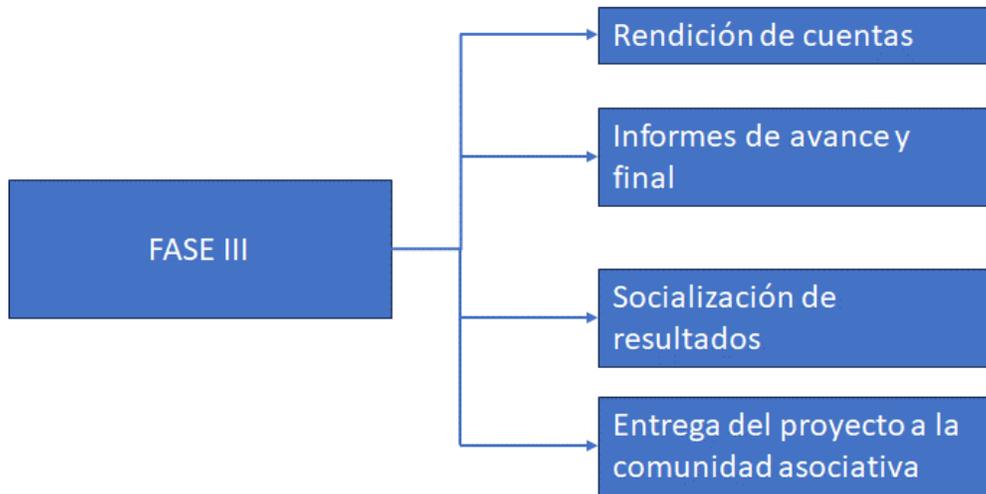


Ilustración 16

Diagrama de Red Proyecto General



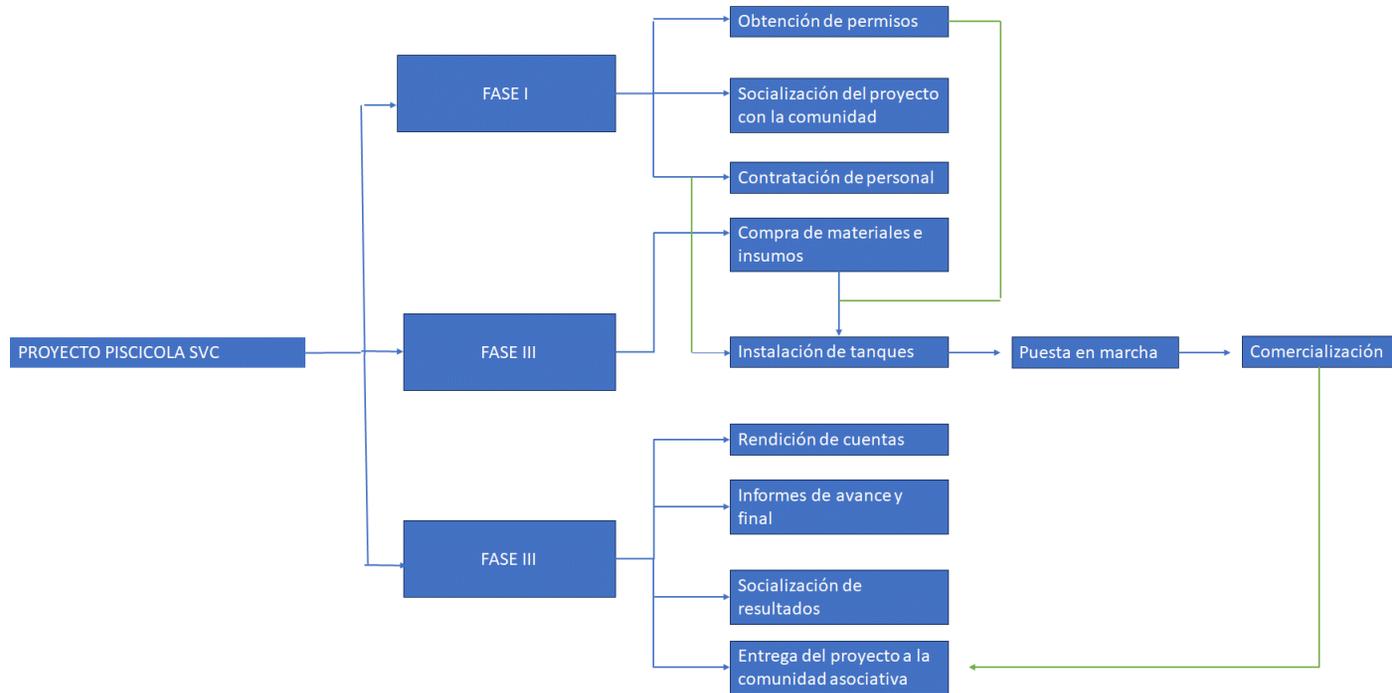
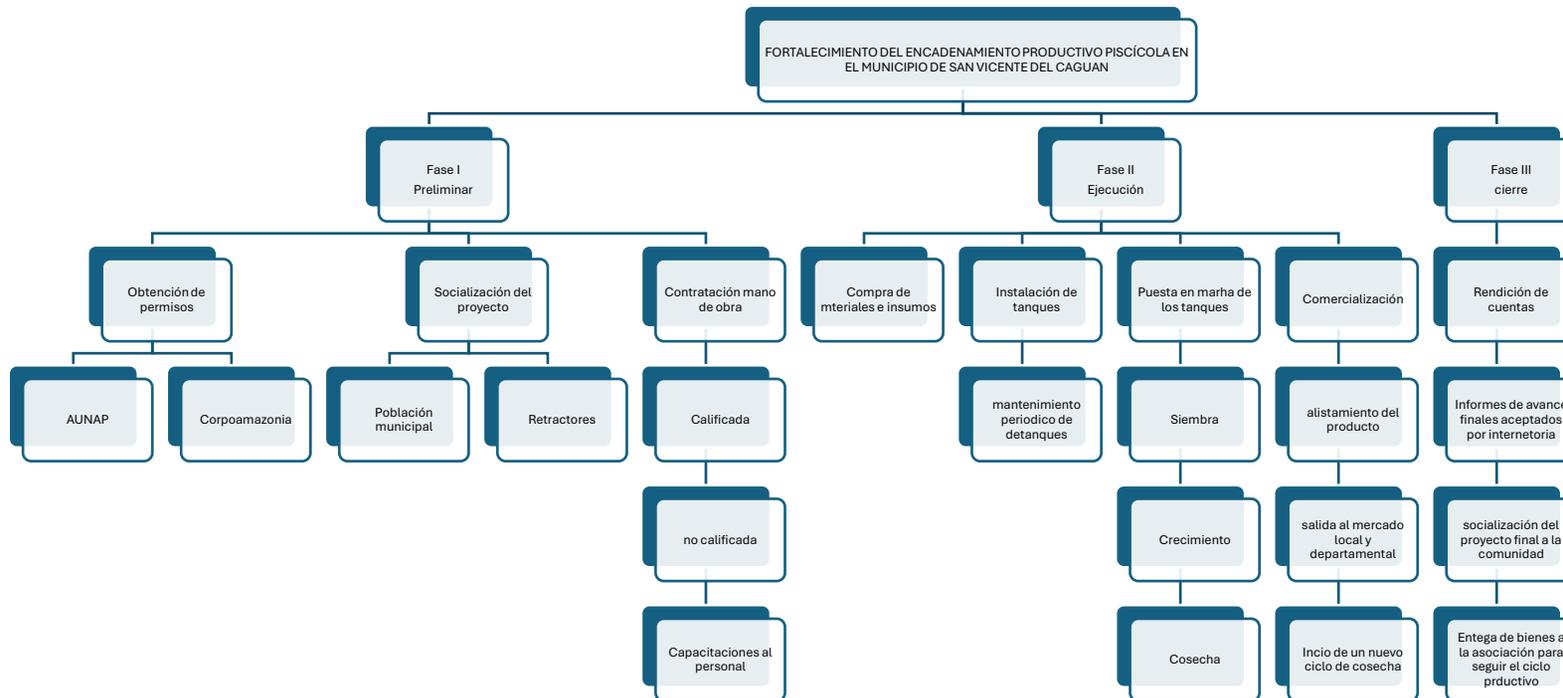


Ilustración 17

WBS del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

Cronograma

De acuerdo con las fases y actividades establecidas en la EDT se elabora el cronograma con su fecha de inicio y fecha final. Ver Anexo A. Cronograma

Supuestos y restricciones.

A continuación se describen los supuestos y restricciones asociados al proyecto

Supuestos

- Aprobaciones Regulatorias

Se supone que los procesos de obtención de permisos y aprobaciones regulatorias seguirán los plazos previstos, permitiendo el inicio y desarrollo del proyecto sin demoras significativas.

- Estabilidad Política y Social

Se asume que la región de San Vicente del Caguán mantendrá un entorno político y social estable durante la ejecución del proyecto, evitando posibles conflictos que podrían afectar su continuidad.

- Disponibilidad de Recursos Hídricos

Se parte del supuesto de que habrá un suministro continuo y adecuado de agua para abastecer los tanques de cultivo, sin enfrentar problemas de escasez u otras restricciones significativas.

- Acceso a Tecnología y Materiales

Se presupone que habrá acceso oportuno a la tecnología y materiales necesarios para la construcción de los tanques, evitando problemas de escasez o retrasos en la adquisición.



Restricciones

- **Presupuesto Financiero Limitado**

La ejecución del proyecto está sujeta a un presupuesto limitado, lo que podría afectar la capacidad de expansión o inclusión de características adicionales no previstas inicialmente.

- **Recursos Humanos Disponibles**

La disponibilidad de personal capacitado y especializado podría ser una restricción, lo que podría afectar la velocidad de ejecución y la calidad del proyecto.

- **Condiciones Climáticas**

Las condiciones climáticas, como lluvias intensas o eventos climáticos extremos, pueden afectar el cronograma y la ejecución del proyecto, siendo una restricción a tener en cuenta.

- **Normativas Ambientales**

El proyecto debe cumplir con normativas ambientales estrictas, lo que podría limitar ciertas actividades o requerir inversiones adicionales en medidas de mitigación ambiental.

- **Cambios en la Legislación**

Cambios imprevistos en la legislación local o nacional relacionada con la acuicultura podrían generar restricciones adicionales o requerir ajustes en el proyecto.

- **Variables del Mercado**

Factores económicos y del mercado, como cambios en los precios de los insumos o de los productos piscícolas, pueden ser restricciones externas que impacten la rentabilidad del proyecto.

Riesgos iniciales de alto nivel.

Los riesgos de alto nivel se observan en la Tabla 11

Tabla 11

Riesgos de Alto Nivel

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
Cambios en la Legislación Ambiental	Cambios inesperados en la legislación ambiental podrían imponer nuevas restricciones o requisitos, afectando la ejecución del proyecto y generando costos adicionales.	Moderada	Alta	Estrategia de mitigación Mantener un monitoreo constante de los cambios legislativos y establecer medidas proactivas para cumplir con las nuevas regulaciones.
Variabilidad Climática	Condiciones climáticas extremas, como lluvias intensas o sequías, podrían afectar la construcción de los tanques y la operación del proyecto.	Moderada	Medio	Implementar prácticas constructivas resistentes a las condiciones climáticas y desarrollar planes de contingencia para adaptarse a cambios repentinos en el clima.

Escasez de Recursos Hídricos	La falta de acceso a suficientes recursos hídricos para abastecer los tanques de cultivo podría limitar la capacidad del proyecto.	Baja	Alto	Realizar un análisis detallado de la disponibilidad de agua en la región y establecer acuerdos con fuentes confiables.
Fluctuaciones en los Precios del Mercado	Variaciones inesperadas en los precios de insumos o productos piscícolas pueden afectar la rentabilidad del proyecto.	Alta	Medio	Monitorear de cerca los indicadores del mercado, diversificar estrategias de comercialización y establecer contratos a largo plazo cuando sea posible.
Problemas en la Adquisición de Estanques en biofloc	Dificultades en la adquisición o entrega oportuna de tecnología específica necesaria para la construcción de los tanques.	Moderada	Media	Identificar proveedores confiables, mantener una comunicación constante y tener planes de contingencia en caso de demoras.



Valoración Cualitativa y Cuantitativa de Riesgos

La valoración cualitativa y cuantitativa de riesgos implica la evaluación subjetiva de la probabilidad e impacto de cada riesgo identificado en una escala predefinida. Se basa en la experiencia y el juicio de los expertos involucrados en el proyecto, para establecer riesgos conocidos, tanto como riesgos desconocidos. De esto determinamos si se asignaran recursos desde la reserva de gestión o la reserva de contingencia, establecemos una escala para establecer la probabilidad y el impacto, lo cual nos permite valorar los riesgos que requieren pronta atención o soluciones rápidas y los que nos permiten tener una aceptación de riesgo.

Se estima la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo, clasificándola como muy baja, baja, media, alta y muy alta donde se asignarán valores de 0.10, 0.30, 0.50, 0.70, 0.90 respectivamente en la escala y se evaluará el impacto potencial de cada riesgo en los objetivos del proyecto, como el tiempo, el costo, la calidad y el alcance. El impacto de amenaza también puede clasificarse en escala de: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto donde se asignarán valores de 0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80

Se utiliza una matriz de riesgos para asignar una calificación de riesgo a cada riesgo identificado, utilizando los niveles de probabilidad e impacto, para este caso evaluaremos los riesgos desde el entorno: técnico, administrativo, financiero, ambiental, político y social. Esto ayuda a priorizar los riesgos y determinar qué riesgos requieren una mayor atención y acción, reconociéndolos por la franja de color verde, amarillo y rojo

Se recopilan datos históricos y se utilizan análisis estadísticos para determinar la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada riesgo, para esto se estima utilizar datos de



proyectos piscícolas que se pueden obtener bajo indicadores de rendimiento en proyectos con instalación de tanques con tecnología biofloc

Análisis de Sensibilidad: Se realizan análisis de sensibilidad para identificar los riesgos que tienen el mayor impacto en los objetivos del proyecto y determinar qué acciones de mitigación pueden reducir el riesgo total de manera más efectiva.

Monitoreo, Seguimiento y Control de los Riesgos

El monitoreo, seguimiento y control de los riesgos es una parte fundamental de la gestión de riesgos en cualquier proyecto, para el proyecto de implementación y fortalecimiento de la producción piscícola en el municipio de San Vicente del Caguán, definimos:

- **Establecimiento de Indicadores de Riesgo:** Definir indicadores clave para monitorear y medir la probabilidad e impacto de los riesgos identificados. Establecer umbrales de tolerancia para cada indicador, que actúen como puntos de referencia para determinar cuándo se requiere una acción correctiva.
 - **Monitoreo Continuo:** Supervisar regularmente el estado de los indicadores de riesgo identificados, utilizando herramientas como tableros de control o sistemas de gestión de riesgos; Actualizar los registros de riesgos con cualquier cambio en la probabilidad, impacto o estado de mitigación de los riesgos.
 - **Seguimiento de Acciones de Mitigación:** Revisar el progreso de las acciones de mitigación implementadas para abordar los riesgos identificados; Asegurarse de que las acciones de mitigación estén en curso y se implementen de manera efectiva según lo planeado.
-

- **Evaluación de Impacto Residual:** Evaluar el impacto residual de los riesgos después de la implementación de las acciones de mitigación; Determinar si el nivel de riesgo residual sigue siendo aceptable y tomar medidas adicionales si es necesario.
- **Comunicación y Reporte:** Comunicar regularmente el estado de los riesgos al equipo del proyecto, partes interesadas y partes relevantes, desde la matriz de comunicaciones; Generar informes periódicos de riesgos para informar sobre el progreso del proyecto y cualquier cambio significativo en los riesgos.
- **Revisión y Actualización del Plan de Gestión de Riesgos:** Realizar revisiones periódicas del plan de gestión de riesgos para asegurarse de que sigue siendo relevante y efectivo; Actualizar el plan de gestión de riesgos según sea necesario para reflejar los cambios en los riesgos del proyecto y las acciones de mitigación.
- **Aprendizaje Organizacional:** Identificar lecciones aprendidas durante el monitoreo y control de riesgos; Aplicar estos aprendizajes para mejorar la gestión de riesgos en proyectos futuros y aumentar la capacidad de respuesta de la organización ante eventos imprevistos.

Tabla 12

Matriz de Riesgos Aplicada al Proyecto

CATEGORIA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DE RIESGO	OPORTUNIDAD DE INTERVENCIÓN	RESPONSABLE	ESCALA DE PROBABILIDAD	IMPACTO AMENAZAS	PROBABILIDAD AMENAZA
Técnicos	Fallos en la tecnología utilizada	Posibilidad de mal funcionamiento de los tanques de cultivo o sistemas de filtración.	Implementar un plan de mantenimiento preventivo para reducir la probabilidad de fallas.	Ingeniero Acuicola	medio 0,50	alto 0,40	0,20
	Cambios en las condiciones climáticas	Cambios imprevistos en el clima que podrían afectar la producción de peces.	Diversificar las especies de peces cultivadas para adaptarse mejor a las condiciones climáticas cambiantes	Zootecnista	medio 0,50	bajo 0,20	0,10
Administrativos	Retrasos en la obtención de permisos y autorizaciones	Demoras en la obtención de permisos gubernamentales para el proyecto.	Establecer relaciones sólidas con las autoridades locales y agilizar el proceso de obtención de permisos.	Asistente Administrativo	muy alto 0,90	medio 0,20	0,18
	Problemas de gestión de recursos humanos	Dificultades para contratar y retener personal calificado.	Implementar programas de capacitación y desarrollo profesional para el personal, mejorando así la retención.	Asistente Administrativo	medio 0,50	muy alto 0,80	0,40
Económicos	Exceso en los costos de materiales	Aumento inesperado en el precio de los materiales de construcción o equipos.	Buscar proveedores alternativos o negociar descuentos por volumen para reducir los costos.	Asistente Administrativo	medio 0,50	alto 0,40	0,20
	Fluctuaciones en los precios de los productos piscícolas	Cambios en el precio de venta de los productos piscícolas que podrían afectar la rentabilidad del proyecto.	Diversificar los canales de distribución y establecer contratos a largo plazo para estabilizar los precios.	Gerente de Proyecto	medio 0,50	muy alto 0,80	0,40
Ambientales	Contaminación del agua debido a malas prácticas de gestión	Posible contaminación del agua que afecta la salud de los peces y el medio ambiente circundante.	Implementar prácticas de gestión ambiental y sistemas de monitoreo para prevenir la contaminación	Ingeniero Acuicola	medio 0,50	muy alto 0,80	0,40
	Impactos negativos en los ecosistemas locales	Alteración del equilibrio ecológico local debido a la introducción de nuevas especies o prácticas de cultivo.	Colaborar con expertos ambientales para desarrollar prácticas de cultivo sostenibles y mitigar los impactos negativos.	Ingeniero Acuicola	bajo 0,10	medio 0,20	0,02
Políticos	Cambios en la legislación relacionada con la acuicultura	Modificaciones en las regulaciones gubernamentales que podrían afectar la viabilidad del proyecto.	Mantener una comunicación constante con las autoridades y participar activamente en el proceso de formulación de políticas.	Gerente de Proyecto	muy bajo 0,05	alto 0,40	0,02
	Inestabilidad política en la región	Conflictos políticos o sociales que podrían interrumpir o retrasar el progreso del proyecto.	Establecer planes de contingencia y canales alternativos de comunicación para mitigar los riesgos políticos.	Gerente de Proyecto	medio 0,50	muy alto 0,80	0,40

Según la matriz de riesgos, se establecen 6 riesgos de alto impacto y se establecen acciones correctivas o de mejora.

- Fluctuaciones en los precios de los productos piscícolas:
 - Diversificar la cartera de productos para reducir la dependencia de un único producto.
 - Establecer contratos a largo plazo con clientes clave para garantizar ingresos estables.
 - Mantener reservas financieras para amortiguar los impactos negativos de las fluctuaciones de precios.
- Contaminación del agua debido a malas prácticas de gestión:
 - Establecer procedimientos de emergencia para contener y limpiar derrames de productos químicos o residuos.

- Mantener equipos de limpieza y recuperación de emergencia disponibles en el sitio.
 - Coordinar con las autoridades ambientales y sanitarias para cumplir con los requisitos legales y mitigar los impactos.
3. Inestabilidad política en la región:
- Establecer planes de contingencia y canales alternativos de comunicación para mitigar los riesgos políticos.
 - Monitorear de cerca la situación política y social en la región y ajustar las operaciones en consecuencia.
 - Mantener una comunicación abierta y transparente con el personal y las partes interesadas sobre los desarrollos políticos.
4. Problemas de gestión de recursos humanos:
- Desarrollar un plan de sucesión para identificar y capacitar a posibles reemplazos clave.
 - Implementar estrategias de retención, como incentivos salariales, beneficios adicionales o programas de desarrollo profesional.
 - Establecer relaciones con agencias de reclutamiento para agilizar el proceso de contratación en caso de necesidad.
5. Fallos en la tecnología utilizada:
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo para reducir la probabilidad de fallas.
 - Establecer acuerdos de servicio con proveedores de tecnología para mantenimiento regular y soporte técnico.
 - Mantener un equipo de técnicos capacitados para responder rápidamente a cualquier problema técnico.
6. Exceso en los costos de materiales:
-

- Buscar proveedores alternativos o negociar descuentos por volumen para reducir los costos.
- Monitorear de cerca los precios de los materiales y ajustar el presupuesto del proyecto en consecuencia.
- Revisar y optimizar los procesos de adquisición de materiales para minimizar el desperdicio y maximizar la eficiencia en los costos.

El proyecto podría enfrentar diversos riesgos residuales, como cambios climáticos imprevistos, incertidumbre política y variaciones en la demanda del mercado, que podrían impactar su viabilidad. Para abordar estos riesgos, se requiere una gestión proactiva que incluya una comunicación transparente con las partes interesadas, monitoreo constante de condiciones ambientales y económicas, y planes de contingencia efectivos para adaptarse a los cambios. Con una gestión de riesgos sólida y una respuesta ágil, el proyecto puede aumentar sus posibilidades de éxito y contribuir al desarrollo sostenible de la comunidad.

Plan de Calidad de la producción

Los requerimientos de calidad a tener en cuenta dentro de la ejecución del proyecto parten de la normatividad de las diferentes entidades competentes, las cuales fueron mencionadas en el capítulo anterior

Dentro de la puesta en marcha se hará control de calidad al agua garantizando que tenga el PH y la temperatura adecuada, a la comida de los peces y a los peces mismos en cuanto a su crecimiento y peso, de tal manera que se logre a los seis meses el peso ideal para salir a comercializar.



Dentro del proceso de cosecha y comercialización se tendrá presente los estándares de la ISO14000 para el manejo de residuos.

Aseguramiento de la Calidad

El aseguramiento de la calidad del proyecto estará a cargo del gerente del proyecto con el apoyo de los técnicos que lo estarán acompañando.

En la Ilustración 18 se muestra las entradas, herramientas y técnicas y las salidas establecidas para llevar a cabo el aseguramiento de la calidad

Ilustración 18

Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Normatividad vigente en el sector piscícola • Especificaciones técnicas de tanques en geomembrana • Especificaciones técnicas para implementación del sistema Biofloc con las características de la región. • Manuales de buenas prácticas de producción piscícola. • Producción obtenida por estanque 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento a los requerimientos de las autoridades competentes • Interventoría del proyecto • Recopilación y análisis de datos de calidad de agua de los estanques • Recopilación y análisis mensual del crecimiento de las cosechas • Seguimiento al cumplimiento de las buenas practicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes mensuales de avance del proyecto • Informe de la interventoría • Toma de decisiones con analisis de datos • Solicitudes de cambio

Aseguramiento de la Calidad

1. Conformidad con Normatividad de AUNAP Este seguimiento se enfoca en cumplir con las resoluciones de la AUNAP, estableciendo procedimientos internos para los permisos y tasas. Se implementará un sistema de seguimiento y renovación de permisos, asegurando el cumplimiento continuo de requisitos regulatorios. Resoluciones 601, 602, 1193, 2287 y 2723: Desarrollar procedimientos internos que cumplan con los requisitos de las resoluciones, Establecer un sistema de seguimiento para asegurar que los permisos estén

actualizados y se renueven según sea necesario, Implementar un sistema de registro para el cálculo y pago de tasas y derechos asociados

2. Cumplimiento con Decretos y Leyes: Se llevará a cabo un seguimiento estricto de los protocolos sanitarios y de seguridad requeridos por el Decreto 561 y la Ley 13. Se realizarán auditorías internas periódicas para verificar y ajustar los procesos según sea necesario.

3. Certificación ISO 9000 y ISO 18000: El seguimiento se centrará en asegurar que los proveedores cumplan con la certificación ISO 9000 y se otorgarán puntos adicionales por certificación ISO 18000. Esto garantiza altos estándares de calidad y seguridad en los suministros y operaciones.

4. Control de Calidad en la Puesta en Marcha:

Este seguimiento implica la implementación de protocolos de monitoreo para garantizar la calidad del agua, alimentación y crecimiento de los peces durante la puesta en marcha. Se establecerán procedimientos de corrección para desviaciones identificadas.

Control de Agua, Comida y Peces: Implementar protocolos de monitoreo para garantizar la calidad del agua, la alimentación y el crecimiento de los peces y establecer procedimientos para corregir desviaciones en el proceso.

5. ISO 14000 para Cosecha y Comercialización: Se llevará a cabo un seguimiento constante del plan de gestión de residuos conforme a la ISO 14000. Además, se capacitará al personal sobre prácticas sostenibles y el manejo adecuado de residuos.

6. Seguimiento del Proyecto: Se realizarán auditorías internas periódicas para evaluar el cumplimiento de los requisitos de calidad. Se documentarán y abordarán cualquier hallazgo

o desviación identificada, garantizando la mejora continua del sistema de aseguramiento de la calidad.

7. Evaluación del Crecimiento y Peso de Peces:

Durante la cosecha, se implementará un seguimiento específico para garantizar que los peces alcancen el peso ideal. Se ajustarán los procesos según sea necesario para optimizar el crecimiento y el peso, asegurando la conformidad con los estándares establecidos.

Control de la Calidad de los Entregables

El control de calidad se centrará principalmente en el crecimiento y calidad de la cosecha para lograr los indicadores propuestos en cuanto a un peso superior a los 400 gramos a los seis meses de haber sembrado los alevinos, al igual que al control de mortalidad de los peces el cual se espera que no supere el rango del 20% al 25% del total de peces sembrados

A continuación, se muestra cómo se llevará a cabo el control de calidad

Ilustración 19

Control de Calidad

Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Control diario de alimentación • Control semanal de calidad de agua • Control mensual de crecimiento de alevinos • Implementación de cambios aceptados • Análisis de factores ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramas de control • Histograma de crecimiento • Muestreo estadístico • Inspecciones periódicas a los puntos de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Validación de datos • Cambios validados • Entregables validados • Actualizaciones al Plan para la Dirección del Proyecto • Actualizaciones a los Documentos del Proyecto • Socializaciones con la comunidad



Entregables	Criterios de aceptación	Procedimientos de aceptación.
Informe de Introducción de Especies.	<ul style="list-style-type: none"> -Descripción clara de la especie y su introducción en los tanques. Resultados iniciales del monitoreo (crecimiento y salud). -Resultados con datos cuantitativos. -Cumplimiento de estándares de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión por especialistas en la especie y piscicultura. - Análisis de datos para validar calidad y relevancia. - Feedback de los responsables del proyecto y ajustes si es necesario. d. Aprobación final del responsable designado del proyecto.
Infraestructura Instalada.	<ul style="list-style-type: none"> - La instalación debe seguir los estándares y regulaciones establecidos para la piscicultura. - Los 12 tanques de 1.20 m de altura y 9 m de diámetro deben estar instalados y en funcionamiento. - Los tanques deben tener la capacidad de albergar 10.000 alevinos de tilapia para todo el ciclo productivo. -La infraestructura debe incluir y operar con sistemas de aireación, oxímetro, kit de test de agua y bomba recircula dora. 	<ul style="list-style-type: none"> - Una inspección técnica verificará el cumplimiento de estándares y regulaciones. - Se realizarán pruebas para asegurar el pleno funcionamiento de los 12 tanques y su equipamiento. -La capacidad de producción se evaluará mediante la verificación de la capacidad para albergar 10.000 alevinos. -La aprobación formal una vez que se haya verificado el cumplimiento de todos los criterios y procedimientos.
Insumos para la puesta en marcha de los diferentes tanques en los tiempos establecidos para una producción constante. Alevinos, concentrado por cosecha, oxímetro, báscula semiindustrial, cuartos frío, empacadora al vacío, mallas para pesca, rollos malla anti pájaros.	<ul style="list-style-type: none"> -Disponibilidad de la cantidad requerida para iniciar la producción. -Suficiente cantidad de concentrado o alimento para el período establecido. -contar con Oxímetro, báscula semiindustrial, cuarto frío, empacadora al vacío. - Los insumos deben estar disponibles en los tiempos establecidos para asegurar una producción constante. - Los insumos que requieran condiciones especiales (cuarto frío, empacadora al vacío) deben estar operativos y cumplir con los estándares. 	<ul style="list-style-type: none"> -Verificación de la cantidad y calidad de los alevinos, concentrado por cosecha y otros insumos al momento de la recepción. - Verificación del funcionamiento del oxímetro, báscula semiindustrial, cuarto frío y empacadora al vacío. - Revisión de las condiciones de almacenamiento para insumos que requieran cuidados especiales. -Confirmación de que los insumos llegaron dentro de los tiempos establecidos. - Aprobación formal después de la verificación exitosa de la disponibilidad, condiciones y tiempo de entrega.

<p>Materiales y enseres.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Funcionalidad de Equipamiento: La mesa para eviscerado y cajones de almacenamiento deben ser funcionales y apropiados para su propósito. - El computador, impresora y demás equipos de oficina deben estar en pleno funcionamiento. - Cantidad y Calidad de Herramientas: Suficientes cuchillos, delantales y canastillas de alimentos para el personal. - Muebles de oficina en cantidad adecuada y en buen estado. -Los materiales deben estar en buen estado y organizados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de la funcionalidad de la mesa para eviscerado y cajones de almacenamiento. -Revisión de Herramientas, cantidad y calidad de cuchillos, delantales etc. -Operatividad de Equipos de Oficina o pruebas de funcionamiento. -Inspección visual para asegurar que los materiales estén en buen estado y organizados de manera eficiente. -Inventario de Papelería. - Aprobación formal después de la verificación exitosa de la funcionalidad, cantidad y condiciones de los materiales y enseres.
<p>Informes mensuales de avance.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Registro Fotográfico. -Actas precisas y detalladas de las socializaciones con stakeholders. -Documentación completa de todas las compras y cotizaciones. -Reporte de Ingresos y Gastos. Cumplimiento del cronograma establecido para los informes financieros mensuales. -Presentación detallada del avance conforme al plan operativo definido. - Identificación y descripción actualizada de los riesgos del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de la presencia y calidad de las fotografías y actas de asistencia. -Auditoría de los registros de compras y cotizaciones. - Revisión minuciosa de los reportes de ingresos y gastos para asegurar precisión y cumplimiento. -Comparación del avance reportado con el plan operativo definido. -Evaluación de la identificación y gestión de riesgos actualizados. -Aprobación formal del informe mensual después de la verificación y análisis exitosos.
<p>Cartillas de buenas prácticas piscícolas y Programas de Capacitación</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Cartillas detalladas y comprensibles con contenido claro sobre las prácticas modernas de manejo de tanques, alimentación, monitoreo y sostenibilidad. -Programas de Capacitación impartidos al personal local. Transferencia efectiva de conocimientos sobre las prácticas modernas de piscicultura. 	<ul style="list-style-type: none"> -Verificación del contenido de las cartillas para asegurar la inclusión de las mejores prácticas y su claridad. -Evaluación de Programas de Capacitación: Análisis de la documentación de los programas de capacitación. -Retroalimentación del Personal Capacitado

		<p>-Seguimiento de Aplicación Práctica:</p> <p>Verificación in situ de la aplicación de las buenas prácticas aprendidas en la piscicultura.</p> <p>-Aprobación formal del entregable después de la verificación y retroalimentación exitosas.</p>
Estrategias de Comercialización.	<p>- Documento claro y detallado que aborde las estrategias de comercialización.</p> <p>-Identificación de Mercados Objetivo: Definición precisa de los mercados objetivo para la venta de productos piscícolas.</p> <p>- Evaluación de la competencia en los mercados identificados.</p> <p>-Canales de Distribución:</p> <p>Establecimiento de canales de distribución eficientes y sostenibles.</p> <p>-Acuerdos Comerciales:</p> <p>Documentación de acuerdos comerciales establecidos con compradores potenciales.</p>	<p>- Verificación de la claridad y exhaustividad del documento estratégico.</p> <p>-Análisis de Mercados Objetivo: Evaluación de la idoneidad de los mercados seleccionados en función de los objetivos del proyecto.</p> <p>- Análisis de la competencia para garantizar estrategias competitivas.</p> <p>-Revisión de Canales de Distribución:</p> <p>Evaluación de la eficiencia y sostenibilidad de los canales de distribución propuestos.</p> <p>-Verificación de la validez y viabilidad de los acuerdos comerciales establecidos.</p> <p>-Aprobación Formal.</p>
Sistema de Monitoreo Continuo.	<p>- Sistema claramente definido para monitorear la producción, eficiencia y sostenibilidad del proyecto.</p> <p>-Instrumentación Adecuada:</p> <p>Utilización de instrumentos y tecnologías adecuadas para la recopilación de datos en tiempo real.</p> <p>-Definición de indicadores de desempeño relevantes y alineados con los objetivos del proyecto.</p> <p>-Garantía de que los datos recopilados son accesibles para el equipo de gestión y partes interesadas.</p>	<p>-Evaluación del diseño del sistema para garantizar su coherencia con los objetivos del proyecto.</p> <p>-Inspección de la instrumentación utilizada para confirmar su idoneidad.</p> <p>-Análisis de Indicadores de Desempeño.</p> <p>- Acceso a Datos en Tiempo Real</p> <p>Verificación de la accesibilidad de los datos en tiempo real por parte del equipo de gestión.</p> <p>-Evaluación de la Capacitación del Personal:</p> <p>Evaluación de la preparación del personal para operar y mantener el sistema.</p>

Fuente: elaboración propia

Mejoramiento Continuo

Actividades de mejoramiento continuo que se deben llevar a cabo en el proyecto

- Evaluación Periódica: Realizar auditorías internas trimestrales para evaluar el cumplimiento normativo y procedimientos internos.
- Revisar y ajustar protocolos según hallazgos de auditorías.
- Establecer encuestas de desempeño para obtener retroalimentación de proveedores semestralmente.
- Evaluar oportunidades para fortalecer la cadena de suministro.
- Implementar revisiones mensuales de los protocolos de control de calidad durante la puesta en marcha.
- Documentar y compartir mejores prácticas identificadas durante las revisiones.
- Realizar sesiones de capacitación trimestrales sobre prácticas sostenibles y manejo adecuado de residuos.
- Establecer campañas de concientización ambiental en el lugar de trabajo.
- Aumentar la frecuencia de auditorías internas a mensual.
- Desarrollar un sistema de seguimiento automatizado para acciones correctivas y preventivas.

Plan de Aseguramiento de Calidad

- Documento inicial que describe los procesos y procedimientos para garantizar la calidad del proyecto.
-
-

- **Protocolos de Control de Calidad:** Documentos detallados que establecen los procedimientos específicos para monitorear la calidad del agua, alimentación y crecimiento de los peces.
- **Certificaciones ISO y Documentación de Proveedores:** Documentación que verifica la certificación ISO 9000 de proveedores y la obtención de puntos adicionales por certificación ISO 18000.
- **Registros de Auditorías Internas y Acciones Correctivas:** Documentación de hallazgos de auditorías, acciones correctivas y preventivas tomadas para mejorar el sistema.
- **Informe de Evaluación del Desempeño de Proveedores:** Resumen semestral de la retroalimentación recibida de los proveedores y medidas tomadas para fortalecer la cadena de suministro.

Alcance de las Pruebas a ejecutar en el Proyecto.

1. **Control de Calidad del Agua:** Pruebas periódicas del agua para evaluar parámetros clave como pH, temperatura, niveles de oxígeno y composición química. Verificación de la eficacia de los sistemas de filtración y aireación.

2. **Calidad de la Alimentación:** Monitoreo de la calidad y composición de la alimentación suministrada a los peces. pruebas de aceptación y digestibilidad por parte de los peces.

3. **Crecimiento y Peso de los Peces:** Seguimiento continuo del crecimiento de los peces y su peso, pruebas específicas para verificar que los peces alcanzan el peso ideal a los seis meses.



4. Cumplimiento Normativo: Revisiones periódicas para garantizar el cumplimiento continuo de las normativas de la AUNAP, Decretos y Leyes, pruebas específicas para verificar la conformidad con las resoluciones y regulaciones pertinentes.
5. Certificaciones ISO y Evaluación de Proveedores.
6. Manejo de Residuos y Sostenibilidad: Auditorías de los procedimientos de manejo de residuos según la ISO 14000. pruebas para evaluar la sostenibilidad de las prácticas empleadas en el proyecto.
7. Auditorías Internas del Sistema de Calidad: Revisiones regulares del sistema de aseguramiento de calidad, pruebas de la efectividad de las acciones correctivas y preventivas implementadas.
8. Capacitación y Concientización: Evaluación de la efectividad de los programas de capacitación. Pruebas para medir la conciencia del personal sobre prácticas sostenibles y normativas.
9. Evaluación de Ciclos de Retroalimentación con Clientes: Encuestas y retroalimentación de clientes para evaluar la satisfacción y la percepción del proyecto, pruebas para verificar la alineación del proyecto con las expectativas del mercado.

Plan de Gestión de los Recursos Humanos

A continuación, se establece el plan de gestión de los recursos humanos necesario para el buen desarrollo de la ejecución del proyecto

Roles, Responsabilidades y Perfil

De acuerdo con lo estimado para la ejecución del proyecto se requieren los siguientes roles: Gerente de proyecto, zootecnista, trabajadores de cultivo, trabajadores de postcosecha y trabajador social. En la Tabla 13 Tabla 13 se muestra la autoridad, responsabilidad, competencias/habilidades y perfil de cada uno de estos roles. Se aclara que el nombre no se define para ninguno de los roles ya que cada uno de estos se debe buscar en el momento de aprobación del proyecto e inicio del mismo.

Tabla 13

Roles – responsabilidad – perfil

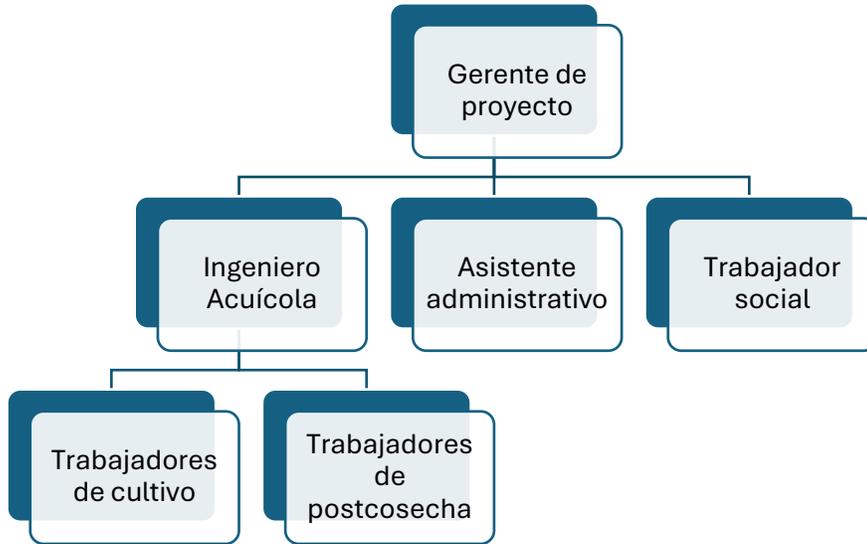
Rol	Autoridad	Responsabilidad	Competencias/ Habilidades	Perfil
Gerente de Proyecto	Alta, es quien toma decisiones finales y tiene a cargo todo el equipo de trabajo	Liderará y gestionará todas las actividades del proyecto.	Comunicación asertiva Gestión de tiempo Resolución de conflictos Liderazgo Toma de decisiones Delegar Capacidades organizativas Certificación en metodología	Profesional en áreas de la economía, administración, contaduría o afines, con posgrado a nivel de maestría, con experiencia entre 1 a 5 años en gerencia de proyectos del sector agrícola

Rol	Autoridad	Responsabilidad	Competencias/ Habilidades	Perfil
			scrum o metodologías ágiles	
Zootecnista y/o Ingeniero Acuícola	Media, rinde informe al gerente del proyecto, toma decisiones en cuanto a la parte técnica previa aprobación del gerente. Tiene a su cargo el personal técnico	Responsable de la implementación y operación de los sistemas biofloc y el manejo técnico de la producción de tilapia.	Comunicación asertiva Liderazgo Trabajo en equipo Proactivo	Profesional en ciencias agrícolas, agropecuarias, agronómicas, ambientales o afines. Experiencia de 1 a 5 años en proyectos acuículas deseable en cultivos de tilapia
Asistente administrativo	Baja. No tiene decisiones a su cargo, rinde	Apoyará la gestión administrativa, compras, contrataciones y reportes.	Conocimientos en gestión documental, manejo de nómina.	Formación técnica profesional en áreas de la economía,

Rol	Autoridad	Responsabilidad	Competencias/ Habilidades	Perfil
	informe al gerente general, no tiene personal a cargo.		Elaboración de informes Manejo de Excel y Power-bi	administración, contaduría o afines, con experiencia entre 4 a seis meses
Trabajador social	Baja. No tiene decisiones a su cargo, rinde informe al gerente general, no tiene personal a cargo.	Apoyará las actividades de enlace con la comunidad y estará acompañando las actividades de reclutamiento de personal	Elaboración de informes Certificación en metodologías participativas	Profesional en psicología, trabajo social, desarrollo familiar, ciencias sociales y humanas o afines con experiencia de 1 a 5 años deseable en proyectos
Trabajadores de cultivo	Baja, no tienen poder de decisión, y rinden informe de actividades	Encargados del mantenimiento diario de los estanques, alimentación, monitoreo de los peces.	Trabajo en equipo Dentro de la ejecución del proyecto deben adquirir	Mano de obra no calificada

Rol	Autoridad	Responsabilidad	Competencias/ Habilidades	Perfil
	al zootecnista		conocimientos en buenas prácticas pecuarias en el sector piscícola	
			Trabajo en equipo	
Trabajadores de postcosecha	Baja, no tienen poder de decisión, y rinden informe de actividades al zootecnista	Encargados de realizar la limpieza, empacado y venta de la cosecha	Dentro de la ejecución del proyecto deben adquirir conocimientos en buenas prácticas pecuarias en el sector piscícola y manejo de alimentos	Mano de obra no calificada

Organigrama



Fuente: elaboración propia



Capítulo 3

Estudio Financiero

En el presente capítulo se presenta el estudio financiero del proyecto, el cual permite analizar la viabilidad del proyecto a partir de los costos laborales, de producción, puesta en marcha, infraestructura, ingresos a partir de la venta y demanda de la producción y fuentes de financiación.

La viabilidad del proyecto se define a partir de la estimación de indicadores de Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), y Relación Beneficio Costo (RBC)

Presupuesto Estimado de Inversión Inicial

El presupuesto estimado se analiza a partir de la demanda de tilapia mensual que se estima producir teniendo en cuenta el margen de mortalidad de peces sembrado, un porcentaje de 10% destinado a seguridad alimentaria para el municipio de San Vicente del Caguán y la producción que se proyecte vender como se describió en el capítulo anterior.

Se tiene en cuenta dentro del presupuesto los siguientes ítems

- Costos de nómina: incluye nomina administrativa, nómina del área de ventas, área de producción
- Costos de producción: Materia prima e insumos, equipamiento, instalación
- Costos de comercialización
- Costos administrativos: arriendo, servicios, papelería entre otros.



Los costos estimados para la instalación y puesta en marcha de los 10 tanques piscícolas se muestran en la Tabla 14 - la Tabla 16, y se establece a partir de las fases del proyecto definidas en el capítulo anterior.

Tabla 14

Estimación de Costos Fase I

Actividades	Insumo	cantidad	Valor unitario	Unidad/meses	Valor total
Obtención de permisos	Permisos de construcción y otros gastos	12	\$ 4.050.000	1	\$ 48.600.000
	Permisos de captación de agua	12	\$ 800.000	1	\$ 9.600.000
Socialización del proyecto con la comunidad	Refrigerios	200	\$ 6.000	1	\$ 1.200.000
	Salón de reunión	1	\$ 100.000	1	\$ 100.000
	Material POP (camisetas, gorras, esfero y cuaderno)	200	\$ 60.000	1	\$ 12.000.000
	Profesional Social	1	\$ 3.500.000	2	\$ 7.000.000
	Agrónomo	1	\$ 3.500.000	3	\$ 10.500.000
	Director de proyecto	1	\$ 5.000.000	3	\$ 15.000.000
Gestión para la contratación de mano de obra	Profesional Social	1	\$ 3.500.000	1	\$ 3.500.000
TOTAL					\$ 107.500.000

Tabla 15

Costos Fase II

Actividades	Insumo	cantidad	Valor unitario	Unidad/meses	Valor total
Compra de materiales e insumos	Tanque	12	\$ 7.500.000	1	\$90.000.000
	Redes de abastecimiento y oxigenación de aguas (Glb) – Aireadores	12	\$ 2.000.000	1	\$24.000.000
	Bomba recirculadora	12	\$ 480.000	1	\$ 5.760.000
	Mesas para eviscerado	4	\$ 400.000	1	\$ 1.600.000
	Cajón para almacenar pescado	4	\$ 3.500.000	1	\$14.000.000
	canastilla alimentos	60	\$ 26.667	1	\$ 1.600.020
	cuchillos	40	\$ 5.000	1	\$ 200.000
	Material de protección	30	\$ 500.000	1	\$15.000.000
	botas	30	\$ 70.000	1	\$ 2.100.000
	Delantales	30	\$ 250.000	1	\$ 7.500.000
Puesta en marcha	Adecuación zona tanque	12	\$ 6.000.000	1	\$ 72.000.000
	Adecuación zona de manipulación eviscerado	1	\$ 8.000.000	1	\$ 8.000.000

Alevinos	1000	\$ 66.000	1	\$	66.000.000
Biofloc	1500	\$ 26.667	1	\$	40.000.500
Concentrado por Cosecha	30	\$ 5.000.000	1	\$	150.000.000
Servicio de energía (2024)	12	\$ 1.000.000	2	\$	24.000.000
Servicio de energía (2025)	12	\$ 1.980.000	10	\$	237.600.000
Profesional Social (2024)	1	\$3.500.000	4		\$14.000.000
Agrónomo (2024)	1	\$ 3.500.000	4		\$14.000.000
Director de proyecto (2024)	1	\$5.000.000	4		\$20.000.000
Mano de obra no calificada (2024)	72	\$2.470.000	4		\$ 711.360.000
Profesional Social (2025)	1	\$ 3.815.000	10		\$ 38.150.000
Agrónomo (2025)	1	\$ 3.500.001	10		\$35.000.011
Director de proyecto (2025)	1	\$ 5.450.000	10		\$54.500.000
Mano de obra no calificada (2025)	45	\$ 2.692.300	10		\$ 1.211.535.000
Comercialización	Campañas de publicidad	1	\$ 500.000	5	\$ 2.500.000
	Empacadoras al vacío	4	\$ 4.000.000	1	\$ 16.000.000
TOTAL				\$	2.876.405.531

Para la fase 3 del proyecto cuyas actividades son de orden administrativo se estima únicamente la mano de obra requerida.

Tabla 16

Costos Fase III

Actividades	Insumo	cantidad	Valor unitario	Unidad/meses	Valor total
Rendición de cuentas / informes de avance / socialización de resultados / entrega del proyecto a la comunidad asociativa	Profesional Social (2025)	1	\$ 3.815.000	2	\$ 7.630.000
	Agrónomo (2025)	1	\$ 3.815.000	2	\$ 7.630.000
	Director de proyecto (2025)	1	\$ 5.450.000	2	\$ 10.900.000
TOTAL				\$	26.160.000

En la Tabla 17 se muestra el valor total estimado de las actividades del proyecto por cada fase

Tabla 17

Costo Total de las actividades del Proyecto



Fase	Valor Estimado
Fase I	\$107.500.000
Fase II	\$2.876.405.531
Fase II	\$26.160.000
Valor total de las actividades del proyecto	\$3.010.065.531

Es de resaltar que estos costos son los costos estimados para el primer año y medio de implementación y puesta en marcha, posteriormente el proyecto seguirá en operación a cargo de los mismos productores y personas beneficiadas y no directamente por parte de la administración de San Vicente del Caguán.

Fuentes de Financiación

Para el desarrollo de este proyecto y por su naturaleza de desarrollo sostenible su financiación estará a cargo del municipio de San Vicente del Caguán sin necesidad de recurrir a fuentes del sector financiero, es decir, no se incurrirán en préstamos bancarios ni gastos generados por intereses.

Dentro de las fuentes de financiación a las cuales puede acudir el municipio son los recursos propios, convocatorias del orden nacional para el sector agrícola y recursos de regalías, ya sean propias, o de la asignación de regalías para municipios PDET¹.

¹ Los municipios PDET (Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial) son un conjunto de territorios en Colombia que han sido identificados para recibir atención especial y apoyo por parte del gobierno. Este enfoque busca promover el desarrollo integral en zonas afectadas por el conflicto armado, la pobreza y la falta de acceso a servicios básicos.

Los municipios PDET están en el marco del Acuerdo de Paz firmado en 2016 entre el gobierno colombiano y las FARC. La idea es impulsar proyectos que mejoren la calidad de vida de sus habitantes, fomenten la inclusión social y económica, y promuevan la reconstrucción del tejido social. Esto incluye inversiones en infraestructura, educación, salud y generación de empleo, entre otros aspectos.

El objetivo final es contribuir a la estabilidad y paz en estas regiones, brindando oportunidades a las comunidades que han sido históricamente marginadas.

El municipio, dentro de sus iniciativas de proyectos a presentar por ser municipio PDET cuenta dentro del pilar 6 “REACTIVACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA” con dos iniciativas estrechamente relacionadas con el alcance del proyecto en estudio, lo cual lo habilita para acceder a estos recursos siguiendo el debido proceso, estas iniciativas son:

- Implementar proyectos productivos de especies menores tales como porcinos, ovinos, caprinos, aves, peces entre otros en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá).
- Desarrollar proyectos piscícolas y de pesca artesanal sostenible como actividad económica promisorio de bajo impacto ambiental en el municipio de San Vicente del Caguán, Caquetá.

Ingresos

Los ingresos del proyecto se definen a partir de la venta de la producción de tilapia o mojarra roja producida, con un peso promedio de 450 gr, 8000 alevinos por estanque y dos cosechas anuales por estanque teniendo en cuenta que el tiempo de siembra y cosecha se da cada seis meses.

Se estima el ingreso por producción de tanque y con el precio promedio por kilo estimado por el Dane en la ciudad de Florencia Caquetá a partir del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) para la semana del 28 de septiembre al 4 de octubre de 2024 el cual se encuentra en diez y nueve mil pesos (\$19.000). (Departamento Nacional de Estadística (DANE), 2024)



De esta manera se muestra el ingreso esperado por año con la implementación de 12 estanques piscícolas.

Tabla 18

Ingresos Estimados

Ítem	Valor
Producción de tilapias por estanque	8.000
Peso promedio por tilapia (gr)	450
Kilos producidos por estanque en una cosecha	3600
Kilos producidos por estanque al año	7200
Valor de tilapia por kilo	19.000
Valor de ingresos por estanque al año	136.800.000
Valor de ingresos por 12 estanques al año	1.641.600.000

Beneficios

Como beneficio directo del proyecto se estima el delta generado en la contratación de mano de obra no califica, teniendo en cuenta el valor del jornal de la región, \$40.000, con un ingreso promedio mensual de \$800.000 y el smmlv con un factor prestacional de 1.9% que sería el valor a pagar con la contratación durante el proyecto

Tabla 19

Estimación delta salarial

Ítem	Valor estimado
Salario promedio mensual por modalidad jornal (a)	\$800.000
Salario mensual por contratación en proyecto con smmlv (b)	\$2.470.000
Delta generado (b-a)	\$1.670.000
Estimación de beneficio por 90 empleos	\$150.300.000
Estimación en quince meses	\$2.254.500.000

Evaluación del Proyecto

Para la evaluación del proyecto se toma la Tasa Social de descuento definida para Colombia por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) la cual se encuentra en 9% desde el 2022 (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2022).

A partir de la estimación de los costos y beneficios en los cuales se incurrirá durante la ejecución del proyecto y 12 meses de producción, se procede a determinar la viabilidad económica del mismo. Para esto, se construye inicialmente el flujo económico (Anexo B) y posteriormente se calculan los tres indicadores mencionados; VPN, TIR y RB/C, los cuales se describen a continuación

Valor Presente Neto (VPN)

Este indicador hace referencia a la diferencia entre el valor actual de la inversión menos el valor actual de la recuperación de fondos de manera que, aplicando una tasa de descuento, 9% de acuerdo con lo establecido por el Departamento Nacional de Planeación, se considera como la mínima aceptable para la aprobación de un proyecto de inversión. “El VPN es una medida del beneficio que rinde un proyecto de inversión a través de toda su vida útil; se define como el valor presente de su flujo de ingresos futuros menos el valor presente de su flujo de costos. Es un monto de Dinero equivalente a la suma de los flujos de Ingresos netos que generará el proyecto en el futuro”

El VPN se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_i \frac{I_i - C_i}{(1 + r)^i}$$

Donde;

I_i = Los ingresos y beneficios esperados del proyecto

C_i = Costos de ejecución y operación del proyecto durante su vida útil.

r = Tasa de descuento que corresponde a la tasa de interés de oportunidad o tasa social de descuento determinada.

En términos generales este indicador refleja la ganancia a obtener con la ejecución de la inversión; cuando el resultado es superior a cero significa que el proyecto generará utilidades y que la renta está por encima de la tasa de descuento definida, un VPN negativo significa que los ingresos serán inferiores al monto invertido, es decir, el proyecto no es rentable ni viable económicamente.

Para el proyecto en estudio se observa que el VPN de los beneficios obtenidos durante la vida útil del proyecto es de \$1.594.688.710; El VPN de los costos de inversión y puesta en marcha es de \$ 1.478.510.188, obteniendo un VPN de \$116.178.522.

Por lo anterior se concluye que bajo el análisis de este indicador el proyecto es viable

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa de interés o social de descuento que hace que el valor actual neto de los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión sean iguales a cero.



Dicho de otra manera, la TIR de una inversión es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos (los flujos de caja negativos) de la inversión es igual al valor presente neto de los beneficios (flujos positivos de efectivo) de la inversión.

Las tasas internas de retorno se utilizan habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el proyecto de mayor TIR probablemente sería considerado el primer y mejor realizado.

La TIR se calcula entonces igualando la ecuación del VPN a cero;

$$VPN = \sum_i \frac{I_i - C_i}{(1 + r)^i} = 0$$

De acuerdo con los cálculos realizados la TIR del proyecto se calcula en 11,3%, es decir 2,3 puntos porcentuales por encima de la tasa de descuento determinada.

Razón Beneficio/Costo (RB/C)

La relación costo beneficio toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se sacrifica en el proyecto.

La R B/C se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1 + i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1 + i)^n}}$$



Cuando la $R B/C > 0$ significa que por cada peso invertido se está ganando ese valor, es decir el proyecto es rentable y viable; cuando la $R B/C < 0$ significa la pérdida generada por cada peso invertido, el proyecto es inviable.

La $R B/C$ generada para el proyecto en estudio es de 1.08; pudiéndose concluir que el proyecto es rentable.

De acuerdo con los tres indicadores analizados (Ver Tabla 20) se establece que el proyecto es viable con una inversión dada con recursos de la nación, y una tasa de evaluación del 9%.

Tabla 20

Indicadores de Evaluación del Proyecto

Indicador	Estimación
VPN	\$116.178.522
R B/C	1,08
TIR	11,3%

Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones

Fortalecimiento del Sector Piscícola Local: La implementación de tecnología Biofloc (BFT) y el uso de tanques de geomembrana contribuyen significativamente al desarrollo del sector piscícola en San Vicente del Caguán, optimizando los recursos disponibles y garantizando una producción más sostenible y eficiente.

Reducción del Impacto Ambiental: La propuesta permite minimizar el impacto ambiental a través de la reducción en el uso de agua y la disminución de residuos, favoreciendo un modelo de acuicultura más amigable con el medio ambiente.

Aumento en la Competitividad: El uso de sistemas tecnificados y eficientes permite incrementar la competitividad del sector piscícola local, generando un producto de mayor calidad y con un costo de producción más bajo, lo cual contribuye a mejorar la posición del municipio en el mercado regional y nacional.

Mejoras en la Seguridad Alimentaria: El proyecto contribuye a la seguridad alimentaria local mediante la producción constante de pescado, lo que ofrece una alternativa nutricional accesible y de calidad a las comunidades del municipio y del departamento de Caquetá.

Generación de Empleo y Desarrollo Social: La implementación del proyecto piscícola fomenta la generación de empleo tanto para mano de obra calificada como no calificada, beneficiando a la población local y promoviendo el desarrollo económico de la comunidad.

Optimización del Uso de Recursos: Al emplear tanques de geomembrana y sistemas de biofloc, se logra una mejor utilización del espacio y de los recursos hídricos,



incrementando la productividad y reduciendo costos, lo cual asegura una mayor rentabilidad del proyecto.

Fortalecimiento de las Capacidades Locales: La propuesta también fomenta el desarrollo de capacidades técnicas y organizativas en la comunidad piscícola del municipio, fortaleciendo las asociaciones locales y mejorando su capacidad de gestión y sostenibilidad.

Viabilidad Financiera: Los resultados financieros obtenidos mediante el análisis de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN) indican que la implementación del proyecto es rentable y sostenible, garantizando una recuperación adecuada de la inversión inicial y beneficios económicos a largo plazo.

Limitaciones y Retos: A pesar del potencial del proyecto, existen desafíos significativos, como la necesidad de apoyo continuo en asistencia técnica, la mejora de la infraestructura vial para facilitar la comercialización del producto, y el fortalecimiento del acceso a financiamiento adecuado.

En resumen, la implementación de unidades piscícolas tecnificadas con el uso de tecnología Biofloc representa una oportunidad significativa para el crecimiento del sector en San Vicente del Caguán, promoviendo el desarrollo económico local, la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria, siempre que se cuente con el apoyo de las autoridades, la comunidad y los actores del sector.



Bibliografía

Agronegocios. (15 de marzo de 2023). <https://www.agronegocios.co>. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/en-2022-la-acuicultura-crecio-20-y-la-tilapia-roja-ocupa-92-del-mercado-de-ee-uu-3568863#:~:text=Para%20el%20sector%20acuicola%2C%202022,193%25%20entr e%202015%20y%202022>.

AUNAP. (10 de enero de 2017). <https://www.aunap.gov.co>. Obtenido de <https://www.aunap.gov.co/tanques-en-geomembrana-una-alternativa-para-los-piscicultores/>

AUNAP. (2019). *PLAN ESTRATEGICO INSTITUCIONAL*. Bogotá.

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. (2013). *Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia*. Bogotá.

Bioaquafloc. (18 de Julio de 2024). <https://www.bioaquafloc.com>. Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/que-es-la-tilapia/>

Bioaquafloc. (15 de Septiembre de 2024). <https://www.bioaquafloc.com>. Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/tipos-de-estanques-para-acuicultura/>

Biomar. (2022). <https://www.biomar.com>. Obtenido de <https://www.biomar.com/en/global/sustainability/sustainability-report/>



Contexto ganadero. (6 de mayo de 2022). <https://www.contextoganadero.com>. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/internacional/asi-subiran-los-precios-de-la-carne-de-res>

DANE. (2024). *Proyección de población 2024*. Bogotá.

Departamento Nacional de Estadística (DANE). (4 de octubre de 2024).

<https://www.dane.gov.co>. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/mayoristas-boletin-semanal-1>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (5 de mayo de 2022).

<https://2022.dnp.gov.co/>. Obtenido de <https://2022.dnp.gov.co/DNP-Redes/Revista-Juridica/Paginas/Adopci%C3%B3n-de-la-Tasa-Social-de-Descuento-para-la-evaluaci%C3%B3n-de-proyectos-de-inversi%C3%B3n.aspx>

DNP. (11 de junio de 2024). <https://terridata.dnp.gov.co>. Obtenido de

<https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/18753>

Ecosostenible Chireno. (15 de Septiembre de 2024).

<https://www.pisciculturaecososteniblechireno.com>. Obtenido de <https://www.pisciculturaecososteniblechireno.com/blog/entradas/la-tecnolog%C3%ADa-biofloc-en-la-acuicultura>

El Acuicultor. (22 de marzo de 2020). <https://aquahoy.com>. Obtenido de

<https://aquahoy.com/acuicultura-definicion-historia-importancia-clasificacion/>

FAO. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. FAO.

Geotexaco. (12 de septiembre de 2024). *www.geotexaco.com*. Obtenido de <https://geotexaco.com/tanques-de-geomembrana-para-acuicultura/>

Henry Javier Muñoz Gómez, J. C. (2008). *Estudio de la mortalidad en alevinos de mojarra roja cultivados en jaulas flotantes por la asociación piscícola de salvajina Morales, departamento del Cauca*. Popayán.

Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá. (18 de julio de 2024). <https://www.inec.gob.pa>. Obtenido de <https://www.inec.gob.pa/Archivos/P2051PISCICULTURA.pdf>

Instituto Nacional de Pesca - Mexico. (12 de agosto de 2016). <https://www.gob.mx/inapesca>. Obtenido de <https://www.gob.mx/inapesca/articulos/que-es-el-sistema-bio-floc#:~:text=Sistema%20Bio%2DFloc%20como%20alternativa%20acu%C3%ADc%20ola.&text=El%20Sistema%20Bio%2DFloc%2C%20no,alimento%20para%20los%20organismos%20cultivados>.

ITM Colombia. (15 de Septiembre de 2024). <https://www.itmcol.com>. Obtenido de https://www.itmcol.com/landing-venta/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwu-63BhC9ARIsAMMTLXQl3I_eQkhLEe5ad5xO_3r8997Xs3LRrmS1vq0I_CXNHu7rTHx8-o4aAt9BEALw_wcB



La República. (8 de marzo de 2024). Consumo de pescado per cápita está en 9,6 kg al año, y se produce 81.000 toneladas. págs.

<https://www.larepublica.co/economia/consumo-de-pescado-per-capita-3816577>.

Ministerio de Agricultura . (2022). *ACUICULTURA EN COLOMBIA Cadena de la Acuicultura*. Bogotá.

Ministerio de Agricultura. (2021). *ACUICULTURA EN COLOMBIA Cadena de la Acuicultura*. Bogotá.

Municipio San Vicente de Caguán. (2015). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2015-2027*. San Vicente del Caguán.

Naciones Unidas. (18 de Julio de 2024). <https://www.un.org>. Obtenido de <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>

OECD. (2005). *OECD Handbook on Economic Globalisation Indicators*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *El Estado mundial de la pesca y la Acuicultura*. Roma.

Panorama Acuicula. (2024). *La acuicultura y la pesca de Colombia crecen un 37% en 2023*. Bogotá.

Pbservatorio Español de Acuicultura. (18 de Julio de 2024). <https://www.observatorio-acuicultura.es/>. Obtenido de <https://www.observatorio-acuicultura.es/conocenos/que-es-la-acuicultura>

San Vicente del Caguán . (2020). *Plan de Desarrollo "Juntos marcamos la diferencia"*. San Vicente del Caguán.



San Vicente del Caguán. (2020). *Plan de Desarrollo 2020 - 2023 "Juntos Hacemos la Diferencia"*. San Vicente del Caguán.

Serna, L. D. (2018). *Densidades idóneas para sistemas de policultivo de especies comerciales Tilapia Roja (Oreochromis spp.) y Carpa Roja (Ciprynus carpio) en sistemas de confinamiento artesanal en lagos artificiales en Santiago de Cali (Valle del Cauca, Colombia)*. Santiago de Cali - Colombia.

Tanques Australianos. (15 de Septiembre de 2024).

<https://tanquesaustralianos.com/producto/tanques-australianos-para-piscicultura/>.

Obtenido de <https://tanquesaustralianos.com/producto/tanques-australianos-para-piscicultura/>

