



Universidad de Palermo

Master en Dirección de Empresas

**Tesis para optar al grado de Máster de la Universidad de Palermo en
Dirección de Empresas**

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PRODUCCIÓN DE TILAPIAS
EN ESTANQUES DE GEOMEMBRANA CHIRIQUÍ, PANAMÁ”**

Tesista: Miguel A. Víquez Ramos
Mail: miguelviquez8@gmail.com
Legajo: 0053006

Director de tesis: Ing. Jorge Almada, MBA

2025
Buenos Aires
Argentina

DEDICATORIA

A mi esposa en especial y a mis padres, por su apoyo incondicional, su confianza en esta iniciativa y por motivarme a dar los primeros pasos en este camino.

RESUMEN

Este análisis presentará un modelo de negocio integral para la producción y comercialización de tilapias en estanque de geomembrana en Chiriquí, Panamá con el objetivo de establecer una alternativa rentable y sostenible para la producción acuícola en la región.

Se contribuirá al análisis financiero del cultivo de tilapias en estanques de geomembrana, proporcionando una referencia técnica y económica que podrá servir también como guía para futuros emprendedores interesados en desarrollar esta actividad de manera rentable y sostenible.

Con este modelo de negocio se buscará obtener la mayor producción de tilapia por estanque, reducir la mortalidad y llevarlo a cabo con bajos costos operativos sin sacrificar la calidad del producto.

Cabe mencionar que hay diferentes tipos de sistemas de cultivo para el cultivo de tilapias como lo son: Estanques de tierra, estanques tipo australiano, estanques de concreto, estanques de fibra de vidrio entre otros.

Nos enfocaremos en los estanques de geomembrana con medidas de 6.80 metros de diámetro y 1.20 de alto hechos con láminas sintéticas impermeables lo que nos permitirán un mejor control del agua y reducen filtraciones.

Con este modelo de negocios se busca fortalecer el sector acuícola en la provincia de Chiriquí que va en aumento, ofrecer plazas de trabajo y contribuir con la seguridad alimentaria de la provincia con un producto fresco, con costos accesibles y nutritivos para los consumidores.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	10
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	12
ALCANCE Y LIMITACIONES	13
HIPÓTESIS	15
METODOLOGÍA	16
1 Capítulo 1 MARCO TEÓRICO	18
1.1 Introducción al marco teórico	18
1.2 Justificación de los fundamentos teóricos	19
1.3 Especies de tilapia de mayor cultivo en Panamá	19
1. Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>):.....	19
2. Tilapia azul (<i>Oreochromis aureus</i>):	19
3. Tilapia roja (híbrido de <i>Oreochromis</i> spp):.....	20
1.4 Ciclo de vida de la Tilapia del Nilo	21
1.5 La tilapia como interés económico:	22
1.6 Tipos De Cultivos:	22
1.7 Sistemas de cultivo: De estanques rústicos a geomembrana	23
1.8 Alimentación:	24
1.9 Bioseguridad:	25
Bioseguridad en estanques de Geomembrana	25
1.10 VENTAJAS DE BIOSEGURIDAD:	25
1.11 Bioseguridad en Estanques rústicos	25
1.12 Desventajas:	26
1.13 Criterios Para La Mejora Del Sistema De Cultivo	26
1.14 Parámetros técnicos del cultivo de tilapias en geomembrana	26
2 Capítulo 2. SECTOR Y LA EMPRESA	27
2.1 Panorama Global de la tilapicultura	27
2.2 Principales países productores de tilapia	27
2.3 Países productores de tilapia en América:	28
2.4 Panorama del sector acuícola en Panamá, estadísticas y tendencias	28
2.5 Análisis por provincias	30
2.6 LA EMPRESA	32
2.7 Misión, visión	33
2.8 Objetivos de la unidad productiva:	33
2.9 Tipo de Modelo de negocio	33

3	Capítulo 3. INVESTIGACIÓN, RELEVAMIENTO Y DIAGNÓSTICO	34
3.1	Intención del estudio	34
3.2	Planteamiento del problema	34
3.3	Problemática interna del sistema actual de cultivo	35
3.4	Implicaciones productivas y económicas	35
3.5	Relevamiento de información:.....	37
3.6	Diagnóstico	37
3.6.1	Enfoque del Diagnóstico	37
3.6.2	Meta puntual.....	38
3.7	Herramientas estratégicas para el análisis del proyecto acuícola.....	38
3.7.1	Pestel	38
3.7.2	FODA.....	39
3.7.3	Cruz de Porter	40
3.7.4	Diagrama Ishikawa:	41
3.7.5	Aplicación del modelo Lean Startup a la acuicultura como modelo de mejora en emprendimiento de acuicultura	41
3.8	Resultados de las herramientas estratégicas.....	42
3.8.1	Análisis interno y externo FODA del Sistema geomembrana:	42
3.8.2	Evaluación del entorno macro: PESTEL.....	44
3.8.3	Diagnóstico del entorno 5 fuerzas de Porter	44
3.8.4	Análisis causa-raíz Diagrama Ishikawa	45
3.8.5	Aplicación del enfoque Lean startup	46
3.8.6	¿Qué nos permite este sistema?	46
3.9	Resultados del relevamiento de campo	46
3.9.1	Población y muestra	47
3.9.2	Resultados obtenidos de la encuesta de productores	47
3.9.3	Resultados del cuestionario aplicado a actores clave	49
3.9.4	Resultados en la encuesta aplicados a consumidores	50
3.9.5	Integración de los resultados con el diagnostico estratégico	52
3.10	Análisis estratégico integral del Sistema productivo	54
3.11	Síntesis evaluativa del diagnóstico	55
4	Capítulo 4 Análisis de Alternativas y selección de solución	55
4.1	Alternativas Identificadas	56
4.1.1	Alternativa “A”: Continuidad con mejorar en estanques rústicos.	56
4.1.2	Alternativa “B” Migración total a estanques de geomembranas	56
4.1.3	Alternativa “C” sistema mixto o de transición	56
4.2	Evaluación de Alternativas	56
4.3	Enfoque central de la propuesta.....	58
4.3.1	Descripción de la propuesta	58
5	Etapas de desarrollo de la propuesta	59
5.1	Propuesta y Especificaciones técnicas de los estanques	59
5.1.1	Cronograma de Ejecución.....	60
5.1.2	Proyección de resultados esperados.....	60
5.2	Producto	61
5.3	Plan de siembra.....	62

5.4	Flujo de proceso	63
6	Análisis económico	64
6.1	Introducción.....	64
6.2	Premisas de modelo financiero	65
6.2.1	Compra de alevines.....	65
6.2.2	Alimentación.....	66
6.3	Interpretación de cuadro de alimentación	67
6.4	Índice de conversión alimenticia (FCR)	68
6.5	Inversión Inicial del Proyecto	69
6.6	Costo de Producción de Tilapias	70
6.7	Financiamiento del Proyecto:.....	72
6.8	Ventas Netas	72
6.9	Estado de Resultado proyectado a 5 años	74
6.10	Flujo de fondos	75
6.11	Análisis de sensibilidad.....	76
7	Conclusión.....	78
8	Recomendaciones finales.....	79
	Recomendaciones más relevantes:	79
9	Aprendizaje del proceso	80
10	Visión a futuro	82
10.1.1	Estrategias claves para el escalamiento:	84
11	Bibliografía.....	86
12	Anexos	87
12.1	Anexo A. Encuesta aplicada a productores.....	87
12.2	Anexo B. Encuesta a consumidores	88
12.3	Anexo C. Encuesta a actores clave	90
12.4	Anexo D. Desgrabado de entrevistas a actores clave del sector	91

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

FIGURA 1 IMAGEN TILAPIA DEL NILO (OREOCHROMIS NILOTICUS)	19
FIGURA 2 IMAGEN TILAPIA AZUL	20
FIGURA 3 IMAGEN CICLO DE VIDA DE TILAPIA	21
FIGURA 4 TIPOS DE SISTEMAS DE CULTIVOS DE TILAPIAS Y SUS CARACTERÍSTICAS	23
FIGURA 5 IMAGEN DE REFERENCIA TIPOS DE ESTANQUES PARA LA CRÍA DE TILAPIA	23
FIGURA 6 CUADRO MODELO ALIMENTICIO	24
FIGURA 7 BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD	25
FIGURA 8 DESVENTAJAS BIOSEGURIDAD Y RETOS ASOCIADOS A LA BIOSEGURIDAD,	26
FIGURA 9 IMAGEN REFERENCIAL DE SISTEMAS DE CULTIVO	26
FIGURA 10 PRINCIPALES PRODUCTORES (2017-2021)	27
FIGURA 11 - MAPA DE PANAMÁ/ DIVISIÓN POR PROVINCIAS.....	31
FIGURA 12 TABLA COMPARATIVA DE ESTANQUES RÚSTICOS Y GEOMEMBRANAS.	37
FIGURA 13 REPRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS PESTEL, APLICADO AL PROYECTO ACUÍCOLA	39
FIGURA 14 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO FODA HUMPHREY	40
FIGURA 15 REPRESENTACIÓN DE LAS 5 FUERZAS DE PORTER (MICHAEL PORTER 1979),	40
FIGURA 16 DIAGRAMA ISHIKAWA O ESPINA DE PESCADO	41
FIGURA 17 IMAGEN REPRESENTATIVA DE LEAN STARTUP-.....	42
FIGURA 18 RESULTADOS DE ANÁLISIS FODA-	43
FIGURA 19 ANÁLISIS PESTEL.....	44
FIGURA 20- ANÁLISIS 5 FUERZAS DE PORTER	44
FIGURA 21 TIPO DE SISTEMA DE CULTIVO EN BARÚ-	47
FIGURA 22- PRINCIPALES PROBLEMAS DE ESTANQUES.....	48
FIGURA 23- LIMITACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE GEOMEMBRANAS	49
FIGURA 24 – FRECUENCIA DEL CONSUMO DE TILAPIA EN BARÚ	50
FIGURA 25- LUGAR HABITUAL DEL CONSUMO DE TILAPIA	51
FIGURA 26 – CANTIDAD CONSUMIDA POR MES.....	52
FIGURA 27 CUADRO REPRESENTATIVO DE CRITERIOS.	57
FIGURA 28 RESULTADOS DE LAS ALTERNATIVAS IDENTIFICADAS	58
FIGURA 29 IMAGEN REPRESENTATIVA DE UN ESTANQUE CIRCULAR DE GEOMEMBRANA.....	59
FIGURA 30- PLAN DE TRABAJO	60
FIGURA 31- TABLA DE PROGRAMA DE SIEMBRA	62
FIGURA 32-MAPA DE PROCESOS PARA EL CULTIVO DE TILAPIAS,	63
FIGURA 33 CUADRO DE CONDICIONES INICIALES	65
FIGURA 34 GOOGLMAPS-TRAYECTO DE COMPRA DE ALEVINES	65
FIGURA 35 DETALLE DE COSTOS ASOCIADOS A LA SIEMBRA	66
FIGURA 36 PLAN DE ALIMENTACIÓN POR ETAPA	66
FIGURA 37 INTERPRETACIÓN DEL CUADRO DE ALIMENTACIÓN DE LA TILAPIA.....	67
FIGURA 38 CUADRO FCR AL 10%,	68
FIGURA 39 CUADRO FCR AJUSTES DEL 5,1 Y 0%,.....	69
FIGURA 40 DESGLOSE DE INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO.....	70
FIGURA 41 ESTRUCTURA DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN ESTANQUES DE GEOMEMBRANAS.	70
FIGURA 42 GRÁFICO PASTEL - DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA-.....	71
FIGURA 43 CUADRO DE VENTAS ACUMULADAS EN UN PERIODO DE 5 AÑOS.	72

FIGURA 44 DETALLE EN GRÁFICO EN BARRAS DE VENTAS EN 5 AÑOS,	73
FIGURA 45 TABLA DE ESTADO DE RESULTADOS DEL PROYECTO ACUÍCOLA.....	74
FIGURA 46 CUADRO DE FLUJO DE FONDOS DESTACANDO RENTABILIDAD EN VAN, TIR, ROI ...	75
FIGURA 47 CUADRO DE REPRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	76
FIGURA 48 GRÁFICO DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	76
FIGURA 49 REFERENCIAL DE ESTANQUES CON AIREADORES,	79
FIGURA 50 – IMAGEN REFERENCIAL DE ESTANQUES CON AIREADORES.....	82
FIGURA 51 IMAGEN ILUSTRATIVA DE ESCENARIO ÓPTIMO	84

INTRODUCCIÓN

Esta tesis se justifica en la necesidad de explorar nuevas opciones tecnológicas y productivas que nos permitan potenciar la acuicultura en Chiriquí, que pueda generar más empleo y contribuya al desarrollo económico local.

Dicho esto, la acuicultura en los últimos años ha cobrado mucha relevancia debido al aumento de la demanda global de productos acuáticos. En el caso de Panamá, pero principalmente en la provincia de Chiriquí ha mostrado un gran crecimiento con respecto al cultivo de tilapias, debido a que es una especie fácil de manejar, rápida en crecimiento, adaptabilidad y cuenta con buena aceptación en el mercado local. Pero a pesar de estos grandes saltos y crecimientos en Chiriquí, la tilapia también encuentra diversos desafíos los cuales limitan su expansión y el desarrollo del negocio.

Uno de los principales sistemas de cultivos en la región es el sistema rústico o estanques de tierra los cuales usan grandes cantidades de agua, estos a su vez presentan mayor problema de enfermedades, más depredadores, baja eficiencia. En este contexto, si optamos por estanque de geomembrana sería una alternativa para evitar los desafíos que la tilapia podría presentar, con estos estanques tendríamos un mejor uso hídrico que serían el principal recurso que necesitamos, mejores controles con el agua y tendríamos una mayor productividad.

La importancia de este estudio radica no solo en su potencial para mejorar la producción y distribución de tilapias a nivel de Chiriquí, sino también contribuir al modelo de acuicultura sostenible y sirva como referente para las demás provincias que quisieran aplicarlo.

De igual manera se analizarán aspectos financieros, evaluar su rentabilidad a través de indicadores claves como lo son VAN (Valor actual neto) Y TIR (Tasa interna de retorno) lo que nos permitirá evaluar la viabilidad del negocio.

ANTECEDENTES

La tilapia es un pez de origen africano el cual fue introducido a Panamá en los años de 1970 como parte de un programa acuícola impulsado por el gobierno de Panamá, este pez fue promovido debido a que su crecimiento es muy rápido, es resistente a diversas condiciones ambientales y con muy alto valor nutricional.

Inicialmente el cultivo de tilapias se destinó a proyectos de subsistencia en comunidades rurales y con el tiempo evolucionó hacia sistemas comerciales.

La acuicultura en Panamá tiene una historia más extensa ya que para la década de 1950 se han desarrollado cultivos de especies como el camarón y otras variedades de peces de agua dulce.

Actualmente las actividades acuícolas más importantes del País son la siembra de camarones y peces; ya que son unos de los principales rubros de exportación en el país.

Fuentes de la ARAP, en su informe de los primeros 11 meses del 2024 destaca que el camarón, pescado y sus derivados se consolidaron como el primer rubro de exportación de la República de Panamá, el cultivo de tilapias ha ido en aumento con más de 200 unidades de producción registradas en diferentes provincias del país. Estas unidades varían en tamaño ya que hay pequeños productores y hasta productores con sistemas semi intensivos e intensivos.

JUSTIFICACIÓN

El cultivo de tilapias es una oportunidad para contribuir con la seguridad alimentaria y ayudar a dinamizar la economía especialmente en zonas de la provincia de Chiriquí donde existen condiciones ideales para el desarrollo acuícola.

Los estanques de geomembrana ofrecen ventajas sobre los sistemas tradicionales como mejor control del agua, reducción de filtraciones y mayor sanidad. Estos estanques han demostrado ser una alternativa eficaz frente al estanque de tierra. No obstante, su implementación en Chiriquí ha sido limitada principalmente por el desconocimiento sobre sus beneficios reales y por la ausencia de estudios que validen su viabilidad económica en el contexto local.

Por esta razón, esta tesis busca desarrollar un estudio práctico y accesible que evalúe la viabilidad técnica y financiera del cultivo de tilapias en estanques de geomembrana.

También este estudio nos permitirá esclarecer temas como:

- Inversión inicial
- Mano de obra
- Insumos
- Equipo y energía
- Fases de producción y ciclos
- Cosecha y comercialización.

Este estudio no solo beneficiará a los emprendedores actuales y futuros, sino que también puede ser utilizado por instituciones, organismos de financiamiento y entidades públicas. Por otro lado, y de manera muy significativa beneficiará directamente al sector productivo local ya que permitirá a productores de pequeña y mediana escala tomar decisiones, donde podrá decidir si emprender o expandir un cultivo de tilapia.

Ya con un marco claro de inversión, costos, procesos y retornos esta investigación reducirá la incertidumbre que actualmente enfrentan los criadores de tilapia emergentes. En conclusión, el modelo de negocio y viabilidad financiera para el cultivo de tilapias con estanques de geomembrana es pertinente y necesario, ya que llenará un vacío con el conocimiento financiero aplicado y ofrecerá herramienta valiosa para quienes deseen hacer de la acuicultura un negocio sostenible.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Analizar la situación actual del sistema de producción acuícola en estanques rústicos operado por la empresa MAVI en Barú, Chiriquí. Para diseñar y proponer un modelo de mejora basado en la implementación de estanques circulares de geomembrana que incremente la eficiencia, la sostenibilidad técnica y la rentabilidad económica del proyecto.

Objetivos específicos:

- Diseñar y describir el sistema de cultivo de tilapias utilizando estanques de geomembrana, detallando los requerimientos técnicos, materiales, infraestructura y manejo operativo del sistema acuícola.
- Determinar los costos para la inversión inicial, costos de operación y mantenimiento, para poder determinar si es rentable producir tilapias en estanques de geomembrana.
- Realizar un estudio de mercado local y regional para identificar la demanda de la tilapia para la provincia de Chiriquí, precio de venta, canales de distribución.
- Identificar y proponer buenas prácticas para mejorar el uso del agua para los estanques, orientadas a minimizar el impacto ecológico y poder optimizar el uso de esta.
- Proponer un modelo de negocio que se pueda repetir, copiar y que sea sostenible donde pueda ser implementado por emprendedores locales, cooperativas y así contribuir con el desarrollo económico

ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcances:

- El proyecto permitirá establecer un modelo de cultivo adaptado a las condiciones geográficas y climáticas de la región de Chiriquí.
- Se desarrollará un análisis detallado de todos los aspectos técnicos del sistema (infraestructura, manejo de agua, alimentación etc.)
- Se elaborará un estudio económico detallado el cual incluirá costos reales de materiales, mano de obra, producción y comercialización.
- A partir de los resultados obtenidos podremos elaborar recomendaciones prácticas para optimizar el sistema y facilitar su adopción en las comunidades.
- Se propondrá buenas prácticas sostenibles y cuidado del ambiente en el cual se maneja de manera eficiente el recurso hídrico y en el cual se fomentará un sistema de cultivo más limpio comparado con los demás sistemas de cultivo.
- El estudio servirá como una guía para todo aquel que quiera incursionar en el cultivo de tilapias en estanques de geomembrana.
- Fomentar al emprendimiento el cual sirva para motivar y capacitar a jóvenes, pequeños productores que estén interesados y generar ingresos sostenibles a través de la acuicultura.

Limitaciones:

- Falta de apoyo financiero, ya que es muy difícil como emprendedores optar por un apoyo por parte de bancos, subsidios o financiamiento por parte gubernamental es muy limitado.
- Falta de acceso a tecnología especializada
- Escasa información para obtener costos para la producción de tilapias.
- La falta de conocimiento al incursionar en el cultivo de peces es que la mayoría de los que emprenden no cuentan con el conocimiento del manejo acuícola, por ende, afecta los resultados a corto, mediano y largo plazo. A su vez, la ausencia de programas, incentivos o el acompañamiento técnico por parte del estado limita el desarrollo de esta actividad.
- Costos variados en la compra de la geomembrana.

- Crecidas de ríos, fuertes lluvias, sequías, todos estos factores influyen para la cría de peces ya que pueden alterar la calidad del agua o generar pérdidas en la producción.
- Poca variedad de alimento, acceso limitado a alimentos balanceados lo que puede afectar el crecimiento de los peces y elevar los costos operativos.

HIPÓTESIS

Podría ser más económico a largo plazo el uso de estanques de geomembrana en comparación con los demás estilos de cultivos, debido a que este tipo de estanque revestido produce un impacto ambiental mucho más positivo frente al cultivo tradicional que son los estanques de tierra; este tipo de implementación permitirá tener mucho más rentabilidad económica en comparación con los estanque de tierra, debido a que se reducen las pérdidas por filtración, se aprovechará mucho mejor el alimento, mejor control de depredadores y optimización de los recursos lo cual se traduce a un mayor retorno sobre la inversión.

Bajo el enfoque de Lean start up, se planteará validar mediante pequeñas pruebas controladas (mínimo producto viable) permitirá optimizar los recursos, reducir los riesgos y acelerar el aprendizaje antes de escalar el modelo en toda la finca.

METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque metodológico mixto, combinando herramientas cualitativas y cuantitativas con el propósito de comprender a profundidad las condiciones actuales del sistema productivo y sustentar la viabilidad técnica de la propuesta de mejora, según Hernández, Fernández y Baptista -Metodología de la investigación - (2014), el enfoque mixto no solo nos permitirá entender el fenómeno de forma numérica, sino desde la interpretación y análisis contextual del mismo, lo cual es fundamental ya que nos ayudará a comprender la realidad del sistema de cultivo rústico y lo que implica migrar al sistema de geomembrana.

Tipo y diseño de Investigación:

Se opta por una investigación aplicada, dado que busca ofrecer soluciones prácticas al sector acuícola local, el diseño es no experimental y de carácter descriptivo-explicativo ya que se observarán las condiciones actuales de los sistemas rústicos donde se describirán sus desventajas y se explicará el impacto positivo al implementar estanques con geomembrana, mientras que el componente Cualitativos será mediante entrevistas al personal de campo, técnicos, consumidores e inversionistas. Este componente permite entender percepciones, necesidades, barreras y oportunidad desde distintos actores del ecosistema productivo mientras que el Cuantitativo se basará en recopilar y analizar todos los datos de siembra, tiempos de cosecha y otros parámetros operativos clave, incluso en forma comparativa entre el sistema rústico y modelo de propuesto, medir y analizar datos numéricos relacionados con la producción, costos, eficiencia y otros indicadores claves antes y después de la implementación de los estanques de geomembrana.

Instrumentos de recolección de datos

- Encuestas estructuradas: las cuales serán dirigidas a productores locales y así poder identificar variables productivas y económicas.
- Entrevistas semi-estructuradas: destinadas a realizarse a técnicos, personal de ARAP, expertos en acuicultura, proveedores para poder conocer las limitaciones, oportunidades y desafíos al optar por migrar a esta tecnología.
- Observación directa: observar los estanques actuales, documentar cómo se manejan actualmente, evaluar los resultados.

Herramientas de análisis estratégico

1. FODA: Este modelo propuesto por Wehrich (1932), nos será útil para definir estrategias realistas de mejoras basadas en las condiciones actuales del productor y el mercado.
2. PESTEL: Johnson, Scholes y Whittington, esta herramienta nos permite poder identificar el contexto macro ambiental que puede influir positiva o negativamente en el desarrollo del proyecto.
3. Cruz de Porter: Propuesto por Michael Porter en 1979 nos guía a poner foco a los clientes, proveedores, productos sustitutos, nuevos competidores y la competencia.
4. Diagrama de espina de pescado / Ishikawa: Este modelo, que fue desarrollado por Kaoru Ishikawa nos permitirá estructurar gráficamente las causas en categorías como métodos, materiales, mano de obra, medio ambiente y maquinaria y así facilitando el análisis y priorizando las mejoras.
5. Lean Startup: este enfoque nos ayudará a disminuir nuestro riesgo de inversión.

La selección de este diseño metodológico responde a la necesidad de generar soluciones concretas, viables y sostenibles con el tiempo, a través de un análisis realista del entorno y de la interacción entre actores claves del proceso productivo. Esto permite que el resultado final no solo tenga un valor académico sino también un alto impacto para la empresa.

1 Capítulo 1 MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción al marco teórico

Este marco teórico proporciona los fundamentos conceptuales y técnicos para comprender y justificar un plan de mejora en un sistema de cultivo de tilapias en estanques con geomembrana.

En América Latina y principalmente en Panamá el cultivo de peces representa una oportunidad viable para diversificar la economía rural, generar ingresos y mejorar la seguridad alimentaria. La tilapia se posiciona como la especie que más se cultiva en este país debido a sus bajos costos, mantiene una buena aceptación y alta adaptabilidad.

Para evaluar la efectividad de la transición de estanques rústicos a sistemas de geomembrana en la producción de tilapia, alineado con la metodología lean startup, se recomienda aplicar un método de evaluación basado en el ciclo Construir- medir y aprender, este enfoque nos permitirá validar la hipótesis de mejora de una manera ágil y con un uso eficiente de recursos; también se incluirá análisis estratégico del entorno como herramientas FODA y PEST.

La creciente demanda de proteína de origen acuático a nivel mundial ha impulsado el desarrollo de sistemas productivos más eficientes y sostenibles dentro del sector acuícola. En este contexto, la acuicultura se ha posicionado como una alternativa estratégica para el fortalecimiento de economías rurales y la optimización del uso de recursos naturales, especialmente en países con condiciones climáticas favorables como Panamá.

El cultivo de tilapia, en particular, presenta características que lo hacen altamente competitivo dentro de los sistemas acuícolas de pequeña y mediana escala. Su capacidad de adaptación a distintas en la conversión alimenticia permiten que esta especie sea una opción viable para productores que buscan estabilidad productiva y rentabilidad económica. Sin embargo, estas ventajas pueden verse limitadas cuando el sistema de producción carece de control técnico adecuado.

En la provincia de Chiriquí, el cultivo de tilapia se desarrolla mayoritariamente en sistemas tradicionales basados en estanques rústicos, los cuales presentan restricciones estructurales y operativas que afectan la eficiencia del proceso productivo, entre estas limitaciones se encuentran la dificultada para controlar la calidad del agua, la acumulación de sedimentos y la ausencia de registros técnicos sistemáticos, factores que inciden directamente en la productividad y en los resultados económicos del cultivo.

1.2 Justificación de los fundamentos teóricos

Esta investigación requiere de fundamentos teóricos sólidos para validar la transición tecnológica de sistemas rústicos a sistemas de estanques con geomembrana, contemplando conocimientos de la acuicultura moderna, economía rural y la gestión estratégica.

1.3 Especies de tilapia de mayor cultivo en Panamá

En Panamá contamos con varios tipos de tilapias de las cuales todas están disponibles en alevines durante todo el año en el sector de Gualaca en la provincia de Chiriquí y en Divisa provincia de Veraguas, siguientemente las detallo:

1. Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*): esta es la especie más cultivada en Panamá y en el mundo, debido a que tiene buena tolerancia al hacinamiento, a su tipo de alimentación y el crecimiento es muy rápido, por el cual es el tipo de tilapias que necesitamos para nuestro cultivo ya que su ciclo de cultivo es corto (4 a 6 meses), lo que la convierte en la tilapia ideal para nuestro estanque de geomembrana. (carne blanca, rápido crecimiento y alta resistencia (FAO, 202, p.33)



Figura 1 Imagen Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Nota. Fuente: Ministerio de la producción de Perú (s.f.) <https://rnia.produce.gob.pe/la-tilapia-el-pez-mas-abundante-del-mundo-y-el-de-mas-facil-reproduccion/>

2. Tilapia azul (*Oreochromis aureus*):_ Este tipo de tilapia es conocida por alta resistencia a climas de baja temperatura, por lo cual es indicada para cultivos que se encuentren situados en climas fríos o con variaciones térmicas. Este tipo de tilapias es valorada por su calidad de carne y rusticidad.



Figura 2 Imagen Tilapia azul
Nota. Fuente: Inaturalist (s.f.)

https://colombia.inaturalist.org/taxa/121302-Oreochromis-aureus/browse_photos

3. Tilapia roja (híbrido de oreochromis spp): este tipo de tilapia es color rojo y es el resultado del cruce de varias especies niloticus, mossambicus y aureus. Tiene buena respuesta en el mercado debido a su color rojizo, su sabor suave y buena calidad de filete.

Este tipo de tilapia se cultiva para mercado local y para exportación. Los híbridos de tilapia roja han sido seleccionados por su atractivo comercial y rendimiento en condiciones intensivas de cultivo. (FAO, 2010, p42)



Figura 3 Tilapia roja

Nota. Fuente: Proyectos Peruanos (s.f.)

<https://proyectosperuanos.com/tilapias-genetica/>

Ya siendo citadas los diferentes tipos de tilapia cabe mencionar que la mejor tilapia para comercializar es la tilapia del Nilo debido a que:

1. Es la especie más estudiada

2. Mayor crecimiento
3. Cuenta con mayor disponibilidad
4. Rendimiento en filetes
5. Se adapta al clima de Barú, Chiriquí.
6. Alevines certificados
7. Se adapta a estanques de geomembrana.

La tilapia del Nilo según ARAP 2023 es el principal producto de exportación acuícola en forma de filete.

1.4 Ciclo de vida de la Tilapia del Nilo

Consisten en varias etapas:

1. Huevo
2. Larva
3. Alevín
4. Juvenil y
5. Adulto

La madurez sexual de las tilapias es alcanzada entre los primeros 6 meses, esto dependerá tanto de las condiciones ambientales y el tipo de especie.

Las tilapias son peces ovíparos lo cual hacen incubación bucal, lo cual cuidan los huevos en su boca hasta que los huevos eclosionan y puedan nadar por sí mismas.

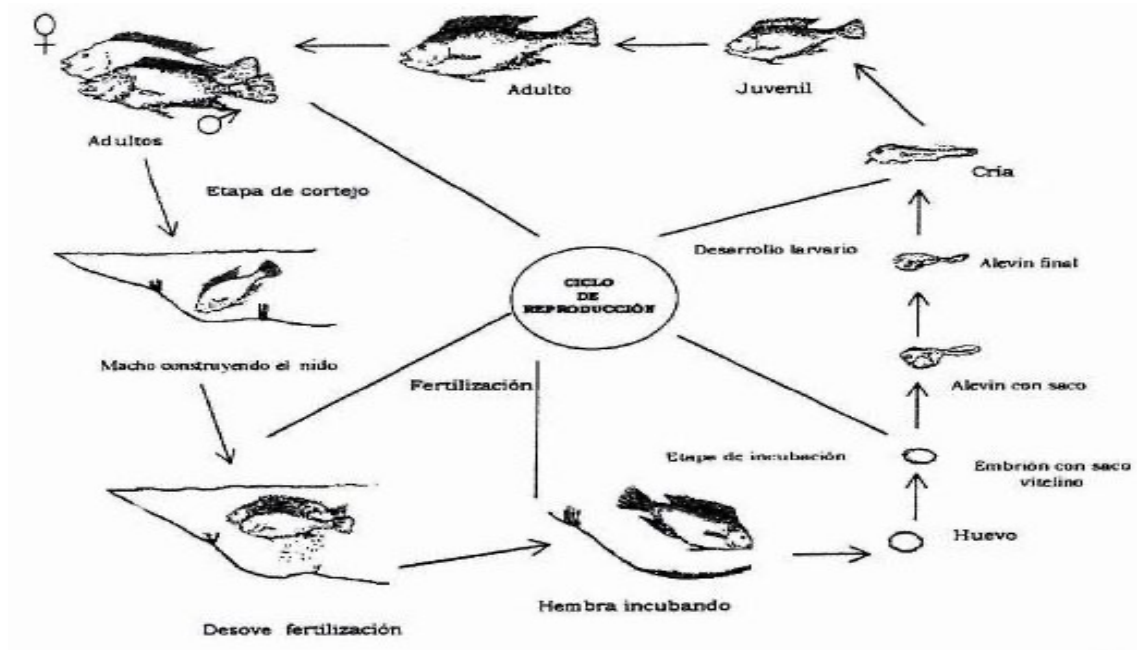


Figura 3 Imagen ciclo de vida de tilapia
 Nota. Fuente: Ciclo de vida (s.f.)
https://ciclodevida.net/de-la-tilapia#google_vignette

1.5 La tilapia como interés económico:

Desde un punto de vista económico la siembra o cultivo de tilapias es una actividad de bajo riesgo debido a que tiene ciclos cortos, bajo costos operativos y otorga buen margen de beneficio.

Según la FAO (2020), la acuicultura representa más del 50% de la producción mundial de pescado destinado al consumo humano. En América Latina, países como Panamá han reconocido la acuicultura como un sector con alto potencial para el desarrollo rural y la generación de ingresos. La tilapia es una de las especies más cultivadas a nivel global debido a su rápido crecimiento y costos bajos de producción.

Es un producto ideal para mercados pequeños locales, restaurantes y supermercados, los cuales actualmente mantienen mucha demanda.

Estos factores la hacen idónea para migrar a sistemas más eficientes como los sistemas de geomembrana.

1.6 Tipos De Cultivos:

Dependiendo de la calidad del agua, el manejo del agua, territorio y otros factores se puede considerar de las siguientes formas:

- Extensivo
- Semi intensivo
- Intensivo

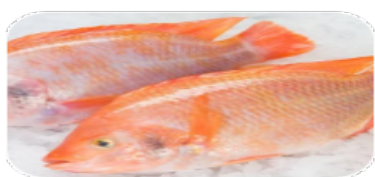
#	TIPO DE SISTEMA DE CULTIVO	CARACTERÍSTICAS	USO DE ESTANQUE RÚSTICO	USO ESTANQUE GEOMEMBRANA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1	EXTENSIVO	Baja densidad (0.5-1.5 peces/m ²) poca o ninguna alimentación, se basa en fertilización orgánica no requiere tecnología	utilizado en lugares rurales y tiene bajo costos iniciales	No muy común por sus altos costos iniciales	Nos ayuda a tener mejor calidad del agua, ideal si deseamos una transición futura a semi o intensiva.	obtenerlo y no sacarles el mayor provecho no daría por resultado una inversión innecesaria.
2	SEMI INTENSIVO	Aumenta la densidad de 2-5 peces por m ² , control del agua, cosecha por lotes	mayor limpieza y drenajes constantes	mayor facilidad de limpieza, recambios de agua, mejor administración de alimento	mayor calidad, mejor control sanitario, mayor	Necesita inversión inicial en geomembrana, sistemas de

					manejo técnico, menos mortalidad	drenajes, capacitación mínima.
3	INTENSIVO	aumenta la densidad de 8-15 x m2 necesita oxigenadores, alimento balanceado, más monitores, bioseguridad	Riesgo alto en enfermedades	facilita limpieza, oxigenación, monitoreo	especial para uso comercial, ya que mantienen más ciclos	Requiere conocimiento, alta inversión, personal capacitado

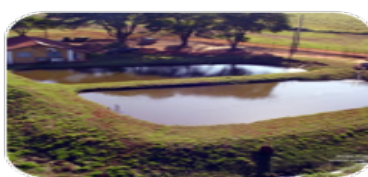
Figura 4 tipos de sistemas de cultivos de tilapias y sus características

Fuente: Elaboración propia

1.7 Sistemas de cultivo: De estanques rústicos a geomembrana



Tilapia



Estanque rustico



Estanque geomembrana

Figura 5 Imagen de referencia tipos de estanques para la cría de tilapia

Fuente: Elaboración propia

Los estanques tradicionales rústicos son de excavación y mantienen un modelo “standard” con medidas de 10mx20m, este tipo de estanques son llenados por agua a gravedad y de igual manera a gravedad tiene el drenaje de salida con el fin de evitar disminuir costos en concepto de energía, estos son realizados por pequeños productores y medianos productores.

- A. Este tipo de estanques mantienen limitaciones como
- B. filtraciones,
- C. dificultad control de parámetros
- D. riesgo de erosión y deslizamiento de talud
- E. aumento en la aparición de enfermedades y parásitos
- F. acumulación de lodo

G. fugas y roturas

H. Menor densidad de siembra posible.

Por otro lado, los estanques de geomembrana son de plástico impermeable, nos permiten una mayor eficiencia como: un mejor control de la calidad del agua, riesgo bajo a enfermedades, menor mortalidad, mayor rendimiento por metro cúbico, facilidad de limpieza.

Para un plan de mejora en emprendimiento acuícola este cambio de tecnología es un paso necesario y lógico.

1.8 Alimentación:

Es la parte fundamental para que todo ser vivo se pueda desarrollar, la tilapia por ser omnívora por lo tanto su alimentación es variada, desde vegetación macroscópica, algas unicelulares y tendiendo hacia el zooplancton. Una de sus principales características es que pueden comer vegetales, frutas como también los suministrados artificialmente.

Alimentación

Aspecto	Estanque Rústico	Estanque con Geomembrana
Tipo de alimento utilizado	Combinación de alimento natural y balanceado (menos controlado)	Alimento balanceado específico por etapa de crecimiento
Frecuencia de alimentación	1-2 veces al día	2-4 veces al día (automatizado o manual)
Control de raciones	Bajo control; alimentación al voleo	Alto control, uso de alimentadores automáticos o monitoreo visual
Eficiencia alimenticia (FCR)	1.8 a 2.5	1.3 a 1.6
Pérdida de alimento	Alta, por dispersión y consumo desigual	Baja, mejor distribución y consumo uniforme
Costo alimentario por kg de tilapia	Más alto debido a menor eficiencia	Más bajo por mejor conversión
Impacto en calidad del agua	Mayor, por exceso de materia orgánica no consumida	Menor, por mayor control del alimento y limpieza del fondo

Figura 6 Cuadro modelo alimenticio
Fuente: Elaboración propia

En los estanques especialmente en los de geomembrana la alimentación constituye en lo más importante para el cultivo, estos alimentos balanceados están balanceados en base a la medida o requerimientos específicos de la tilapia según su etapa de desarrollo, por lo cual garantiza el uso necesario de proteínas, vitaminas y minerales esenciales. El porcentaje variará por el tamaño del pez, ya que en su etapa de alevín estará el % entre

40% y 45% debido a su etapa de crecimiento, en etapas juveniles aproximadamente 30 % a 38% y en su etapa de engorde se reduce de 28% a 32%, optimizando el balance entre crecimiento y costo de producción.

Por lo tanto, una buena planificación nutricional es fundamental para poder garantizar la rentabilidad del cultivo, obtener buen crecimiento y supervivencia.

1.9 Bioseguridad:

La bioseguridad en la acuicultura es muy importante porque nos ayuda a prevenir, controlar y reducir cualquier riesgo sanitario que afecten la salud de los peces.

La elección de forma de cultivo influye mucho en la eficacia de estas medidas, este trabajo compara los niveles de bioseguridad en estanques rústicos y estanques de geomembrana.

Bioseguridad en estanques de Geomembrana

Su estructura principalmente permite un mejor control del agua y parámetros como la oxigenación y la temperatura a su vez ofrecen un mejor entorno más controlado y sanitario. Este tipo de estanque impide el contacto directo del agua con el suelo lo que reduce el riesgo de parásitos y otros patógenos presentes en la tierra.

1.10 VENTAJAS DE BIOSEGURIDAD:

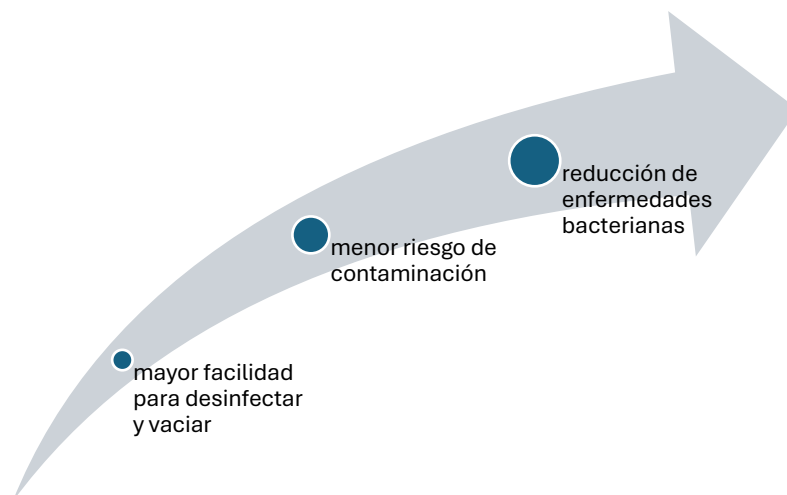


Figura 7 Beneficios de implementar medidas de Bioseguridad
Fuente: Elaboración propia

1.11 Bioseguridad en Estanques rústicos

Principalmente este tipo de estanque es mucho más económicos que otro tipo de estanque ya que están hechos directamente en el terreno natural, pero este tipo de estanques presentan desventajas por su contacto directo con la tierra por lo cual tiene desventajas

en términos de bioseguridad, algunos ejemplos serían: bacterias, hongos, parásitos que afectan la salud del pez como también los sedimentos acumulados, la dificultad para desinfectar completamente entre ciclos representan un riesgo constante.

1.12 Desventajas:

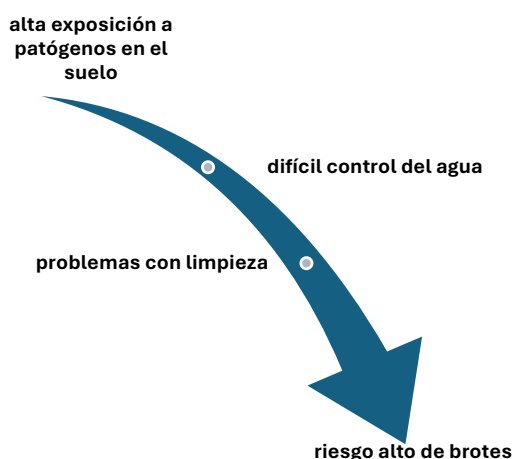


Figura 8 Desventajas bioseguridad y retos asociados a la bioseguridad,
Fuente: Elaboración propia

1.13 Criterios Para La Mejora Del Sistema De Cultivo

ASPECTO TÉCNICO	ESTANQUES DE TIERRA	JAULAS	GEOMEMBRANA
Costo inicial	bajo	medio	medio - alto
Filtración de agua	alta	nula	nula
Control Sanitario	bajo	bajo	alto
Productividad x m2	media	alta	alta
Mantenimiento	alto	medio	bajo
Ciclos de engorde	largos	medio	cortos

Figura 9 Imagen referencial de sistemas de cultivo
Fuente: Elaboración propia

Podemos notar que el sistema de geomembranas es más costoso al inicio, pero nos permite reducir pérdidas por enfermedades, controlar mejor la producción y obtener más ciclos por año lo que se traduce a una mejor rentabilidad.

1.14 Parámetros técnicos del cultivo de tilapias en geomembrana

Dentro de los parámetros que debemos mantener para tener un cultivo exitoso y óptimo son: temperatura 26°C a 30°C, oxígeno disuelto mínimo 5 mg/L, pH entre 6.5 a 8.5, amonio menos a 1mg / L, profundidad de 1.2 a 1.5 metros.

La supervisión constante es necesaria para poder llevar un buen control de oxígeno, eliminar el estrés, controlar enfermedades y de ser necesario tener un sistema de aireación.

2 Capítulo 2. SECTOR Y LA EMPRESA

2.1 Panorama Global de la tilapicultura

La tilapia es una de las especies más cultivadas a nivel mundial por su fácil adaptabilidad, rápido crecimiento y demanda en los mercados.

En 2022 la producción de tilapia global alcanzó las 6.8 millones de toneladas, representando un 8.3% de la producción mundial de peces de aleta en acuicultura.

El mercado global fue valorado en 10.28 mil millones de dólares para el 2023, con proyecciones de crecimiento sostenido debido a la creciente demanda y mejoras tecnológicas según globenewswire 2024. www.was.org

2.2 Principales países productores de tilapia

1. China: líder mundial en producción de tilapia con más de 1.3 millones de toneladas
2. Indonesia: segundo productor mundial
3. Egipto: principal productor en África
4. Filipinas: importante productor en Asia.
5. Bangladesh: Productor relevante en Asia con una producción significativa
6. Vietnam: Productor notable en Asia, con producción considerable.
7. Tailandia: Productor destacado en Asia
8. Colombia: Productor importante en América
9. Brasil: Productor relevante en América del sur.

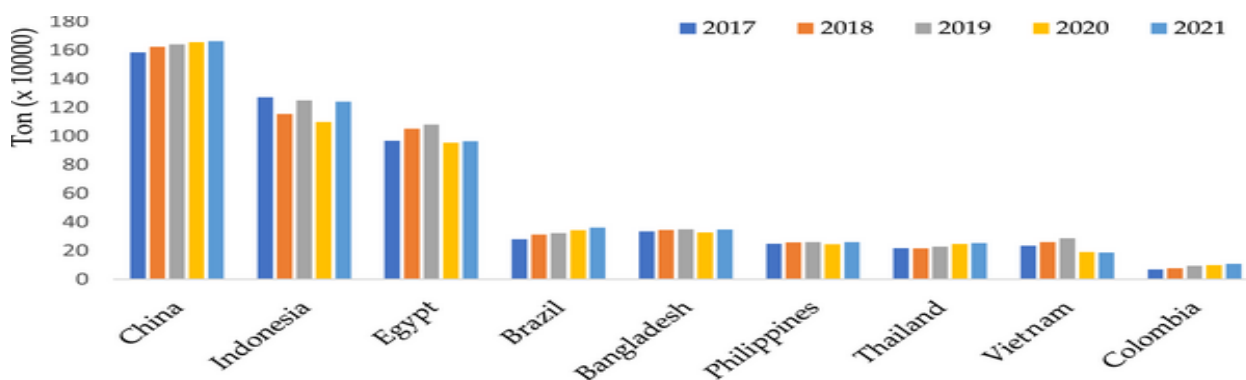


Figura 10 Principales productores (2017-2021)

Nota. Fuente: FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024
<https://openknowledge.fao.org/items/>

2.3 Países productores de tilapia en América:

1. México: noveno productor mundial
2. Colombia: mantiene una producción destacada
3. Brasil: mantiene una producción considerable
4. Ecuador: mantiene una producción significativa
5. Honduras: Mantiene una producción considerable.
6. Costa Rica: mantiene una producción considerable
7. Perú: Productor importante en América del sur
8. Panamá: productor notable en América central, producción considerable.
9. Cuba: Productor relevante en el caribe.
10. E. U: productor considerable en América del norte.

2.4 Panorama del sector acuícola en Panamá, estadísticas y tendencias

Históricamente Panamá tuvo intentos significativos para la producción comercial de tilapias, especialmente para los inicios del 2000, principalmente orientados a la exportación de filete frescos a Estados Unidos; sin embargo, la producción de tilapias ha enfrentado altibajos, registros de la FAO demuestran que la tilapia en Panamá creció de apenas 2 toneladas en 2003 a un pico de 294 toneladas en 2007, pero luego disminuyó entre 127 toneladas a 147 toneladas anuales para el año 2008- 2010.

Para el 2023 la producción pesquera alcanzó las 113,598 toneladas (capturas más cultivos), dando un aumento del 36.3% respecto al 2022, de este total la acuicultura aportó 13,605 toneladas.

La mayor parte de la acuicultura en Panamá proviene del camarón, bójala entre otros.

En cambio, con la tilapia no se mantiene una cifra exacta debido a la falta de información de las empresas provenientes de este rubro.

A pesar de su baja contribución actual, la tilapia es reconocida por su gran contribución nutricional y su gran potencial productivo, a nivel global es el segundo pez más cultivado después de la carpa, con una producción mundial de 6.4 millones de toneladas valoradas en 9.8 mil millones en 2015.

En Panamá se han identificado condiciones favorables para expandir la tilapicultura: disponibilidad de fuentes de agua dulce, un clima tropical propicio para el crecimiento rápido del pez durante todo el año y la existencia de centros de producción de alevines de tilapia roja y gris capaces de abastecer a los productores locales.

La ARAP (Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá) promueve e incentiva la siembra y consumo de tilapias, destacando su alto valor nutricional y el gran potencial en el mercado internacional.

En el contexto internacional Panamá podría aprovechar sus ventajas logísticas y geográficas para insertarse en los mercados de tilapia.

Actualmente, la mayor parte de la tilapia cultivada en Panamá se destina al consumo interno o a ventas en vivo/frescas en la localidad; sólo las fincas de mayor escala procesan filetes para exportación.

Con la tendencia global de crecimiento sostenido en la demanda de tilapia especialmente en Norte América, Europa y Asia, existe una ventana para que la tilapicultura en Panamá resurja, enfocándonos en productos de alta calidad y en prácticas sostenibles que nos permitan diferenciarnos.

Este escenario evidencia que el desempeño histórico de la tilapicultura en Panamá no responde a la ausencia de condiciones naturales favorables, sino más bien a limitaciones estructurales, técnicas y organizativas que han condicionado su desarrollo sostenido en el tiempo. La falta de continuidad en los proyectos productivos, sumada a una escasa tecnificación de los sistemas de cultivo ha impedido consolidar un modelo competitivo que permita aprovechar plenamente el potencial de esta especie.

Asimismo, la experiencia histórica demuestra que los intentos orientados exclusivamente a la exportación, sin un fortalecimiento previo del mercado interno y sin una adecuada planificación técnica y financiera, tienden a presentar mayores riesgos de sostenibilidad. En este sentido, la dependencia de mercados externos exige estándares elevados de calidad, trazabilidad y volumen constante, requisitos que resultan difíciles de cumplir cuando los sistemas productivos carecen de control y estandarización. La ausencia de información estadística actualizada y sistematizada sobre la producción de tilapia constituye otro factor limitante para el crecimiento del sector. La carencia de registros confiables dificulta la toma de decisiones tanto a nivel de los productores como de las entidades responsables de diseñar políticas públicas de apoyo al sector acuícola. Esta situación refuerza la necesidad de promover modelos productivos que incorporen prácticas de registro, monitoreo y evaluación continua del desempeño productivo.

Adicionalmente la adopción de prácticas sostenibles se vuelve un elemento clave para garantizar la competitividad del sector en el mediano y largo plazo. Los mercados internacionales muestran una creciente preferencia por productos acuícolas obtenidos

bajo esquemas de producción responsables con el medio ambiente, lo que representa una oportunidad para diferenciar la tilapia panameña mediante la implementación de sistemas productivos más eficientes y sostenibles.

Desde una perspectiva estratégica, la reactivación de la tilapicultura nacional no solo implica mejorar los aspectos técnicos del cultivo, sino también fortalecer la articulación entre productores, instituciones gubernamentales y actores del mercado. El acompañamiento técnico, el acceso a financiamiento y la capacitación continua del recurso humano se presentan como elementos fundamentales para consolidar un sector acuícola más competitivo y resiliente. En consecuencia, el desarrollo de proyectos orientados a la mejora de los sistemas de cultivo de tilapias, como el propuesto en el presente estudio, se alinea con la necesidad de impulsar un modelo productivo más eficiente, sostenible y adaptado a las condiciones reales del entorno panameño. Esta visión permite sentar las bases para un crecimiento ordenado del sector, aprovechando las ventajas naturales del país y respondiendo a las exigencias de un mercado cada vez más competitivo.

2.5 Análisis por provincias

Las provincias con mayor producción de tilapias son Chiriquí, Veraguas y Panamá Coclé. Chiriquí destaca por sus ventajas agroecológicas: agua abundante, buen clima y acceso a mano de obra capacitada. No obstante, la mayoría de los productores aún emplea estanques rústicos. La migración hacia sistemas semi-intensivos con geomembrana circulares permitiría mejorar la calidad del agua, salud de los peces y la eficiencia en el uso del espacio y recursos.

Panamá



Created with paintmaps.com

Figura 11 - Mapa de Panamá/ División por provincias
Nota. Fuente: Shutterstock (s.f.) Mapa de Panamá, División por Provincias
<https://www.shutterstock.com/es/search/panama-region-map>

1. Chiriquí	93,860 libras
2. Veraguas	33,141 libras
3. Coclé	22,426 Libras
4. Panamá Oeste	16,883 Libras
5. Los Santos	14,100 Libras
6. Panamá	3,323 Libras
7. Darién	278 Libras
8. Bocas Del Toro	263 Libras

La concentración de la producción de tilapias en provincias como Chiriquí, Veraguas y Coclé responde no solo a disponibilidad de recursos naturales, sino también a la experiencia acumulada de los productores y a la cercanía con mercados de consumo. Sin embargo, el nivel de desarrollo productivo presenta diferencias significativas entre regiones, influenciadas por factores como el acceso a asistencia técnica, infraestructura y capacidad de inversión.

En el caso de la provincia de Chiriquí, a pesar de contar con condiciones agroecológicas altamente favorables, persisten limitaciones relacionadas con la baja tecnificación de los sistemas productivos. El uso predominante de estanques rústicos genera dificultades para mantener parámetros de calidad de agua estables, lo que incide en la sanidad de los peces y en la variabilidad de los resultados productivos entre ciclos. Esta situación reduce la capacidad de los productores para incrementar densidades de siembra y alcanzar economías a escala.

La transición hacia sistemas semi-intensivos con estanques circulares de geomembrana representa una alternativa viable para superar estas limitaciones, ya que permite un mayor control del ambiente de cultivo y una gestión más eficiente del recurso hídrico. La geometría circular favorece una mejor circulación del agua y la acumulación controlada de sólidos, facilitando las labores de limpieza y reduciendo el estrés en los peces. Asimismo, estos sistemas optimizan el uso del espacio disponible, aspecto relevante en zonas donde la expansión territorial del cultivo es limitada.

Por su parte, provincias como Veraguas y Coclé presentan un desarrollo acuícola más disperso, con sistemas productivos generalmente de menor escala y orientados principalmente al abastecimiento del mercado local. En estas regiones, la adopción de tecnologías más eficientes se ve condicionada por factores como el acceso limitado a financiamiento y la menor disponibilidad de acompañamiento técnico especializado. No obstante, la implementación gradual de sistemas con geomembrana podría contribuir a mejorar la productividad y reducir los riesgos operativos asociados a los métodos tradicionales.

En términos generales, el análisis por provincias evidencia que el potencial de crecimiento de la tilapicultura en Panamá está estrechamente vinculado a la capacidad de los productores para modernizar sus sistemas de cultivo. La adopción de tecnologías que mejoren el control productivo y promuevan el uso eficiente de los recursos constituye un elemento clave para fortalecer la competitividad del sector a nivel regional y nacional.

2.6 LA EMPRESA

MAVI ubicada en Barú, Provincia de Chiriquí, es una empresa que ha incursionado en el sector acuícola desde el año 2022. Inicialmente, su participación se centró en servicios para siembra y cultivo de bójala (*seriola rivoliana*) en mar abierto, brindando además servicios especializados en transporte de peces y mantenimiento de jaulas flotantes para sistemas offshore. Desde el 2024, MAVI ha iniciado una etapa de transición hacia la piscicultura continental, en colaboración directa con la ARAP (AUTORIDAD DE LOS RECURSOS ACUÁTICOS DE PANAMÁ), orientada a la reconversión de sus sistemas de cultivo.

Esta nueva fase busca reemplazar los estanques rústicos a estanques circulares de geomembrana, con el fin de mejorar la eficiencia, el control sanitario y la sostenibilidad de la producción de tilapia en la región.

Actualmente, la empresa opera dos estanques rústicos de 300m² cada uno bajo condiciones de densidad baja a media (2-3 peces/m²), estos estanques albergan de 600 a 900 tilapias por unidad, el ciclo de cultivo suele extenderse de 6 a 7 meses hasta alcanzar los 600 gramos por pez. La alimentación se basa en alimentación de forma manual de concentrado comercial, sin ningún cronograma ni control preciso de la biomasa.

No se realizan muestreos semanales de crecimiento ni monitoreo de parámetros de control del oxígeno ni del agua adicionalmente, lo cual interfiere en la posibilidad de hacer los ajustes técnicos durante el ciclo. Adicionalmente la operación no cuenta con registros productivos, no se lleva un control de mortalidad, lo cual dificulta la toma de decisiones informadas y sostenibles a largo plazo.

2.7 Misión, visión

- Misión: Producir tilapias de calidad en un sistema tecnificado y ambientalmente responsable, que contribuya a la seguridad alimentaria, el desarrollo económico local y la región acuícola en la región.
- Visión: ser una empresa reconocida por su sostenibilidad y su tecnificado en la provincia de Chiriquí, a su vez sea reconocida por sus buenas prácticas, generadora de empleo local capacitados, acceso a mercados locales con productos frescos.

2.8 Objetivos de la unidad productiva:

- Migrar a sistemas de geomembrana
- Aumentar el uso del agua y del alimento balanceado
- Realizar muestreos, generar datos técnicos y económicos reales que nos permita escalar la producción de forma rentable.

2.9 Tipo de Modelo de negocio

Este modelo de negocio está enfocado en la venta directa de tilapia fresca entera para los mercados locales, restaurantes de la zona, supermercados de la zona y a clientes individuales.

La producción se organiza en ciclos planificados de engorde de 5 a 6 meses, con rotación escalonada para asegurar la continuidad de la oferta.

El modelo se apoya en prácticas tradicionales de manejo, con la alimentación diaria basada en alimento balanceado y seguimiento empírico de los ciclos de engorde, lo cual presenta limitaciones técnicas.

Estas limitaciones han comenzado a comprometer la rentabilidad de la operación, especialmente durante épocas secas, en aumento de los insumos entre otras.

Ante esta situación se ha iniciado una etapa de evaluación técnica y económica para la transición progresiva a sistemas con geomembrana. Esta propuesta forma parte del presente plan de mejora, que no busca solo reemplazar los estanques sino también mejorar el sistema de cultivo, comercializarlo con una buena gestión técnica.

3 Capítulo 3. INVESTIGACIÓN, RELEVAMIENTO Y DIAGNÓSTICO

3.1 Intención del estudio

Esta investigación se justifica por la necesidad de mejorar la eficiencia técnica y económica para el cultivo de tilapias en la zona de Chiriquí, donde la mayoría de los estanques son rústicos con muchas limitaciones, ante este escenario queremos implementar el sistema con geomembranas ya que surge como alternativa viable donde se podrán optimizar los recursos.

El estudio no solo pretende evaluar la viabilidad de esta mejora tecnológica, sino también aplicar herramientas de análisis estratégico y modelos de validación como el Lean Startup, para estructurar un modelo de negocio adaptado a las condiciones locales y a su vez también sirva de guía a los demás productores.

3.2 Planteamiento del problema

La provincia de Chiriquí cuenta con muy buena cantidad de recursos hídricos para el desarrollo de la acuicultura, sin embargo, el desarrollo de la tilapia no ha alcanzado su más alto potencial debido a la falta de estrategias innovadoras que garanticen una rentabilidad y sostenibilidad del negocio.

Otro de los principales problemas es la falta información precisa por parte de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) lo que dificulta a los nuevos acuicultores contar con una información actualizada y confiable, también al no contar con un análisis financiero sólido que permita evaluar la viabilidad económica de las diferentes escalas de producción, el no contar con una estructura clara de costos, la falta de una guía específica sobre los manejos financieros y operativos de estanques con geomembrana deja a las personas interesadas sin una referencia clara para poder tomar las decisiones pertinentes. A todo esto, incluimos la falta de modelos de negocios adaptados a la realidad económica de cada individuo como también la zona geográfica de cada uno. Ante estas problemáticas vemos oportuno desarrollar un modelo de negocio que sirva

como guía para el cultivo de tilapias en estanques de geomembrana, el cual facilitará la información clara referente a costos, inversión, mejores prácticas, sostenibilidad y rentabilidad, el cual ayudará a combatir el desconocimiento.

3.3 Problemática interna del sistema actual de cultivo

Para el año de 2023 y 2024 la empresa desarrollaba las actividades acuícolas mediante el sistema tradicional basado en estanques rústicos, contando con dos unidades de aproximadamente 300m² cada una, estos mantienen suministro de agua debido a un río San Bartolo, no mantenía recubrimiento ni un buen drenaje estructurado.

Este modelo, aunque es funcional en su etapa inicial, presentaba importantes limitaciones técnicas y operativas que afectan la eficiencia productiva y la sostenibilidad del cultivo de la tilapia.

Entre las principales debilidades identificadas se encontraba la ausencia de registros productivos y financieros, la falta de control alimenticio y sanitario, así como la imposibilidad de realizar monitoreos regulares de parámetros críticos como el oxígeno disuelto, pH, temperatura o la biomasa cultivada. Estas condiciones, sumadas al bajo nivel de tecnificación, limitaba significativamente la capacidad de mejorar la rentabilidad y tomar decisiones fundamentales para la expansión del proyecto.

Frente a este panorama se decide iniciar una fase de transformación productiva mediante la implementación de sistemas semi-intensivos basados en estanques circulares de geomembrana, en colaboración con la ARAP, esta propuesta busca superar las deficiencias del modelo anterior y posicionar a la empresa como un referente regional en eficiencia, sostenibilidad y calidad acuícola.

3.4 Implicaciones productivas y económicas

El modelo actual de producción acuícola basado en estanques rústicos presenta una serie de deficiencias estructurales y operativas que inciden directamente en la eficiencia técnica y la sostenibilidad económica del proyecto. La ausencia de manejo de los recursos como la toma de decisiones, genera siempre un escenario de incertidumbre que compromete constantemente la rentabilidad del cultivo.

Desde el punto de vista técnico, como bien lo mencionamos anteriormente la falta de control de parámetros como oxígeno, temperatura, amonio, impide realizar correcciones oportunas, la falta de protocolos de bioseguridad, nos limita a evaluar el desempeño de cada ciclo de reproducción.

En cuanto al alimento se realiza de forma manual sin tener en cuenta la biomasa estimada ni las tasas de conversión alimenticia, esta práctica puede llevarnos a la sobrealimentación generando residuos y deterioro de la calidad del agua o la subalimentación limitando el desarrollo del pez.

Económicamente operar sin registros contables o costos de producción impide calcular con precisión los márgenes de ganancia, identificar pérdidas, planificar futuras inversiones.

Las decisiones administrativas se toman de forma reactiva, basada en la experiencia y en las observaciones generales, pero sin datos concretos que respalden los resultados. Ante esta falta de trazabilidad se imposibilita la capacidad de ser necesario un financiamiento externo y limita la posibilidad de comercializar el producto en mercados más exigentes o institucionales.

El conjunto de estas condiciones describe un sistema poco competitivo, con bajo aprovechamiento del potencial productivo y limitado margen para sostenerse o crecer en el mediano y largo plazo.

La necesidad de implementar mejores técnicas y administrativas se vuelve evidente como requisito fundamental para avanzar hacia un modelo de producción más eficiente, trazable y rentable.

El presente documento muestra una comparación detallada del estanque rústico que mantiene la empresa (estanque rústico de tierra) y estanques circulares con geomembrana, tomando en cuenta cada etapa clave del ciclo productivo, desde la preparación hasta la cosecha.

Comparativo estanque rústico vs geomembrana

Etapa	Estanque Rústico	Estanque de Geomembrana
Preparación	Excavación, encalado, nivelación manual	Instalación de anillo, geotextil y geomembrana
Llenado	Por gravedad o bomba; filtración natural	Agua filtrada y controlada sin contacto con suelo
Fertilización	Sí, orgánica o inorgánica	No aplica en sistema controlado
Siembra	Baja densidad (1-2 peces/m ²)	Media-alta densidad (20-25 peces/m ³)
Alimentación	Manual, sin control ni pesaje	Controlada, ajustada a biomasa
Monitoreo	Generalmente ausente	Diario: pH, oxígeno, temperatura
Sanidad	Riesgo alto de parásitos	Bajo si hay bioseguridad

Control de crecimiento	Sin muestreos	Muestreos semanales
Cosecha	Arrastre o drenaje parcial	Desagüe central eficiente
Postcosecha	Limpieza con secado del fondo	Limpieza rápida con presión

Figura 12 Tabla comparativa de estanques rústicos y geomembranas.
Fuente: Elaboración propia

Podemos notar que el sistema de estanques de geomembrana ofrece claras ventajas en términos de productividad, control sanitario, eficiencia alimenticia y facilidad de manejo. Aunque requiere una mayor inversión inicial, su retorno a mediano plazo puede ser significativamente superior al sistema rústico tradicional.

3.5 Relevamiento de información:

El relevamiento constituye una fase fundamental dentro del diagnóstico ya que nos permitirá sustentar con evidencia empírica los problemas, validar hipótesis y poder construir propuestas que nos ayudarán a mejorar de manera realista.

Este proceso combina datos primarios obtenidos directamente del campo y secundarios que fueron obtenidos de fuentes institucionales y académicas.

Fuente Primaria:

- Entrevista a productores locales
- Observaciones directas a las unidades de producción
- Encuestas a proveedores, consumidores locales, mercados locales.

Fuentes secundaria:

- Informes de ARAP, FAO, DERA
- Informes académicos y tesis relacionados con el cultivo de tilapia en Panamá
- Datos estadísticos sobre producción acuícola en Panamá

3.6 Diagnóstico

3.6.1 Enfoque del Diagnóstico

El objetivo de este diagnóstico es evaluar las condiciones actuales del cultivo de tilapias en estanques rústicos en Barú Chiriquí, en donde podamos identificar las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y sus amenazas; enfocándonos en el cultivo existente, con el fin de proponer las mejoras necesarias para optimizar la producción de tilapias.

3.6.2 Meta puntual

- Analizar las prácticas actuales
- Comparar eficiencia entre estanques
- Identificar los factores que afectan la productividad y sostenibilidad del cultivo
- Hacer las mejoras basados en la información recopilada.

3.7 Herramientas estratégicas para el análisis del proyecto acuícola

La planificación estratégica en proyectos de acuicultura no solo depende de la viabilidad técnica, sino también del análisis profundo del entorno, las capacidades internas y las fuerzas del mercado.

Por ello utilizaremos herramientas las cuales se utilizan en la gestión Empresarial que resultan útiles en la evaluación de Proyectos productivos:

3.7.1 Pestel

Análisis PESTEL del entorno externo

El análisis PESTEL hace referencia a 6 factores (político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal) nos permite entender los factores externos los cuales pueden incidir en la implementación de la tecnología de geomembrana como también nos permite identificar oportunidades y amenazas de manera externa, Johnson, Scholes y Whittington (2017).

- **POLÍTICO:** la ARAP impulsa proyectos acuícolas, pero la falta de recursos y fondos afectan la rentabilidad a los pequeños productores.
- **ECONÓMICO:** Altos costos en insumos
- **SOCIAL:** Buena conciencia sobre el consumo de pescado
- **TECNOLÓGICO:** Optar por oxigenadores, sistemas solares entre otros.
- **ECOLÓGICO:** Se evita contaminar el suelo, reduce filtraciones.
- **LEGAL:** Se exige cumplir con normativas ambientales y sanitarias.



Figura 13 Representación del análisis Pestel, aplicado al proyecto acuícola

Nota. Adaptado de: Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2017) Explorando la estrategia corporativa (11ª ed.)

Este análisis se convierte en un paso fundamental previo al diagnóstico interno (FODA), sirviendo como base para definir estrategias de adaptación y crecimiento sostenible en el sector acuícola.

3.7.2 FODA

Aplicado al sistema acuícola

El análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas) “*el propósito del análisis FODA es descubrir los factores internos y externos que pueden afectar el logro de un objetivo, Albert Humphrey 1968*”, es una herramienta que nos permitirá conocer la situación real de nuestro proyecto, planear a futuro a fin de desarrollar con éxito nuestro proyecto.

Este nos permitirá identificar:

- A.** Fortalezas (F): capacidades internas que favorecen al proyecto
- B.** Oportunidades (O): factores externos que pueden aprovecharse para mejorar o crecer
- C.** Debilidades(D): aspectos que limiten el crecimiento del proyecto
- D.** Amenazas (A): situaciones externas que pueden poner en riesgo los resultados.



Figura 14 Representación Gráfica del modelo FODA Humphrey
 Nota. Adaptado de Humphrey 1968. Modelo de análisis estratégico FODA

3.7.3 Cruz de Porter

Creado por Michael Porter, 1979. El modelo de las 5 fuerzas de Michael Porter descrito en Competitive Strategy nos permitirá analizar la estructura competitiva del sector, donde aplica las 5 fuerzas:

1. La rivalidad entre competidores
2. Amenazas de nuevos entrantes
3. El poder de los proveedores
4. El poder de los clientes
5. Amenazas a productos sustitutos

Las 5 Fuerzas de Porter



Figura 15 Representación de las 5 Fuerzas de Porter (Michael Porter 1979),
 Nota. Adaptado de Porter 1980, M.E. (1980) Competitive Strategy: Techniques for analyzing industries and competitors.

Este modelo nos ayudará a verificar si mantenemos presiones externas que puedan afectar a nuestro negocio a largo plazo, nos ayudarán a diseñar estrategias más inteligentes y que sean adaptables a un entorno competitivo en constante cambio.

3.7.4 Diagrama Ishikawa:

Creado por Dr. Kaoru Ishikawa, 1968. Este tipo de diagrama se utiliza para identificar las causas principales por las cuales tenemos problemas en un proceso, lo utilizaremos en esta tesis para descomponer las causas del bajo rendimiento en sistemas rústicos.

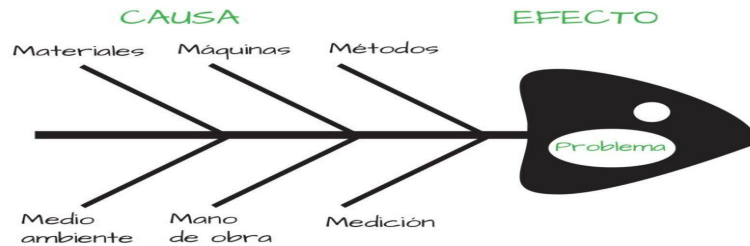


Figura 16 Diagrama Ishikawa o espina de pescado
Nota. Adaptado por Ishikawa, K. (1968) Guide to quality control. Asian Productivity Organization

- Método: labores de manera empírica
- Materiales: filtraciones de agua, carencia de aislamiento térmico
- Mano de obra: no hay un sistema para formar, capacitar
- Maquinaria: 0 automatización
- Medio Ambiente: varía la temperatura, exposición a lluvias.
- Medición: Falta de datos sobre la conversión de alimentos,
 - Calidad del agua, 0 registro de tasa de crecimiento

Estas causas que observamos nos ayudarán a priorizar acciones para poder corregir el rumbo de nuestro negocio, el cual nos ayudará a realizar acciones en concreto como por ejemplo capacitación técnica a nuestro personal.

3.7.5 Aplicación del modelo Lean Startup a la acuicultura como modelo de mejora en emprendimiento de acuicultura

Propuesto por Eric Ries, 2012. Se basa en 3 principios los cuales son: crear, medir y aprender.

Este modelo es adaptable a nuestro proyecto acuícola, ya que nos permite hacer mejoras graduales, sin poner en riesgo la producción.

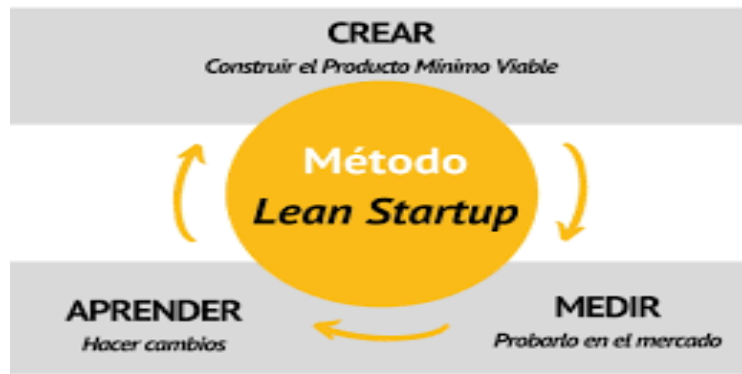


Figura 17 Imagen representativa de LEAN STARTUP-
 Nota. Adaptado de Eric Ries (2012). The Lean Startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses.

Aplicando el modelo:

- A. Iniciamos con un producto mínimo viable, como la instalación del primer estanque de geomembrana
- B. Medimos el rendimiento Vs el sistema tradicional
- C. Con los resultados obtenidos aprendemos y ajustamos para poder realizar las correcciones.

Este enfoque nos permite disminuir el riesgo de inversión, siempre se mantiene retroalimentación y ajustamos el negocio acuícola de manera ágil.

3.8 Resultados de las herramientas estratégicas

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las herramientas estratégicas descritas previamente se realizaron por medio de un enfoque comparativo, donde se analizaron las características del sistema rústico frente a la propuesta de geomembranas.

3.8.1 Análisis interno y externo FODA del Sistema geomembrana:



Figura 18 Resultados de Análisis FODA-
Fuente: Elaboración propia

El análisis FODA ha revelado que:

1. El sistema de geomembrana presenta ventajas técnicas importantes como el control del agua, reducción de enfermedades y aumento de la productividad.
2. Ha identificado debilidades como la alta inversión al implementar el sistema con geomembrana.
3. La oportunidad de crecer en el mercado local, el interés del producto fresco y la oportunidad de desarrollar un proyecto ecoturístico a futuro
4. Ha identificado problemas con los insumos, la informalidad de la competencia, lo que nos permite realizar un plan para anticipar y mitigar.

Este análisis se convierte en una base diagnóstica clave para estructurar estrategias de mejora realista, que se aprovechen las fortalezas, se potencien las oportunidades, se reduzcan las debilidades y se neutralicen las amenazas.

3.8.2 Evaluación del entorno macro: PESTEL

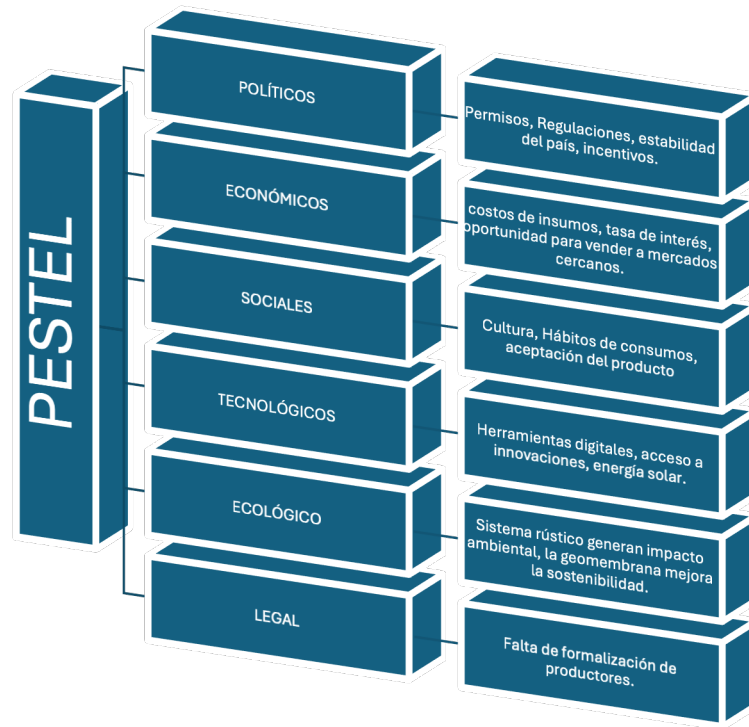


Figura 19 Análisis PESTEL
Fuente: Elaboración propia

El entorno macro para la acuicultura en Chiriquí presenta desafíos estructurales significativos, pero también oportunidades claras para quienes apuesten por la innovación.

La adopción de estanques de geomembrana puede ser la estrategia eficaz para responder a los factores políticos, económicos, sociales que actualmente nos limitan la productividad y sostenibilidad en el cultivo de tilapias en la región.

3.8.3 Diagnóstico del entorno 5 fuerzas de Porter



Figura 20- Análisis 5 fuerzas de Porter
Fuente: Elaboración propia adaptada de Porter, M.E. (1980). Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors.

Podemos observar que la rivalidad es baja-media debido a que en nuestro sector no hay

gran cantidad de productores y la amenaza por parte de los productores a migrar de un Sistema rústico a geomembrana es muy poco probable en este momento, pero no se descarta la posibilidad que en un futuro no muy lejano la mayoría de los productores de tilapia opten por esta mejora.

- Poder de los proveedores: alto, ya que hay pocos proveedores que distribuyen e instalan este Sistema de geomembranas
- Poder de los compradores: medio- alto, ya que el mercado mayorista exige precios bajos, aunque el consumidor final valora calidad y frescura.
- Amenaza con productos sustitutos: media, ya que hay otro tipo de proteínas como lo son el pollo, carne.

3.8.4 Análisis causa-raíz Diagrama Ishikawa

Este análisis se basa en 6 categorías clave: mano de obra, métodos, maquinaria, medio ambiente, materiales y gestión.

Cada uno de ellos contribuye a identificar los factores que limitan la eficiencia de nuestro sistema acuícola.

Problema central: baja productividad en los sistemas de cultivo de tilapia en estanques rústicos.

Causas identificadas:

1. Mano de obra: falta de formación y capacitación
2. Métodos: prácticas empíricas, malos manejos del agua y falta de protocolos en alimentación.
3. Maquinaria: inexistencia de aireadores, falta de infraestructura, no hay herramientas de monitoreo
4. Medio ambiente: contaminación cruzada, filtraciones
5. Materiales: hay pocos proveedores locales, alimentos de baja conversión nutricional
6. Gestión: Falta de planificación productiva y financiera.

El sistema rústico que se maneja actualmente presenta una acumulación de causas que al no ser atendidas a la brevedad y de forma integral resultaron en un ciclo repetitivo de baja productividad y escasa rentabilidad.

Este diagnóstico justifica la necesidad de implementar mejoras tecnológicas como el uso de geomembranas, pero de la mano de capacitación, planificación y herramientas que ayuden a llevar un mejor control diario.

3.8.5 Aplicación del enfoque Lean startup

Modelo Lean Startup aplicado a la acuicultura.

Según Ries (2012), los emprendimientos exitosos deben enfocarse en aprender con rapidez, corregir los errores de forma temprana y crecer basándose en la evidencia más que en suposiciones.

3.8.6 ¿Qué nos permite este sistema?

- Empezar con un sistema pequeño, medible y controlado
- Validar si existe una demanda real local
- Corrección de rumbo
- Escalar de forma segura.
- Hacer ajustes antes de escalar o invertir más capital
- Reducir riesgos
- Aprender en el camino para construir un negocio sólido.

El enfoque Lean Startup nos permitirá reducir la distancia entre la teoría y la práctica, diseñando una propuesta no basada en suposiciones, sino en validación real.

Esta aplicación nos permitirá validar nuestra hipótesis inicial que planteamos que la geomembrana era una alternativa viable y escalable. A su vez reafirmamos que los sistemas rústicos presentan problemas y deficiencias técnicas significativas las cuales nos afectan para el cultivo de tilapias.

Esta validación práctica fortalece la propuesta de mejora y garantiza que esté alineada con las necesidades reales de nuestro entorno productivo.

3.9 Resultados del relevamiento de campo

Presentaremos hallazgos, los cuales fueron obtenidos por el trabajo realizado en campo, en la provincia de Chiriquí exactamente en el distrito del Barú. El fin principal fue validar el diagnóstico técnico- económico de nuestro proyecto y ver la disparidad de la teoría contra la realidad de quienes participan directamente en este rubro, hemos logrado identificar tendencias en producción, cuellos de botellas técnicos, barreras que dificultan la adopción de nuevas tecnologías.

Dentro de la recolección de datos nos basamos en 3 ejes:

1. Productores acuícolas: para entender los retos constantes que enfrentan.

2. Actores claves: Proveedor de alimento y técnicos de ARAP con trayectoria en el sector.
3. Consumidores: con el fin de analizar la demanda y analizar los patrones de compra de tilapias en la zona.

3.9.1 Población y muestra

El relevamiento se centró en las personas que mueven el sector de la tilapia en Barú, Chiriquí. Conversamos con un grupo de 24 participantes de los cuales incluyen a: 6 productores, 3 perfiles técnicos y proveedores, y finalmente 15 consumidores locales.

No buscamos hacer una estadística nacional sino tratar de entender lo que pasa a fondo en nuestra zona. Por eso elegimos participantes intencionales ya que son personas que forman parte de la experiencia real del mercado.

Cabe mencionar que este relevamiento tuvo un alcance descriptivo y exploratorio; de lo que al final obtuvimos una muestra bien representativa de los productores de Barú lo que nos permite validar nuestro diagnóstico con una información de primera mano.

3.9.2 Resultados obtenidos de la encuesta de productores

La encuesta aplicada a 6 productores acuícolas del distrito de Barú nos permitió identificar con mucha más claridad la realidad local. Pudimos notar que el 100% de los encuestados operan bajo sistemas rústicos, lo que nos muestra que aún no se ha incorporado alguna mejora técnica significativa en la zona.

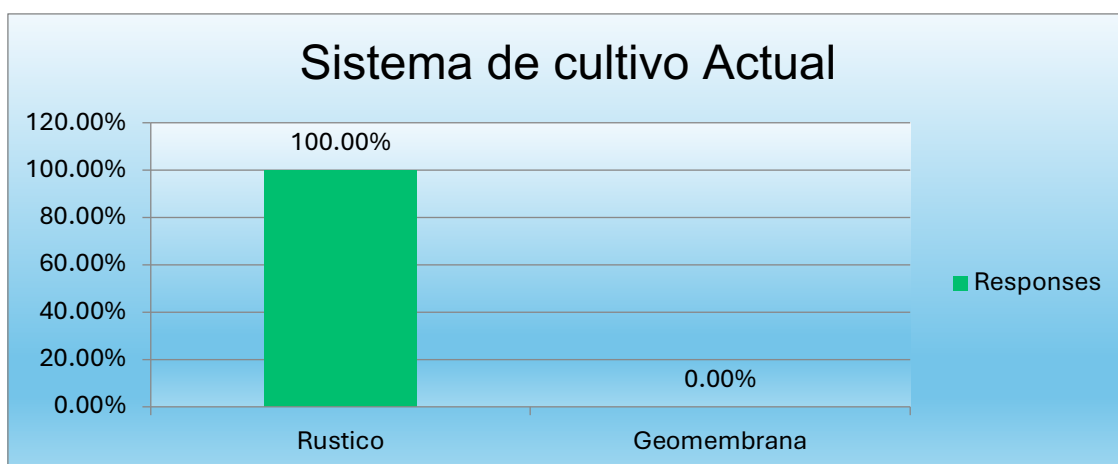


Figura 21 Tipo de sistema de cultivo en Barú-
Fuente: Elaboración propia

Referente al manejo técnico del cultivo, obtuvimos que el 50% de los productores no realiza ningún monitoreo al agua como: temperatura y pH. Igualmente se identificó que el 50% no llevan registros formales de crecimiento, mortalidades y costos de producción. Esto evidencia que laboran de manera empírica y no usan herramientas técnicas estructuradas.

Cuando analizamos las principales dificultades notamos que el 66.7% de los productores señaló que los altos costos de alimentos e insumos representan el principal problema y en menor proporción obtuvimos que el 16.67% representa la falta de una orientación técnica y otro 16.67% problemas con filtraciones en los estanques. Esto nos evidencia que el mayor problema que tienen los productores es el alimento el cual es importante para mantener la dieta de los peces y obtener una buena cosecha.

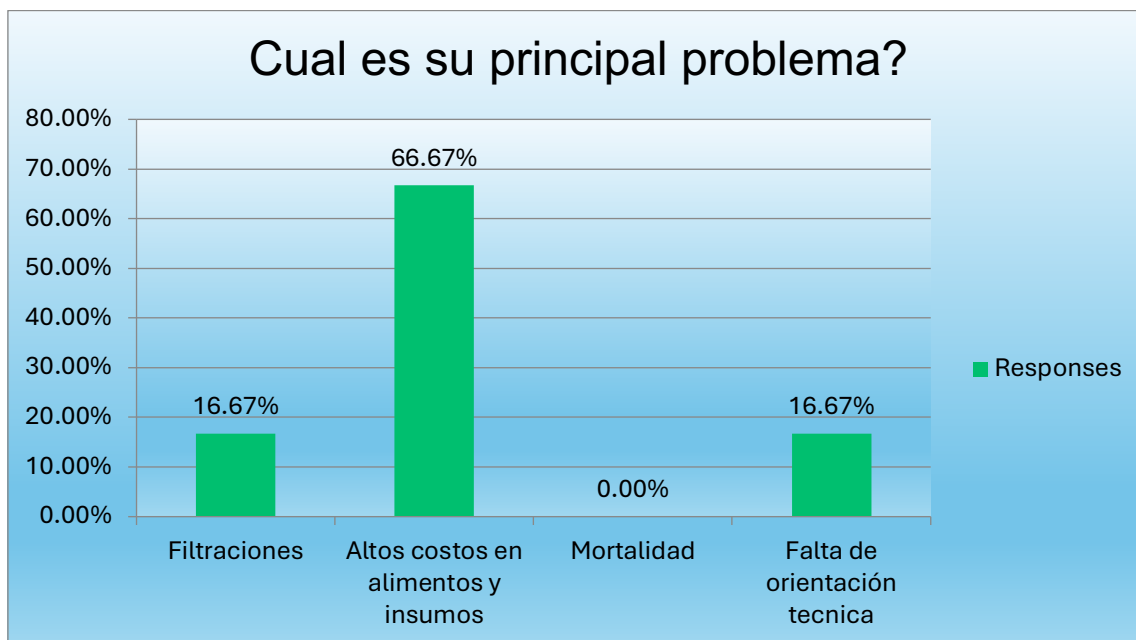


Figura 22- Principales problemas de estanques
Fuente: Elaboración propia

Al consultar referente a los sistemas de geomembranas el 66.67% de los productores no está familiarizado con esta tecnología, mientras el otro 33.33% indicó únicamente conocerla.

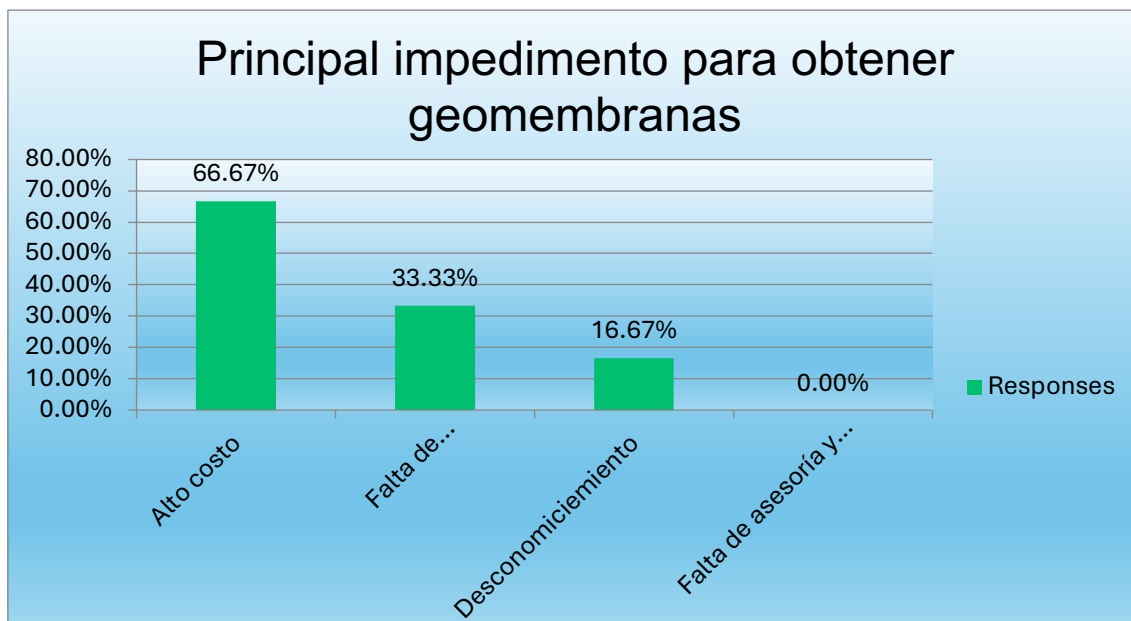


Figura 23- Limitaciones para la obtención de geomembranas
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, al realizar nuestra consulta si fuese viable que migraran a este sistema de geomembranas con asesorías y respaldos financieros notamos que el 66% estuvo de acuerdo o posible apertura al cambio, frente al otro 34% que no consideraría la transición. En conjunto los resultados obtenidos muestran un sistema tradicional, con limitaciones técnicas y financieras claras, pero también notamos una puerta para que entre la mejora y la modernización en estos sistemas.

3.9.3 Resultados del cuestionario aplicado a actores clave

Se realizó un cuestionario a 3 actores vinculados directamente con el sector acuícola un productor con experiencia, un único proveedor de alimento en la provincia y un técnico por parte del gobierno con vasta experiencia en tilapias; con el fin de obtener una visión más clara sobre el cultivo de tilapias en Chiriquí, específicamente en la zona de Barú.

Pudimos evidenciar que los 3 actores señalaron que los sistemas tradicionales que se usan actualmente en gran parte de Barú presentan limitaciones técnicas que afectan la estabilidad del proceso productivo. Entre las dificultades que mencionan serían la mala calidad del agua, acumulación de sedimentos y bajo control sanitario, como resultado estas dificultades a futuro traen problemas directamente en la mortalidad.

En cuanto a la calidad del agua, el 100% considero que es un aspecto importante para obtener un buen cultivo, esto nos confirma que este control no es un aspecto secundario, sino un aspecto principal para lograr la eficiencia y previsibilidad en el sistema.

A la consulta referente a los sistemas de geomembranas, los 3 actores afirmaron que este sistema mantiene ventajas técnicas frente a los sistemas tradicionales, pero también hacen mención que tanto la inversión inicial y la capacitación son factores que limitan su adopción.

En conjunto, todas las respuestas obtenidas muestran coherencia con lo observado en la encuesta de los productores, lo cual valida la existencia de limitaciones en el modelo tradicional y que la tecnificación es una ventaja alternativa viable si se acompaña de una buena planificación y apoyo adecuado.

3.9.4 Resultados en la encuesta aplicados a consumidores

Esta encuesta fue dirigida a (n=15) consumidores locales lo que nos permitió obtener una visión clara referente a los hábitos de consumo de tilapia en Barú y sus alrededores.

En cuanto al consumo, pudimos notar que el 60% manifestó consumir tilapia de manera ocasional (rara vez), mientras otro 20% indicó hacerlo mensualmente, otro 13% semanalmente y un 6% señaló que no consume tilapia.

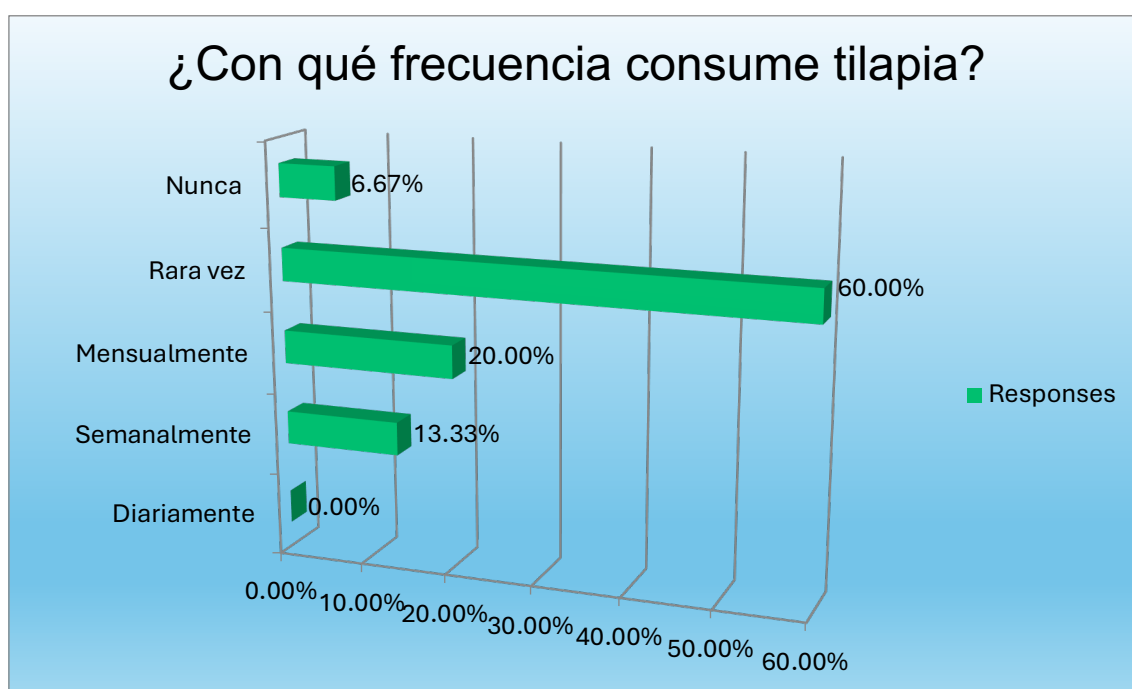


Figura 24 – Frecuencia del consumo de tilapia en Barú
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos nos muestran que existe un consumo estable pero no intensivo, lo que sugiere que aún hay margen para incrementar la frecuencia de compra si fortalecemos la oferta local.

Pudimos notar que el 73% indicó que consume tilapia principalmente en sus hogares, mientras que otro 13% lo hace en restaurantes y otro 13% no lo consume regularmente,

esto confirma que el mercado doméstico representa nuestro principal canal de absorción del producto en la zona del Barú.

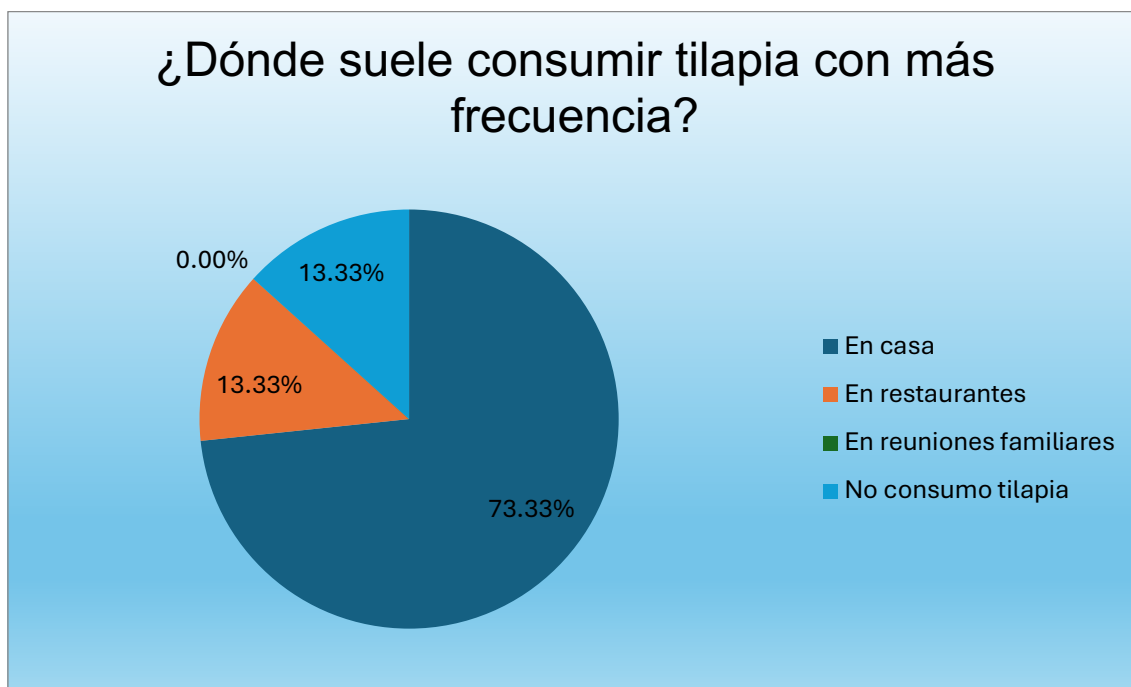


Figura 25- Lugar habitual del consumo de tilapia
Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, de 13 respuestas validas referente a cantidad adquirida por compra, el 38% indico que adquiere menos de una libra de tilapia, otro 31% compra entre 3 y 5 libras y el resto se distribuye entre compras de 1 a 2 libras y más de 5 libras.

Esto refleja que, aunque hay un pequeño segmento que consume pequeñas cantidades ocasionalmente, también hay otros consumidores que adquieren volúmenes mayores lo que representa una oportunidad para los productores locales.

En resumen, podemos evidenciar que el consumo de tilapias en la zona existe y tiene un potencial crecimiento, claramente si se garantiza frescura, disponibilidad y calidad del producto.

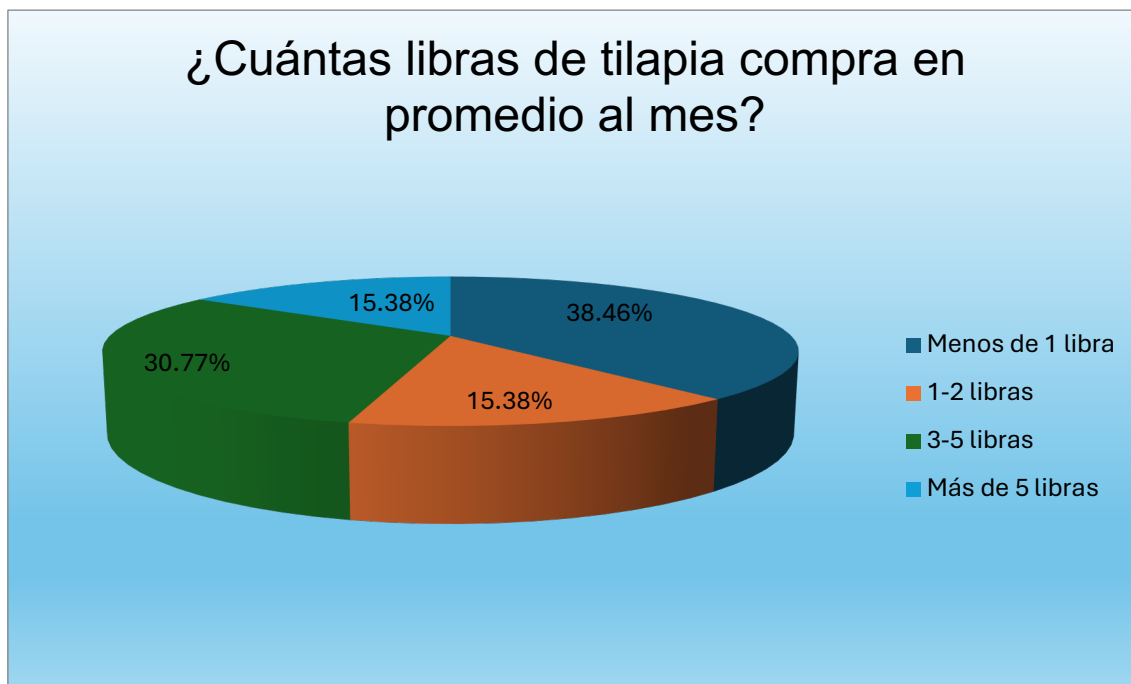


Figura 26 – Cantidad consumida por mes
Fuente: Elaboración propia

3.9.5 Integración de los resultados con el diagnóstico estratégico

Al analizar el conjunto de resultados del relevamiento de campo, observamos una relación directa entre lo identificado a nivel estratégico (FODA, PESTEL y demás herramientas aplicadas) y la realidad práctica evidenciada por los productores, actores clave y los consumidores en el distrito de Barú.

Principalmente la encuesta a los productores de tilapias en el sector del Barú confirma que el 100% del sistema productivo es de forma tradicional rustico, este dato no solo reafirma el escenario descrito previamente en el diagnóstico del sector, sino que también podemos notar porque persisten debilidades técnicas y des gestión.

Conviene mencionar que se evidencia que el 50% de los productores nunca realiza algún tipo de monitoreo al agua, tampoco se llevan registro de mortalidad, tampoco registros de crecimiento y mucho menos costos e ingresos. En términos estratégicos esto limita obtener una planificación productiva y toma de decisiones basadas en información.

En complemento a lo anterior, la encuesta dirigida a actores claves estratégicos confirma esta tendencia desde una perspectiva más técnica y operativa.

Los 3 actores coinciden que la calidad del agua es un factor determinante para la productividad y señalan limitaciones propias que mantienen este tipo de estanques rústicos, como dificultades en el control del sistema, acumulación de lodos y poca condición sanitaria entre los ciclos.

Adicionalmente hay coincidencia de que el alimento balanceado representa el principal costo operativo lo cual coincide con el reporte de los productores, quienes ya han identificado los altos costos de alimentos e insumos.

Esto valida uno de los puntos más sensibles del análisis económico: la eficiencia alimenticia y el manejo técnico son variables críticas para la rentabilidad.

Por otro lado, con respecto a los resultados obtenidos de consumidores nos aportan evidencia relevante sobre la viabilidad del proyecto. Se evidencia que la frecuencia de consumo no es intensiva y que la mayor parte del consumo ocurre en el hogar (73%), lo que nos demuestra que hay un consumo doméstico activo y un canal favorable para la venta local, siempre y cuando se pueda ofrecer un producto fresco y con disponibilidad. También pudimos notar que hay un segmento de consumidores que compra de 3 a 5 libras lo cual representa una posible oportunidad para fortalecer la demanda si se mejora la oferta del producto.

Finalmente, al obtener los resultados de los 3 grupos, fortalecemos que la idea del proyecto de migrar hacia estanques de geomembrana es viable, aunque una parte de los productores no está familiarizada con esta tecnología, pudimos validar que existen condiciones favorables un 66% expresó disposición o posible migración a sistemas de geomembrana con apoyo técnico y financiero.

En síntesis, el relevamiento de campo evidencia que la problemática del sistema tradicional rústico son: las limitaciones técnicas, falta de controles y altos costos, y al mismo tiempo valida la viabilidad de una transición hacia sistemas controlados y eficientes.

Por lo tanto, los resultados obtenidos no solo satisfacen el análisis estratégico desarrollado en este capítulo, sino que también aportan sustento práctico a la propuesta de mejora planteada para el contexto Barú, Chiriquí.

3.10 Análisis estratégico integral del Sistema productivo

La integración de estas herramientas (FODA, PESTEL, 5 FUERZAS DE PORTER, ISHIKAWA, ENFOQUE LEAN) permitió construir un diagnóstico integral del sistema de cultivo de tilapias, considerando tanto los factores internos como externos que inciden en su desempeño productivo. De esta manera, estas metodologías nos facilitan la identificación de las causas estructurales que limitan la eficiencia del modelo actual.

A partir del análisis conjunto y sus contrastes con los resultados del relevamiento de campo, se identificaron patrones estratégicos relevantes:

Patrones identificados

- Debilidad estructural del sistema rústico: Filtraciones, poca eficiencia y bajo control, el 100% de los encuestados confirma una debilidad estructural del sistema productivo. Las filtraciones, bajo control técnico y nula formalización de registros afectan directamente la eficiencia del cultivo. Esta situación se vincula directamente con las debilidades identificadas en el FODA y con la causa raíz ya vista en el diagrama de Ishikawa.
- Gran oportunidad en la adquisición de geomembrana: Se pudo evidenciar que al obtener sistemas de geomembranas representa una oportunidad concreta para poder incrementar la densidad de siembra, mejorar el control sanitario y se optimiza la alimentación. Esta oportunidad mencionada es respaldada por los actores clave y productores encuestados.
- Escasa formalización y barrera económica: la nula formalización de registros y financieros, junto al alimento como principal costo operativo, confirma que se mantiene una barrera económica estructural. Esta condición fue identificada en FODA, análisis de PESTEL (dimensión económica) y en el modelo Porter, especialmente en lo relacionado con el poder de negociación de proveedores y la presión sobre los costos.
- Alta demanda: consumidores valoran pescado fresco y local, esto está confirmado en los resultados obtenidos en la encuesta a consumidores lo cual evidencia un consumo activo, principalmente en el hogar; este hallazgo se alinea con el análisis de Porter respecto a la demanda.
- Apoyo técnico: interés en migrar al sistema de geomembrana, el enfoque Lean permitió validar la propuesta de migración hacia sistemas más tecnificados no debe

entenderse como únicamente como una mejora técnica, sino como un proceso gradual donde es necesaria la capacitación, asesoramiento y planificación.

3.11 Síntesis evaluativa del diagnóstico

El análisis integral muestra evidencia que nuestro sistema actual de estanques rústicos para cultivo de tilapias se encuentra en un punto crítico de transición debido a que cuenta con recurso hídrico abundante, posee bases productivas valiosas, pero enfrenta debilidades como la informalidad, baja tecnificación y la falta de acceso a financiamientos.

La evidencia obtenida en el relevamiento de campo, junto con el análisis estratégico aplicado, confirma que el modelo tradicional rústico presenta limitaciones en el control técnico, en la eficiencia productiva y en la planificación financiera, aunque necesitamos una inversión inicial y capacitación, se presenta como una oportunidad estratégica clave para aumentar la producción, mejorar la sostenibilidad ambiental y elevar la competitividad frente a productores locales.

Además, el uso de tecnología más limpia y eficiente facilita el cumplimiento de regulaciones sanitarias y ambientales, lo cual nos permitiría mejorar el acceso a programas de desarrollo rural, mejorar el acceso al financiamiento y ampliar las posibilidades de inserción en nuevos nichos del mercado, tales como la venta directa, la producción diferenciada o iniciativas complementarias como el ecoturismo acuícola.

En este contexto, la propuesta planteada no se limita a únicamente una mejora técnica puntual, sino que constituye una estrategia integral orientada al fortalecimiento del sistema productivo local alineada con las condiciones económicas, legales, ambientales y competitivas identificadas en el entorno regional.

4 Capítulo 4 Análisis de Alternativas y selección de solución

En el capítulo anterior revelamos que el sistema de cultivo rústico se encuentra en una etapa crítica de transición.

La finca cuenta con recursos hídricos abundantes y cuenta con fundamentos productivos valiosos, también enfrenta limitaciones estructurales que comprometen su sostenibilidad y crecimiento, entre ellas pueden destacar: informalidad operativa, baja tecnificación, problemas con financiamientos entre otras.

En ese contexto, planteamos la necesidad de evaluar algunas alternativas que nos ayuden a mejorar nuestro sistema acuícola para lograr ser más eficientes, rentables y sostenibles en el tiempo.

Dentro del desarrollo de alternativas justificamos la selección de la solución más adecuada al contexto local.

4.1 Alternativas Identificadas

Identificamos 3 posibles rutas para enfrentar los desafíos actuales y aprovechar las oportunidades del entorno.

4.1.1 Alternativa “A”: Continuidad con mejorar en estanques rústicos.

Esta opción es de baja inversión, por lo cual su propósito sería mantener el sistema rústico actual y hacer mejoras en la alimentación, ajustes al control de agua y tratamientos sanitarios, pero no resuelve los problemas estructurales del sistema como lo serían: problemas de filtración, problemas al desinfectar, baja producción, limitaciones tecnológicas.

4.1.2 Alternativa “B” Migración total a estanques de geomembranas

Esta alternativa consiste en sustituir los estanques rústicos por estanques de geomembrana HDPE.

Esta tecnología nos permitirá tener mejor uso del agua, mejor bioseguridad, reducir enfermedades, además posiciona nuestro proyecto, le da formalidad lo cual sería importante para poder acceder a apoyo estatales y financiamientos.

4.1.3 Alternativa “C” sistema mixto o de transición

Sería la combinación de estanques rústicos con los estanques de geomembrana, lo cual nos permitiría evaluar el comportamiento de ambos sistemas mientras avanzamos hacia un sistema más moderno, requiere poca inversión, pero una gestión técnica más compleja, pero reduce los riesgos de adaptación inicial.

4.2 Evaluación de Alternativas

Cada una de las alternativas propuestas fue evaluada con base a 6 criterios que son fundamentales para el éxito de nuestro proyecto: Costo de implementación, ROI (Return of investment), eficiencia productiva, facilidad operativa, control sanitario y sostenibilidad ambiental.

Para mantener una evaluación objetiva y de contexto real, esta evaluación no se realizó de manera aislada, se llevó a cabo con el apoyo de nuestro personal, personal técnico

calificado, se tomó también en cuenta la opinión de proveedores que manejan sistemas acuícolas.

Este enfoque nos permitió incorporar criterios prácticos, tanto de la experiencia directa de la finca como también del conocimiento especializado en equipamientos y tendencias del sector.

Utilizamos una escala de 1 a 10 para asignar puntajes a cada alternativa según su desempeño estimado en los criterios definidos, en donde 10 Significa el mejor desempeño y 1 significa el peor desempeño.

Referente a los pesos de cada criterio, cada criterio no tiene el mismo valor por eso asignamos un peso porcentual según su relevancia en la toma de decisiones.

Tabla de ponderación de criterios

CRITERIO	PESO ASIGNADO
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	20%
ROI	20%
EFICIENCIA PRODUCTIVA	20%
FACILIDAD OPERATIVA	15%
CONTROL SANITARIO Y BIOSEGURIDAD	15%
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	10%
	100%

Figura 27 Cuadro representativo de criterios.
Fuente: Elaboración propia

Presentamos los resultados obtenidos, donde podemos notar cuál de las opciones nos ofrece mayor beneficio a nuestra finca.

ITEM	CRITERIO	PESO	ALTERNATIVA A	TOTAL	ALTERNATIVA B	TOTAL	ALTERNATIVA C	TOTAL
1	Costo de implementación	0.2	9	1.8	5	1	7	1.4
2	ROI	0.2	4	0.8	9	1.8	8	1.6
3	Eficiencia Productiva	0.2	5	1	10	2	9	1.8
4	Facilidad Operativa	0.15	6	0.9	9	1.35	8	1.2
5	Control Sanitario y bioseguridad	0.15	4	0.6	10	1.5	9	1.35
6	Sostenibilidad Ambiental	0.1	6	0.6	8	0.8	9	0.9
	Puntaje			5.7		8.45		8.25

Figura 28 Resultados de las Alternativas Identificadas
Fuente Elaboración propia

Cada opción fue evaluada en base a los 6 criterios, estas calificaciones se realizaron de forma participativa con personal técnico, colaboradores de la finca, proveedores y en donde el resultado nos arrojó que la ALTERNATIVA B- Migración a los estanques de geomembrana obtuvo el puntaje más alto de 8.45 destacando como la más equilibrada y beneficiosa en todos los aspectos evaluados.

Podemos notar que implica una inversión inicial, pero nos ofrece mayor producción, mejores controles sanitarios, a futuro podemos abrir oportunidades al ecoturismo, venta directa de tilapia y la certificación del producto.

Por lo tanto, concluimos que la migración a estanques de geomembrana es nuestra mejor opción para tener una mejor eficiencia y competitividad del proyecto.

4.3 Enfoque central de la propuesta

Implementar el sistema de cultivo de tilapias en estanques con geomembrana que nos permita reducir nuestras filtraciones, aumentar la eficiencia productiva, podamos reducir la mortalidad, entrar a nuevos mercados y participar en fuentes de financiamiento.

4.3.1 Descripción de la propuesta

- Reemplazo de estanques rústicos a 3 estanque con geomembrana
- con área de pre- engorde y engorde con flujos de agua controlados
- Instalación de sistemas de aireación y drenajes
- Mejoras al manejo de alimentos, cosechas y bioseguridad

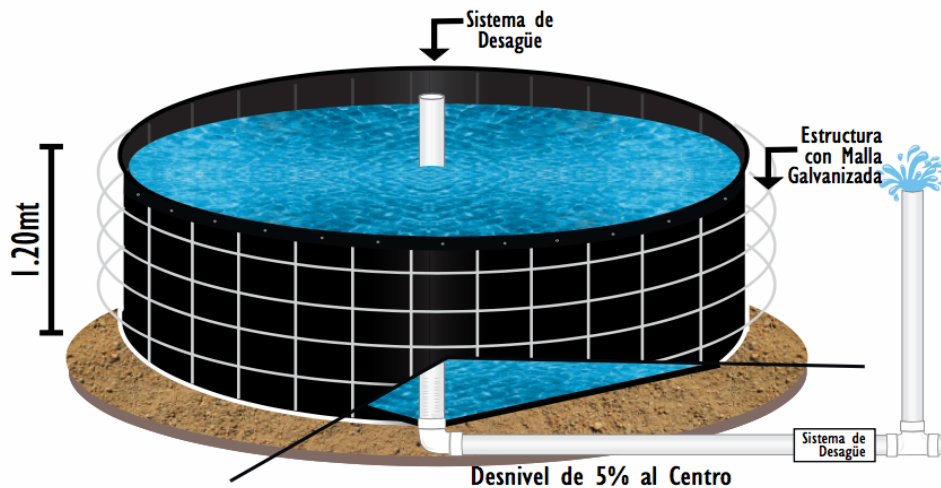


Figura 29 Imagen representativa de un estanque circular de geomembrana
 Nota. Fuente: Iagros Agrotank 1.20 <https://iagros.com.mx/agrotank-1-20/>

5 Etapa de desarrollo de la propuesta

Nuestra **Alternativa “B”** nos arrojó a migrar a estanques de geomembrana, contempla la instalación definitiva de 3 estanques de Geomembrana tipo piscina, similares a la *Ilustración 19*.

Esta decisión nos ayudará a tener un modelo más tecnificado, eficiente y sostenible dentro de la finca.

5.1 Propuesta y Especificaciones técnicas de los estanques

La propuesta económica por nuestro proveedor provincial es: Suministro de materiales e instalación de tinas para el cultivo con especificaciones de 6.8 de diámetro por 1.20 de alto, esta misma tiene un costo de B/. 3,337.16 C/U, dentro de sus alcances de instalación tenemos:

1. Unión de todos los paños de geomembrana de (1) mm de espesor, se incluye el termosellado con todos los estándares internacional de instalación de geomembranas y la instalación de geotextil para la base.
2. Desplazamiento de personal a sitio con sus equipos
3. Transportes a sitio de trabajo
4. Permanencia de los técnicos durante el tiempo de instalación
5. Sellados de geomembrana
6. Cosido de geotextil
7. Y todo equipo necesario para la instalación de la tina.

No incluye:

1. Movimiento de tierra / nivelaciones con maquinaria
2. Drenajes
3. Compactación de terreno
4. Bombeo de las aguas
5. Aireadores

Nuestra responsabilidad será entregar el área lista para la instalación y el contratista se compromete a entregar todo en 3 semanas máximo.

5.1.1 Cronograma de Ejecución

Fase	Duración estimada	Actividades clave	Responsable
Fase 1: Preparación del terreno	4 días	Limpieza del terreno, nivelación, marcación y compactación del área	Supervisor de obra + operarios
Fase 2: Construcción de estructuras	1 semana	Ensamble de estructuras tipo piscina, soporte lateral y base	Técnico estructural + ayudantes
Fase 3: Instalación técnica	2 semana	Colocación de geomembrana, instalación de drenaje, prueba de estanqueidad	Especialista en geomembrana + técnico hidráulico
Fase 4: Puesta en marcha y siembra inicial	3 días	Llenado de estanques, ajuste de parámetros de agua, siembra de alevines	Encargado de producción + asistente de cultivo

Figura 30- Plan de trabajo
Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Proyección de resultados esperados

La implementación de estos 3 estanques de geomembrana nos permite un gran avance estratégico en la modernización del sistema acuícola propuesto.

Basado en la capacidad de los nuevos estanques y con un buen manejo, esperamos obtener 400 tilapias por estanque con un peso máximo de 500 gramos por tilapia lo que nos dará un promedio de 200 kilogramos por estanques sin descontar la mortalidad que se proyecta en el primer año en 10%, lo que equivale a 1,050 kilogramos por ciclo en lo cual consideramos tener 3 ciclos óptimos por año.

Como mencionamos con anterioridad nuestro objetivo es mantener 3 ciclos productivos al año lo que nos daría una producción de 1,800 kilogramos por año, a un precio de venta mínimo de B/. 3.20 por kilogramo, lo que anualmente serían B/. 5,760.00 únicamente por concepto de comercialización de pescado.

Por un lado, nuestra inversión inicial para llevar este proyecto a cabo ronda aproximadamente los B/. 12,158.48 dólares, bajo este escenario y sin considerar algunas entradas adicionales como ecoturismo, venta directa, pesca directa entre otros; la recuperación de esta inversión se lograría en un periodo de 3 años, en el próximo capítulo mostraremos la rentabilidad técnica y financiera de nuestra propuesta.

5.2 Producto

Nuestra tilapia fresca mediante el cultivo de estanques con geomembrana, como hemos podido notar en esta tesis, es un sistema tecnificado que nos garantiza obtener mejores resultados y un mejor producto final.

Nuestra tilapia será ofrecida entera con un precio promedio de 500 gramos por unidad y con el precio de B/.3.20 por kilogramo.

Nuestro producto final va destinado al mercado local, priorizando canales de distribución como pequeños comercios (fondas, restaurantes etc.) ventas al por menor y entregas por pedido.

En su fase utilizaremos estrategia de boca a boca/marketing de recomendación la cual buscamos generar confianza a través de la calidad de nuestro producto, permitiendo que nuestros propios clientes sean los promotores de este mediante experiencias positivas. A medida que nuestro negocio crece proyectaremos utilizar herramientas digitales, pero sin perder nuestro enfoque de frescura y origen local del producto.

5.3 Plan de siembra

Año	Estanques	Fecha de Siembra	Alevines	Fecha de Cosecha	Vivos	Mortalidad	Peso Prom. (kg)	Producción Estimada (kg)	Precio	Ingreso Estimado (\$)	AÑO 1-2-3-4-5
1	Estanque 1	01/01/26	400	31/05/2026	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	B/. 5,184.00
1	Estanque 2	01/01/26	400	31/05/2026	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	
1	Estanque 3	01/01/26	400	31/05/2026	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	
1	Estanque 1	31/05/2026	400	28/09/2026	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	
1	Estanque 2	31/05/2026	400	28/09/2026	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	
1	Estanque 3	31/05/2026	400	28/09/2026	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	
1	Estanque 1	28/09/2026	400	26/01/2027	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	
1	Estanque 2	28/09/2026	400	26/01/2027	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	
1	Estanque 3	28/09/2026	400	26/01/2027	360	10.0 %	0.5	180.00	B/. 3.20	B/. 576.00	
2	Estanque 1	31/01/2027	400	31/05/2027	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	B/. 5,472.00
2	Estanque 2	31/01/2027	400	31/05/2027	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	
2	Estanque 3	31/01/2027	400	31/05/2027	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	
2	Estanque 1	31/05/2027	400	28/09/2027	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	
2	Estanque 2	31/05/2027	400	28/09/2027	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	
2	Estanque 3	31/05/2027	400	28/09/2027	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	
2	Estanque 1	28/09/2027	400	26/01/2028	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	
2	Estanque 2	28/09/2027	400	26/01/2028	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	
2	Estanque 3	28/09/2027	400	26/01/2028	380	5.0 %	0.5	190.00	B/. 3.20	B/. 608.00	
3	Estanque 1	31/01/2028	400	31/05/2028	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	B/. 5,702.40
3	Estanque 2	31/01/2028	400	31/05/2028	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	
3	Estanque 3	31/01/2028	400	31/05/2028	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	
3	Estanque 1	31/05/2028	400	28/09/2028	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	
3	Estanque 2	31/05/2028	400	28/09/2028	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	
3	Estanque 3	31/05/2028	400	28/09/2028	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	
3	Estanque 1	28/09/2028	400	26/01/2029	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	
3	Estanque 2	28/09/2028	400	26/01/2029	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	
3	Estanque 3	28/09/2028	400	26/01/2029	396	1.0 %	0.5	198.00	B/. 3.20	B/. 633.60	
4	Estanque 1	31/01/2029	400	31/05/2029	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	B/. 11,520.00
4	Estanque 2	31/01/2029	400	31/05/2029	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
4	Estanque 3	31/01/2029	400	31/05/2029	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
4	Estanque 1	31/05/2029	400	28/09/2029	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
4	Estanque 2	31/05/2029	400	28/09/2029	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
4	Estanque 3	31/05/2029	400	28/09/2029	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
4	Estanque 1	28/09/2029	400	26/01/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
4	Estanque 2	28/09/2029	400	26/01/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
4	Estanque 3	28/09/2029	400	26/01/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 1	31/01/2030	400	31/05/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 2	31/01/2030	400	31/05/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 3	31/01/2030	400	31/05/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 1	31/05/2030	400	28/09/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 2	31/05/2030	400	28/09/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 3	31/05/2030	400	28/09/2030	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 1	28/09/2030	400	26/01/2031	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 2	28/09/2030	400	26/01/2031	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	
5	Estanque 3	28/09/2030	400	26/01/2031	400	0.00%	0.5	200.00	B/. 3.20	B/. 640.00	

Figura 31- Tabla de Programa de siembra

Fuente: Elaboración propia

Podemos notar que para el primer año mantendremos una producción total de 1620 kg incluyendo ya la mortalidad y un ingreso bruto de B/. 5,184 con una mortalidad del 10%, para el año número 2 tendremos una producción de 1,710kg y un ingreso bruto de B/.5,472.00 gracias a una reducción de mortalidad del 5% debido a que se ajustaron parámetros para poder ir bajando el % de mortalidad por cosecha, para el año número 3 el sistema estará alcanzando una eficiencia óptima con una producción de 1,782kg con un ingreso de B/. 5,702 y una mortalidad del 1%.

Para el año 4 y 5 en cuanto a la mortalidad buscaremos llegar a un nivel cercano a 0%, Se trabajará en mejorar las condiciones de manejo, control del agua, selección de mejores alevines, ajustes en alimentaciones para poder tener una mejor tasa de supervivencia la cual nos ayudará a tener un mejor rendimiento y fortalecerá la sostenibilidad del proyecto a mediano y largo plazo.

5.4 Flujo de proceso



Figura 32-Mapa de procesos para el cultivo de tilapias,
Fuente: Elaboración propia

Nuestro proceso productivo inicia con la compra de los alevines los cuales los distribuye la ARAP, los mismos serán trasladados a sitio y aclimatados para su posterior siembra, tenemos que hacer mención que durante este proceso de traslado y siembra podremos tener mortalidad y alevines que no maduren, dicho esto luego de ser aclimatados se procede a darles seguimientos sanitarios y monitoreos constantes al desarrollo de los peces.

Una vez hemos alcanzado los 500 gramos procederemos a la cosecha, la cual se realizará de forma manual, se clasificará y si aplica, eviscerado. El producto se procederá a lavar, conservar en frío y se empacarán adecuadamente para su distribución, el mismo será entregado a los pequeños comercios, cliente directo, consumidores locales, garantizando siempre la frescura del producto.

6 Análisis económico

6.1 Introducción

La finalidad es presentar un análisis económico integral de nuestro proyecto cría de tilapias en Estanques circulares de Geomembrana ubicado en el distrito de Barú, provincia de Chiriquí.

La evaluación financiera nos permitirá estimar la rentabilidad y sostenibilidad de esta iniciativa productiva, mediante la proyección de ingresos, costos y beneficios a lo largo de 5 años.

Utilizaremos herramientas cuantitativas como:

- Flujo de caja proyectado
- VAN
- TIR
- ROI
- Escenarios pesimistas, base y optimista
- Análisis de sensibilidad

Estas herramientas nos ayudarán a respaldar con fundamentos financieros nuestras tomas de decisiones estratégicas por lo cual nos permitirá desarrollar un mejor modelo acuícola innovador que contribuya al desarrollo local y a la seguridad alimentaria.

6.2 Premisas de modelo financiero

VARIABLE	VALOR
Tiempo de análisis	5 años
Ciclos por año	3
Peces en estanque	400
Peso promedio por pez	500gramos
Total de estanques	3
Producción anual estimada (3 estanques x 3 ciclos x 400 peces x 0.5)	1,800 kg
costo por alevín	B/. 0.06
Tasa de descuento	12%
Mortalidad anual esperada	año 1 10%, año 2 5%, año 3 1%, año 4y5 0%

Figura 33 Cuadro de Condiciones Iniciales
Fuente: Elaboración propia

6.2.1 Compra de alevines

El proyecto contempla la compra de alevines proporcionados por ARAP, específicamente en su centro de producción en Gualaca Chiriquí a unos 121 km de distancia de nuestra finca, estos alevines se adquieren a un costo de B/. 0.06 centavos considerando 400 unidades por estanque, lo que nos representa 1,200 alevines por ciclo.

La selección de este proveedor nos garantiza que tendremos buena genética y adaptación a nuestro entorno local, aspectos claves si queremos tener baja mortalidad.

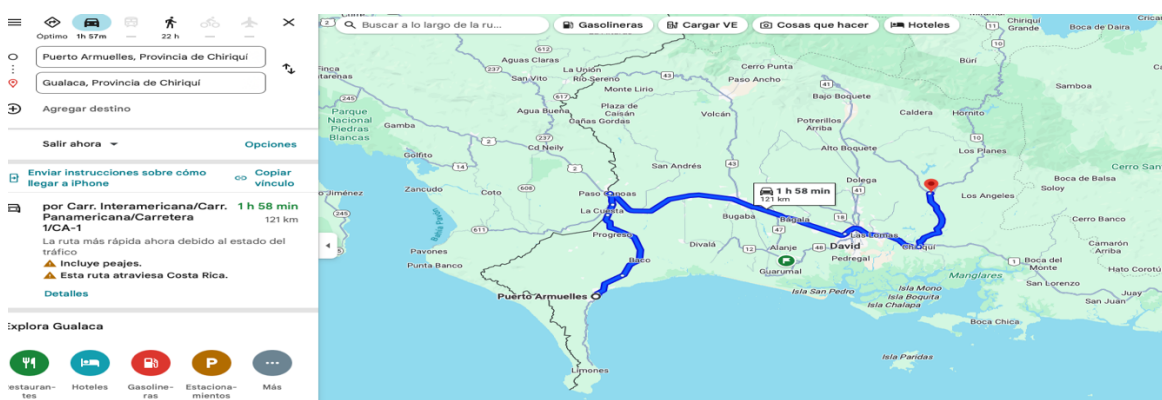


Figura 34 googlemaps-Trayecto de compra de alevines
Nota. Fuente: Google maps (s.f.) – Confección de ruta www.google.com/maps

COSTOS POR SIEMBRA ANUAL			
SIEMBRAS ANUALES	CANTIDAD DE ALEVINES	PRECIO UNITARIO	COSTO X SIEMBRA
3	3600	B/. 0.06	B/. 216.00

Figura 35 Detalle de costos asociados a la siembra
Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Alimentación

#	Etapa	Tiempo en días	Peso	% de Alimento diario	Tipo de Alimentación	Precio x Saco saco en 30 kg	Precio x kg	Consumo x estanque kg	Costo por Estanque	
1	Alevín	0-30	0-5 g	6	Alimento inicial 45%	B/. 85.00	B/. 2.83	17.68	B/. 50.03	
2	Juvenil	31-60	5-30 g	5	Pre-engorde 35%	B/. 48.25	B/. 1.61	73.65	B/. 118.58	
3	Pre-engorde	61-90	30-150 g	5	Pre-Engorde 34%	B/. 46.50	B/. 1.55	85.43	B/. 132.42	
4	Engorde	91-120	150-500g	3	Engorde 30%	B/. 43.00	B/. 1.43	68.00	B/. 97.24	
								TOTAL	244.76	B/. 398.27

Figura 36 Plan de alimentación por etapa
Fuente: Elaboración propia

El presente cuadro detalla el plan de alimentación para 1 estanque de 400 tilapias, considerando las fases de desarrollo:

- Alevín
- Juvenil
- Pre- engorde y
- Engorde

6.3 Interpretación de cuadro de alimentación

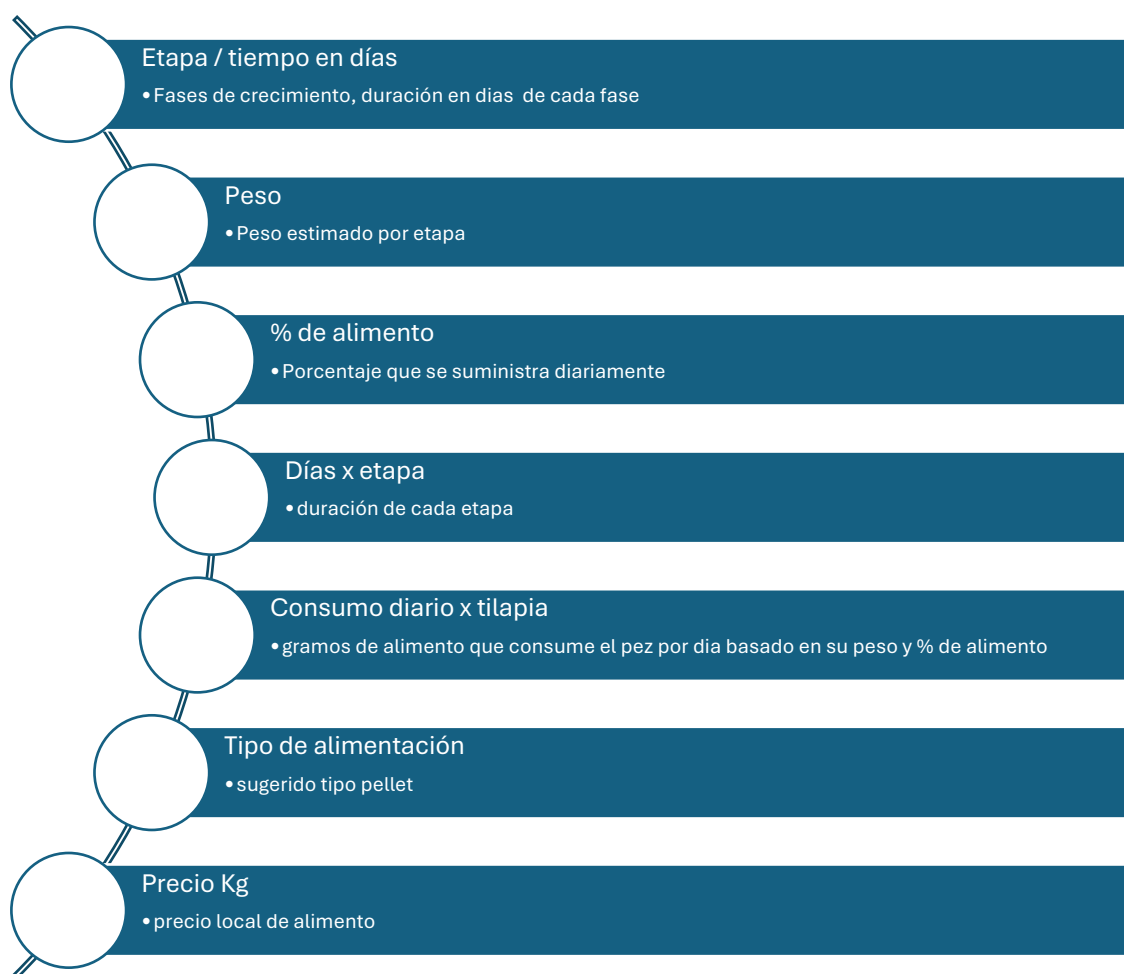


Figura 37 Interpretación del cuadro de alimentación de la tilapia
Fuente: Elaboración propia

En cada etapa se especifica la duración aproximada en días, el consumo por pez en gramos, total de alimento que se requiere por estanque y el precio por kg según los precios cotizados en Panamá.

Podemos notar que los costos varían según la etapa del pez, siendo más elevado en las etapas de juvenil y alevín, debido a que se necesita mucha más proteína para el crecimiento eficiente y disminuyendo hacia las etapas de engorde.

6.4 Índice de conversión alimenticia (FCR)

El FCR (feed conversion ratio) es un indicador técnico muy importante en la acuicultura, ya que representa la eficiencia con la que los peces convierten el alimento suministrado en biomasa (peso ganado), cuando el FCR es bajo es más eficiente nuestro sistema productivo.

$FCR = \text{alimento total consumido (kg)} / \text{peso total ganado (kg)}$

- FCR= 1.0 a 1kg de alimento produce 1kg de pescado, que sería el escenario ideal
- FCR= >1.5 tendremos menor eficiencia, quizás una posible sobrealimentación, calidad en el alimento, malos manejos
- FCR= <1.0 menos común, pero puede deberse a problemas de medición o subalimentación.

Dicho esto, para nuestro proyecto sabemos que 400 peces por estanques, con una mortalidad de 10% para el primer año, lo cual nos daría 360 peces vivos que obtendrán un peso final de 0.5g podemos calcular que nuestra biomasa sería de 244.76kg (360 peces x 0.5 kg) utilizando 244.76 kg de alimento.

Obtenida nuestra biomasa de 244.76kg podemos hacer el ejercicio de FCR lo cual sería:

$$\text{FCR: } \frac{244.76(\text{alimento})}{180 \text{ kg (biomasa)}} = 1.36$$

El valor para nuestro primer año con una mortalidad del 10%, tomando en cuenta que se siguieron los procedimientos, pero hay que ajustar en los próximos años, tenemos un resultado de FCR de 1.36, lo cual se considera aceptable y que se está produciendo con buenos rendimientos.

FCR AÑO 1 CON MORTALIDAD 10%						
#	Estanque	Peces vivos	Peso final gramos	Biomasa kg	Alimento consumido kg	FCR
1	Estanque 1	360	0.5	180	244.76	1.36
2	Estanque 2	360	0.5	180	244.76	1.36
3	Estanque 3	360	0.5	180	244.76	1.36

Figura 38 Cuadro FCR al 10%,
Fuente: Elaboración propia

FCR AÑO 2 CON MORTALIDAD 5%						
#	Estanque	Peces vivos	Peso final gramos	Biomasa kg	Alimento consumido kg	FCR
1	Estanque 1	380	0.5	190	244.76	1.29
2	Estanque 2	380	0.5	190	244.76	1.29
3	Estanque 3	380	0.5	190	244.76	1.29
FCR AÑO 3 CON MORTALIDAD 1%						
#	Estanque	Peces vivos	Peso final gramos	Biomasa kg	Alimento consumido kg	FCR
1	Estanque 1	396	0.5	198	244.76	1.24
2	Estanque 2	396	0.5	198	244.76	1.24
3	Estanque 3	396	0.5	198	244.76	1.24
FCR AÑO 4 Y 5 CON MORTALIDAD 0%						
#	Estanque	Peces vivos	Peso final gramos	Biomasa kg	Alimento consumido kg	FCR
1	Estanque 1	400	0.5	200	244.76	1.22
2	Estanque 2	400	0.5	200	244.76	1.22
3	Estanque 3	400	0.5	200	244.76	1.22

Figura 39 Cuadro FCR ajustes del 5,1 y 0%,
Fuente: Elaboración propia

Observamos una evolución favorable año tras año, la baja mortalidad que continúa cada año nos permite incrementar la biomasa cosechada por estanque de 190 kg a 200 kg manteniendo constante el consumo de alimento por ciclo. Por ende, el FCR mejoró bastante pasando de 1.29 a 1.22.

6.5 Inversión Inicial del Proyecto

La inversión inicial incluye la compra e instalación de 3 estanques de geomembrana circulares y sus costos asociados.

Podemos notar que la inversión inicial asciende a B/.12,158.48

1	Estanques de geomembrana	3	B/. 3,337.16	B/. 10,011.48
2	Costos adicional x estanque (tuberías, gomas, nivelación de área)	3	B/. 560.00	B/. 1,680.00
3	Balanzas	1	B/. 12.40	B/. 12.40
4	Instalaciones eléctricas	1	B/. 140.00	B/. 140.00
5	Tanques de muestreo	1	B/. 10.00	B/. 10.00
6	Red de pesca chica	1	B/. 8.35	B/. 8.35
7	Medidor de oxígeno	1	B/. 250.00	B/. 250.00
9	Canasta para cosecha o mortalidad	5	B/. 5.25	B/. 26.25
10	Materiales de oficina	1	B/. 20.00	B/. 20.00
			TOTAL	B/. 12,158.48

Figura 40 Desglose de inversión inicial del proyecto.
Fuente: Elaboración propia

6.6 Costo de Producción de Tilapias

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD ANUAL	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL ANUAL	% del Total
Alevines	unidad	3600	0.06	B/. 216.00	5.11
Alimento balanceado	kg	1979.19	1.53	B/. 3,028.16	71.64
Mantenimiento preventivo, correctivo o reemplazo de herramientas básicas	global	global	global	B/. 500.00	11.83
Energía	gobal	12		B/. 180.00	4.26
Mano de obra (autogestión)	global	global	global	B/. -	
Imprevistos (5%)	Porcentaje			B/. 302.50	7.16
TOTAL COSTO PRODUCCIÓN ANUAL				B/. 4,226.66	100%

Figura 41 Estructura de costos directos e indirectos asociados a la producción de tilapia en estanques de geomembranas.
Fuente: Elaboración propia

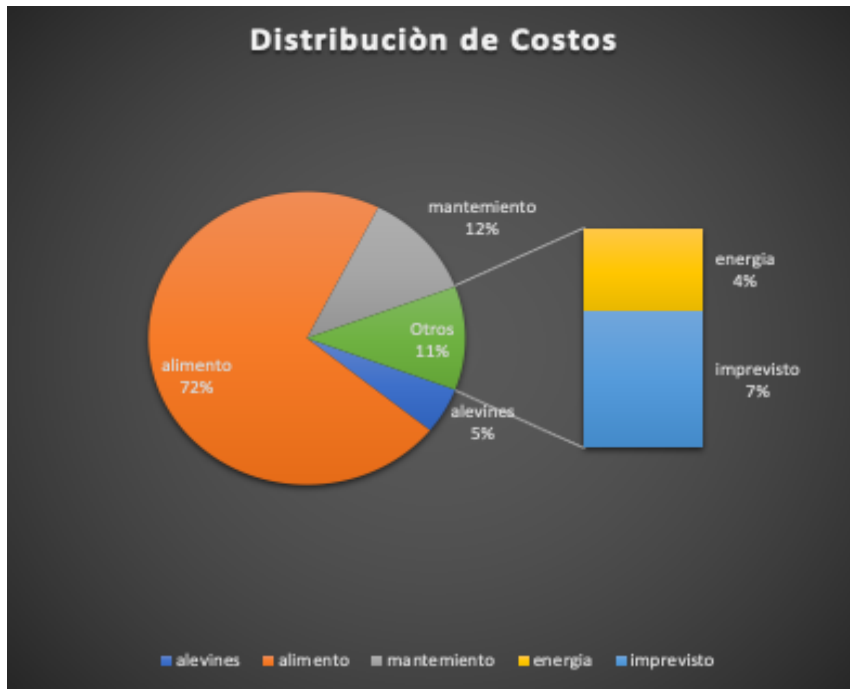


Figura 42 Gráfico Pastel - distribución porcentual de los costos de producción de tilapia-
Fuente: Elaboración propia

Observamos en nuestra gráfica que el mayor componente del costo se atribuye al alimento balanceado, el cual representa un poco más del 72% del total anual. Tomando en cuenta este dato es de suma importancia optimizar el uso de los alimentos, raciones, manejos diarios para obtener mejor rentabilidad.

Tenemos mantenimiento que ocupa el 12% e imprevistos 7% los cuales son claves para garantizar la operatividad continua del sistema.

El costo total de producción anual es de B/.4,226.66 lo que implica un costo promedio por kg de tilapia de B/. 2.60kg (costo total de producción/ producción total kg) basados en una producción de en el primer año de 1,620 kg (360 vivos x .500 g = 252 kg 1 estanque)

Podemos mencionar que nuestro resultado de B/.2.60 es razonable pero un poco ajustado si se trata de nuestra producción que es chica.

Recordemos que nuestro precio base es de B/.3.20 el kilogramo por lo cual al restarlo del B/.2.60 mantendremos un margen bruto de B/. 0.60 kg, estos 0.60 centavos es poco margen, si llegamos a tener un problema de mortalidad, clima o alza de alimentos podríamos comprometer el proyecto.

6.7 Financiamiento del Proyecto:

Este proyecto de tilapias en estanques de geomembrana será financiado mediante capital propio, se explica las razones:

- Evitar el endeudamiento, evitar asumir compromisos de pago con terceros
- Al no tener una deuda con un banco, nos permitimos reinvertir el dinero del flujo de caja en mejoras productivas
- Evitamos comisiones bancarias, seguros
- Mantenemos un control total de los beneficios del negocio.

6.8 Ventas Netas

Hemos considerado que el precio por kg sea de B/. 3.20, este precio ha sido determinado conforme a los precios actuales del mercado panameño, nuestro objetivo es que nuestras tilapias alcancen el peso de 400 gramos. Dicho esto, nuestro ingreso acumulado durante los 5 primeros años sería de B/. 27,910.00 esta cifra en comparación con los costos de producción anteriormente mencionados nos permite generar utilidades reales desde el primer año.

INGRESOS ACUMULADOS EN 5 AÑOS					
Año	Producción (kg)	Precio por kg (USD)	Ingreso Bruto (USD)	Descuentos/Devoluciones	Ventas Netas (USD)
1	1,620	B/. 3.20	B/. 5,184.00	0	B/. 5,184.00
2	1,720.00	B/. 3.20	B/. 5,504.00	0	B/. 5,504.00
3	1,782.00	B/. 3.20	B/. 5,702.40	0	B/. 5,702.40
4	1,800.00	B/. 3.20	B/. 5,760.00	0	B/. 5,760.00
5	1,800.00	B/. 3.20	B/. 5,760.00	0	B/. 5,760.00
	8,722		TOTAL VENTAS NETAS EN 5 AÑOS		B/. 27,910.40

Figura 43 Cuadro de ventas acumuladas en un periodo de 5 años.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 44 Detalle en Gráfico en barras de ventas en 5 años,
Fuente: Elaboración propia

Recordemos que nuestros ciclos de cosecha serían 3 veces al año, donde también se considera que en el primer año calculamos una mortalidad de 10%, en el segundo año 5%, tercer año de 1% y para el año 4 y 5 0%. Lo ideal sería mantener una mortalidad de 0% para cosechar el 100% de cada estanque.

6.9 Estado de Resultado proyectado a 5 años

Podemos observar que el proyecto genera utilidades netas positivas desde el primer año y año tras año incrementan las utilidades

DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversion	B/. 13,308.48					
Peces Cosechados		3240	3420	3564	3600	3600
Producción kg		2268	2394	2494.8	2520	2520
Precio por Kg		B/. 3.20	B/. 3.20	B/. 3.20	B/. 3.20	B/. 3.20
Ingresos de Ventas		B/. 7,257.60	B/. 7,660.80	B/. 7,983.36	B/. 8,064.00	B/. 8,064.00
Costos de Produccion						
Costo de Alevines		B/. 216.00	B/. 216.00	B/. 216.00	B/. 216.00	B/. 216.00
Costo Alimento		B/. 3,199.77	B/. 3,199.77	B/. 3,199.77	B/. 3,199.77	B/. 3,199.77
Mano de obra		B/. -	B/. -	B/. -	B/. -	B/. -
TOTAL		B/. 3,415.77	B/. 3,415.77	B/. 3,415.77	B/. 3,415.77	B/. 3,415.77
Costos indirectos						
Energia		B/. 240.00	B/. 240.00	B/. 240.00	B/. 240.00	B/. 240.00
Mantenimiento		B/. 260.00	B/. 260.00	B/. 260.00	B/. 260.00	B/. 260.00
Imprevistos		B/. 302.50	B/. 302.50	B/. 302.50	B/. 302.50	B/. 302.50
Depreciación		B/. 2,002.30	B/. 2,002.30	B/. 2,002.30	B/. 2,002.30	B/. 2,002.30
Hielo		B/. 90.00	B/. 90.00	B/. 90.00	B/. 90.00	B/. 90.00
TOTAL		B/. 2,894.80	B/. 2,894.80	B/. 2,894.80	B/. 2,894.80	B/. 2,894.80
Costos Financieros						
Intereses de prestamos		B/. -	B/. -	B/. -	B/. -	B/. -
Comisiones Bancarias		B/. -	B/. -	B/. -	B/. -	B/. -
Costo totales		B/. 6,310.57	B/. 6,310.57	B/. 6,310.57	B/. 6,310.57	B/. 6,310.57
Utilidad Neta		B/. 947.03	B/. 1,350.23	B/. 1,672.79	B/. 1,753.43	B/. 1,753.43

Figura 45 Tabla de Estado de resultados del proyecto acuícola
Fuente: Elaboración propia

6.10 Flujo de fondos

Flujo de Fondos Neto						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS	-12,158.48					
Ventas		B/. 7,257.60	B/. 7,660.80	B/. 7,983.36	B/. 8,064.00	B/. 8,064.00
EGRESOS						
Costo de Producción		B/. 4,226.66	B/. 4,226.66	B/. 4,226.66	B/. 4,226.66	B/. 4,226.66
Utilidad Bruta		B/. 3,030.94	B/. 3,434.14	B/. 3,756.70	B/. 3,837.34	B/. 3,837.34
Gastos Financieros		B/. -	B/. -	B/. -	B/. -	B/. -
Depreciaciones		B/. -	B/. -	B/. -	B/. -	B/. -
Utilidad Neta		B/. 3,030.94	B/. 3,434.14	B/. 3,756.70	B/. 3,837.34	B/. 3,837.34
Inversión Inicial		B/. 12,158.48				
Valor Actual Neto		B/. 575.45				
Tasa interna de Retorno		13.81%				
ROI		7.8				

Figura 46 Cuadro de Flujo de fondos destacando rentabilidad en VAN, TIR, ROI
Fuente: Elaboración propia

Para calcular el valor actual neto se consideró una tasa de descuento del 12% obteniendo un resultado de B/. 575.45 nos indica que nuestro proyecto genera valor, aunque está muy ajustado. La TIR arrojó un valor de 13.81% lo cual es superior al costo de oportunidad lo cual nos dice que el proyecto es viable, pero con poco margen de seguridad y el ROI de 7.8% por lo cual recuperamos nuestra inversión alrededor de los 7 años y 10 meses, es aceptable, pero podríamos mejorar si incluyéramos tecnología y optimizaciones.

6.11 Análisis de sensibilidad

Simularemos 3 tipos de escenarios para comprender la flexibilidad económica del proyecto.

Nuestra producción anual base, se basa en la suma de la producción anual esperada en kilogramos. Para el primer escenario mantendremos una reducción del 10% de precio venta y producción, para nuestro escenario base mantendremos nuestro precio de proyecto y su producción anual, para nuestro escenario optimista aumentaremos el 10% del precio de venta y producción.

Tipo de Escenario	Precio x kg	Producción anual estimada kg (400 peces)	Ingreso Anual	Costo Total Prod	Utilidad Neta	Observación
Pesimista	B/. 2.88	1620	B/. 4,665.60	4,226.66	B/. 438.94	Ligeramente viable
Base	B/. 3.20	1800	B/. 5,760.00	4,226.66	B/. 1,533.34	estable
Optimista	B/. 3.52	1980	B/. 6,969.60	4,226.66	B/. 2,742.94	mejores utilidades

Figura 47 Cuadro de Representación del Análisis de sensibilidad
Fuente: Elaboración propia

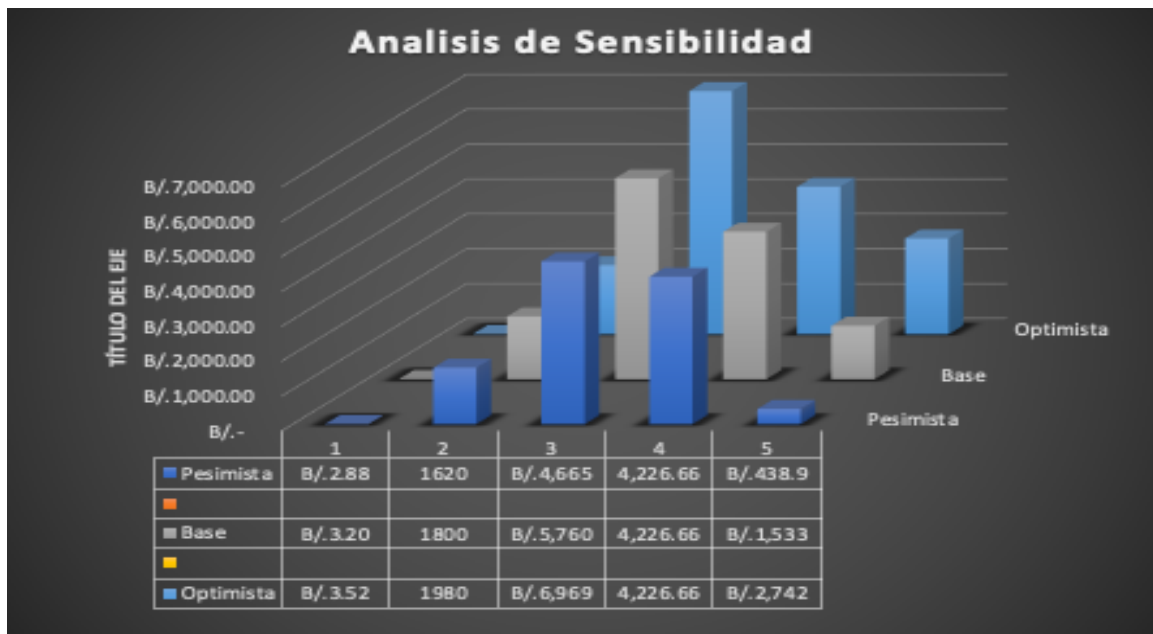


Figura 48 Gráfico del análisis de sensibilidad
Fuente: Elaboración propia

Al simular los 3 escenarios nos podemos percatar que ante cualquier disminución del precio o una pequeña baja en la producción notamos que el proyecto sigue siendo ligeramente rentable, mientras que el precio base de 3.20 con producción de 1800 kg vemos que nuestro margen de utilidad se incrementa confirmando que nuestro proyecto es viable por lo tanto mantiene un comportamiento financiero favorable y a su vez tiene potencial para ser replicado como hemos mencionado con anterioridad.

7 Conclusión

Este proyecto nace de una necesidad real, lo cual buscamos que mediante sistemas de acuicultura podamos generar valor de una manera sostenible y técnicamente viable.

Nuestro presente análisis ha permitido evaluar con profundidad la viabilidad financiera del proyecto de cultivo de tilapias en estanques de geomembrana en la región de Chiriquí, bajo condiciones reales de operación y considerando una estructura de capital propio.

Cabe mencionar que con una inversión de B/.12,158.48 nuestro modelo logra recuperar el 100% en un tiempo de 5 años según los indicadores anteriormente citados, estos indicadores no solamente confirman la viabilidad del proyecto también respaldan su estabilidad frente a variable de precio de venta y producción anual.

Nuestro proyecto tiene como prioridad recuperar la inversión inicial, una vez alcanzado nuestro objetivo nuestro siguiente paso es invertir en tecnologías, principalmente en sistemas de aireación, los cuales nos ayudarán a obtener mejores resultados en la conversión alimenticia, aumentar la densidad de siembra y optimizar los ciclos de cultivo. Esto nos ayudará a duplicar o triplicar la biomasa en nuestros estanques sin comprometer la salud de los peces, por lo cual requerimos adicionalmente sistemas de monitoreo para tener un mejor control.

Este ejercicio no solo deja una ruta más clara para el futuro del cultivo de tilapias en geomembrana, también evidencia nuestro compromiso como emprendedores en del desarrollo rural responsable y con visiones a largo plazo.

8 Recomendaciones finales

El previo análisis económico nos ha demostrado las fortalezas y debilidades de nuestro proyecto, pudimos visualizar que nuestra operación cumple con una buena práctica en temas de acuicultura, pero siempre debemos estar abiertos al aprendizaje y estar pendientes de las innovaciones técnicas.

Recomendaciones más relevantes:

1. Optimizar el alimento y evaluar si mantenemos formulaciones locales que reduzcan el costo de este insumo.
2. Aumento de Biomasa, al incluir aireadores y con una buena calidad del agua podemos lograr siembras de 1000 a 1200 peces por estanque, recordemos que actualmente sin este sistema sembramos 400 por estanque.
3. Explorar nuevas tecnologías como lo son: bombas solares
4. Incluir venta de tilapias evisceradas o fileteadas.
5. Buscar financiamiento o subsidios de ARAP o MIDA (De haber)



Figura 49 referencial de estanques con aireadores,

Nota. Fuente: Energía y potencia (s.f.)

<https://energiaypotencia.com/blog/como-funcionan-los-aireadores-solares>

Desde una perspectiva comercial debemos en un futuro avanzar con la diversificación del producto final, como mencionamos en los puntos anteriores incorporar el eviscerado o el fileteado de la tilapia. Esta estrategia nos permitirá agregar valor al producto, acceder a nuevos segmentos de mercado y también mejorar el precio por Kg, en comparación del

pez vivo o fresco. Para llegar a este punto necesitaremos tener muy claro cuáles son las normativas sanitarias, evaluar la logística y la posible inversión en equipamiento.

El explorar las tecnologías energéticas alternativas, como sistemas solares nos permitirá a reducir costos asociados como la electricidad, disminuye la dependencia de fuentes energéticas convencionales y fortalece el componente ambientalmente sostenible del proyecto.

Adicionalmente a las recomendaciones previamente expuestas, debemos fortalecer el capital humano vinculado a este proyecto, aun cuando se trate de una operación de pequeña escala. La capacitación continua en temas básicos de manejos acuícolas, bioseguridad, alimentaciones y cuidado de los estanques, resulta clave para reducir errores operativos que, aunque sean pequeños pueden generar pérdidas económicas significativas al cabo del tiempo de siembra a cosecha. La formación técnica tanto del productor y del personal contribuye a la estabilidad del sistema y a la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

Finalmente, se recomienda que el proyecto mantenga una visión de escalabilidad progresiva, evitando crecimientos acelerados y mantener crecimiento ordenado basados en resultados reales y no en proyecciones teóricas.

Esto nos permitirá mantener un buen orden financiero y nos da probabilidades de éxito a largo plazo.

9 Aprendizaje del proceso

El desarrollo de este proyecto de tilapias en estanques de geomembrana representó un verdadero recorrido de descubrimiento personal y profesional, cada etapa de este proyecto evidenció cuán complejo es hacer un sistema acuícola sostenible, pero a la vez fue gratificante.

El mayor aprendizaje que obtengo es que la eficiencia no siempre es adoptar una tecnología sofisticada, sino ver y entender profundamente cada detalle y entender cada proceso como lo fué en este caso ajustar el alimento sin comprometer la salud de los

peces, decidir si es necesario implementar aireadores desde el inicio o no, son decisiones que exigen intuición como también experiencia en campo.

También entendí que muchas veces no siempre tenemos que seguir una planificación rígida, sino flexible y que el margen de error no representa una amenaza sino una oportunidad para mejorar; cabe destacar que me ajusté al máximo con la inversión inicial de este proyecto, de tratar de hacer lo suficiente y un poco más con el dinero que se invertía; porque al trabajar con sistemas vivos debemos mantener paciencia y el equilibrio. A partir de esta experiencia, se consolidó una comprensión más integral del manejo acuícola como un proceso dinámico, en el cual las decisiones deben adaptarse constantemente a las condiciones reales del entorno productivo. El comportamiento de los peces, la calidad del agua y la respuesta del sistema ante cambios operativos demostraron que la observación continua y el análisis crítico son herramientas tan relevantes como cualquier infraestructura o equipo tecnológico. Aprendimos también poder identificar que la toma de decisiones en la acuicultura no puede basarse únicamente en los modelos teóricos o recomendaciones estandarizadas, sino que debe contextualizarse según las condiciones locales, la escala de producción y la capacidad financiera del productor. En este sentido, la experiencia práctica adquirida fortaleció la capacidad de evaluar riesgos, priorizar inversiones y diferenciar entre gastos necesarios y gastos postergables sin afectar el desempeño productivo.

Otro aprendizaje relevante derivado de este proyecto fue reconocer la importancia de la documentación sistemática de cada ajuste técnico y de los resultados obtenidos durante el proceso productivo. El registro continuo de datos, observaciones y decisiones operativas consolidó como una herramienta fundamental para la mejora continua del sistema, ya que permitió identificar tendencias, evaluar el impacto de las modificaciones implementadas y corregir oportunamente desviaciones en el desempeño productivo. Asimismo, esta práctica genera información confiable que facilita la replicabilidad del modelo y sienta bases técnicas sólidas para un eventual escalamiento del proyecto en el futuro, reduciendo la incertidumbre en ciclos productivos posteriores y fortaleciendo la toma de decisiones basada en la evidencia.

Finalmente, el desarrollo integral de este proyecto permitió reafirmar que la sostenibilidad en la acuicultura depende de un equilibrio adecuado entre el conocimiento técnico, la experiencia práctica adquirida en campo, la disciplina operativa y la comprensión de los procesos biológicos involucrados. El aprendizaje obtenido trasciende el ámbito

estrictamente productivo, al contribuir al fortalecimiento de competencias personales y profesionales tales como la paciencia, la capacidad de adaptación ante escenarios cambiantes y el análisis crítico de los resultados. Estas habilidades resultan esenciales para la consolidación, continuidad y proyección a largo plazo de proyectos acuícolas desarrollados en contextos similares al del presente estudio.

10 Visión a futuro

El potencial de este proyecto es muy amplio, una vez podamos recuperar nuestra inversión el siguiente paso es incorporar aireadores para poder mejorar el oxígeno en los estanques, dando por resultado mayor densidad de siembra y mejorar el FCR.

1. Aumentar la siembra a 1,000 por estanque, como ya mantenemos los estanques no requerimos más infraestructura.
2. Implementar monitoreos digitales
3. Agregar valor al producto, como lo sería la tilapia empacada fileteada.
4. Explorar una entrada adicional de dinero con turismo y pesca recreativa
5. Presentar el proyecto a otros productores locales



Figura 50 – Imagen referencial de estanques con aireadores

Nota. Fuente: Energía y potencia (s.f.)

<https://geotexaco.com/tanques-de-geomembrana-para-acuicultura/>

Con los resultados positivos obtenidos en los primeros 5 años, se piensa incluir más estanques de geomembrana con mejoras tecnológicas, mejores eficiencias en el alimento y buscar nuevos proveedores de estanques geomembrana mucho más económicos o

analizar la opción de comprar el material individual y construir el estanque desde 0, lo que nos permitiría abaratar costos.

Adicionalmente, a largo plazo aspiramos a convertirnos en un referente local de producción acuícola responsable, promoviendo prácticas que minimicen el impacto ambiental y fortalezcan la sostenibilidad del recurso hídrico, a largo plazo también aspiramos a consolidarnos como una alternativa productiva con impacto positivo en el ámbito social y comunitario. La generación de empleo, la transferencia de conocimientos técnicos y el fortalecimiento de capacidades locales en la acuicultura contribuyen al desarrollo económico de la comunidad y a la diversificación de las actividades productivas en la región. Asimismo, la producción local de tilapia favorece el acceso a una fuente de proteína de calidad, aportando de manera directa a la seguridad alimentaria y al bienestar de la población.

Desde la perspectiva ambiental, nuestra visión a futuro se fundamenta en el uso responsable de los recursos naturales y en la aplicación de prácticas productivas sostenibles.

En conclusión, la proyección del proyecto se sustenta en principios de responsabilidad social, ética productiva y mejora continua. Se prioriza el cumplimiento de las normativas vigentes, el respeto por el entorno natural y la adopción de buenas prácticas acuícolas que puedan ser replicadas por otros productores. Esta visión integral permite que el proyecto no solo persiga la rentabilidad económica, sino también la generación de valor social y ambiental sostenible, asegurando su continuidad y proyección a largo plazo en contextos similares al del presente estudio.



Figura 51 Imagen ilustrativa de escenario óptimo
Fuente: Elaboración propia

10.1.1 Estrategias claves para el escalamiento:

1. Tecnología: al incluir aireadores a nuestros estanques, incrementamos la oxigenación y la densidad sin afectar a los peces. La incorporación progresiva de aireadores representa una de las estrategias más importantes para el escalamiento del sistema productivo ya que al aumento de oxigenación del agua nos permitirá mejorar la fisiología de los peces, reducir estrés y nos optimiza la conversión de alimentos, lo que a futuro se traduce a un mejor aprovechamiento de alimento suministrado.
2. Economía: buscar nuevos proveedores de geomembrana mucho más económicos, aplicar para programas de subsidios. La búsqueda de nuevos proveedores nos permitirá reducir el costo unitario por estanques para futuras ampliaciones, así también explorar la posibilidad de acceder a programas de subsidios los cuales nos podrían beneficiar en la adquisición de equipos expansión del sistema o la implementación de mejoras tecnológicas sin comprometer de manera significativa el capital del proyecto.
3. Productiva: planteamos escalar poco a poco la densidad de peces, lo cual nos garantizará un aprendizaje en el proceso, lo cual también nos ayuda a controlar mucho más su alimentación y crecimiento. Este enfoque gradual permite un mayor control sobre la alimentación, el crecimiento y la mortalidad de los peces, reduciendo riesgos asociados a sobrecargas del sistema.

4. Comercial: Desarrollar una marca local. La creación de nuestra identidad nos permite diferenciar del producto del mercado regional, generar confianza en los consumidores y fortalece en la percepción de calidad y origen local.
5. Ambientales: reutilización del agua, instalación futura de techos, sistemas de recolección de agua de lluvia, se pensaría en incluir hidroponía. Consideramos viable la integración de sistemas complementarios como la hidroponía, utilizando los nutrientes presentes en el agua de los estanques para la producción vegetal. Esta forma nos permite optimizar el uso de los recursos, reducir desperdicios y fortalecer el carácter sostenible e innovador del proyecto.

En conjunto estas estrategias de escalamiento nos permiten proyectar el crecimiento del sistema de cultivo de tilapias de manera ordenada, eficiente y responsable.

La aplicación responsable de estas acciones nos permitirá consolidar el proyecto como un modelo productivo adaptable, económicamente viable y ambientalmente sostenible.

11 Bibliografía

1. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP). (2022) estadísticas de producción acuícola en Panamá; Manual de buenas prácticas acuícolas en Panamá. ARAP.
2. Castro J & Melgarejo (2019), Geomembranas en acuicultura: fundamentos técnicos y ventajas operativas. Editorial Académica Española.
3. El Sayed, A. F.M (2020) Tilapia culture. Academic Press
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. FAO <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2022) Potencial de crecimiento de la acuicultura en Panamá. FAO.
6. Ishikawa, K. (1989). Guía de control de calidad. Editorial Diaz de Santos.
7. Johnson, G., Scholes, K. & Whittington, R. (2017). Dirección estratégica. Pearson Education.
8. Ministerio de Ambiente (2022) Normativa ambiental para acuicultura en cuerpos de agua dulce. Ministerios de Ambiente
9. Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA) Plan nacional de acuicultura 2021-2025. MIDA
10. Porter, M. E. (1987) ventaja competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior. Compañía Editorial Continental.
11. Porter, M. E. (2008) Las Cinco fuerzas competitivas que dan forma a la estrategia. Harvard Business Review.
12. Ries, E. (2012). El Método Lean StartUp: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua. Deusto
13. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI). (2019). Estudio sobre la producción acuícola en estanques de geomembrana en Chiriquí. UNACHI.