

**Métodos más costo eficientes para el cultivo de tilapia roja en Colombia**

**Joaquín Cabrera Mejía**

**Pregrado en Administración de Empresas**

**Colegio de Estudios Superiores de Administración**

**Bogotá**

**2023**

**Métodos más costo eficientes para el cultivo de tilapia roja en Colombia**

**Joaquín Cabrera Mejía**

**Alfredo Contreras**

**Pregrado en Administración de Empresas**

**Colegio de Estudios Superiores de Administración**

**Bogotá**

**2023**

## Tabla de contenido

<b>Resumen.....</b>	<b>5</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Revisión de la literatura .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Costo de la tierra .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Oxígeno .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Riesgo a las enfermedades.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Metodología de la investigación.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Tipo y diseño de la investigación.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Enfoque Metodológico .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Población y muestra.....</b>	<b>18</b>
<b>3.Resultados obtenidos .....</b>	<b>18</b>
<b>Objetivos generales.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Determinar las diferentes alternativas para reducir los costos en el cultivo de tilapia ....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Investigar sobre las comercializadoras para montar una propia en un futuro.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3Diseñar la estructura de costos del proyecto y sus alternativas .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4 Determinar los motivos por lo que las ayudas del gobierno sin mínimas.....</b>	<b>31</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>32</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>34</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>36</b>

## **Tabla de Figuras**

Figura 1. Diagrama de investigación .....	13
Figura 2. Metodología de la investigación.....	14
Figura 3, Índice de mortalidad .....	22
Figura 4, Mojarras por M3 .....	22
Figura 5, Temperatura del agua en grados centígrados .....	23
Figura 6, Peso promedio mojarra cosechada valores en gramos .....	24
Figura 7, Mortalidad vs Temperatura del agua.....	25
Figura 8, Desviación de la media(mortalidad).....	26

## **Tablas**

<b>Tabla 1, tabla de ingresos y costos (pesos colombianos) .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 2, Estructura de costos valores en pesos colombianos.....</b>	<b>30</b>

## **Resumen**

La piscicultura en Colombia no ha sido un motivo de orgullo nacional debido a su baja producción. Sin embargo, lo que motivo a ser este estudio fue entender si efectivamente este sector tenía capacidad de producción y oportunidades de mejora. Es un mundo realmente fascinante, en donde se descubrió las razones principales por las que este sector no es tan grande como podría ser. El factor principal y el de mayor implicación en los costos es precisamente el oxígeno, ya que requiere unos costos muy altos de energía para poder mantenerlo en operación las 24 horas.

Si bien es sorprendente la solución que se encontró para evitar el uso del oxígeno artificial mediante canales debido a que es relativamente simple, se entiende que las condiciones de la finca son óptimas para este proyecto en temas de caudal, temperatura y capacidad de mantener el agua. Si bien hubo una investigación académica y formal, con la ayuda de piscicultores e ingenieros se decidió hacer el proyecto antes de tiempo ya que era la única manera de realmente validar y probar si las hipótesis y la validación eran válidas.

Aún más sorprendente de que el proyecto en términos de ingeniería funcionara y que fuera relativamente sencillo, fueron los resultados obtenidos ya con las mojaras sembradas. Las mojaras crecieron con éxito y la mortalidad fue bastante mejor a lo esperada lo que lleva a mayor producción y por ende mayores ingresos con un sistema nuevo y sostenible.

Se decidió hacer este proyecto acerca de este tema por el interés personal y para aprender un poco más. Sin embargo, el mayor aprendizaje y lo más útil fue la validación académica que se realizó para de esa manera entender más a fondo los problemas del negocio y las oportunidades de mejora en un futuro.

## **Introducción**

Los objetivos de esta investigación fueron muy sencillos desde un principio, sin embargo, la investigación llegó a ser un poco más larga de lo esperado y con resultados inesperados e interesantes. El primer y fundamental objetivo era determinar las diferentes alternativas para reducir los costos en el cultivo de tilapia roja y de esa manera tener mayor utilidad. La investigación en este sentido logró ser un éxito debido a que se encontraron los motivos y se encontró la manera de reducir los costos del oxígeno artificial, remplazándolo por oxígeno natural mediante canales y así reducir este costo.

El siguiente objetivo el cual era investigar sobre las comercializadoras para lograr montar una propia sigue en proceso ya que la planta no se ha montado y toca estar investigando de manera constante para que sea un éxito. En cuanto a la investigación de estructura de costos se descubrió lo mismo que en la proyección de ingresos en comparación a las fincas investigadas y es que el costo de la comida en este caso tiene implicaciones muy altas en los costos de la empresa y que la finca San José, es decir la finca propia estaba perdiendo competitividad frente a las demás por lo que se identificó una importante oportunidad de mejora.

En gran parte por el costo del oxígeno es que el gobierno no ha querido ayudar, porque no ve oportunidades de mejora en el negocio y hay menos de 800 hectáreas sembradas, así como hay poca innovación como para llamar la atención del gobierno y entregar unos subsidios. Sin embargo, se espera que con este método innovador se logre tener mejores resultados y ser un apoyo para la industria.

### **1. Revisión de la literatura**

El estudio demuestra tres variables importantes, las cuales restringen a las personas a entrar a la industria, debido a su costo y a los riesgos que representan para el cultivo, siendo el oxígeno, el costo de la tierra y enfermedades en los cultivos. Vale la pena resaltar que no solo son costos económicos, como el oxígeno y el costo de la tierra, las cuales son 2 variables a analizar, es también el riesgo de las enfermedades que hay en los cultivos de mojarra, las cuales alejan a las personas de entrar al negocio. Luego de recopilar información de artículos académicos y de hacer una investigación de campo en fincas piscicultoras en el departamento del Huila, se logró analizar más a profundidad, pero, sobre todo, encontrar las 3 variables que más que afectan al cultivo de Tilapia lo cual fue el punto de partida para la investigación.

Estas variables vienen luego de estudiar los artículos académicos y de hacer visitas presenciales a 3 fincas pisciculturas en el departamento del Huila. En primera instancia se buscaba entender las razones por las que las personas no entraban en este negocio. De acuerdo a Ahmed, Elhedy (2018), Yuan Y, Dai Y y Gong Y (2017) así como Sanabria, Y.A.P. (2016) coinciden en que hoy en día el costo del oxígeno tiene un peso bastante fuerte en los costos totales del proyecto que según la empresa Edex Colombia es de un 12-15% del proyecto. Entender esta primera barrera de entrada fue un avance muy importante en la investigación, fue una partida de inicio para las demás variables. Si bien estos artículos tenían como objetivo investigar y explicar los costos reales de este proyecto le dejan un claro ejemplo al lector de lo que hay detrás de estos cultivos de mojarra.

Los autores Jeffery KR, Stone D, Feist SW, Verner-Jeffres DW (2010), Jovita, Malia (2017) así como Alzate (2018), Castro (2021) y García (2017) relatan las enfermedades de los pescados como un peligro eminente en el cultivo debido a la cantidad de pescados que hay, en

algunos casos llegando a más de 15 por m<sup>3</sup>. Esto hace que las plagas sean más fuertes y contagiosas. Las

fuentes coinciden que el factor principal que produce las enfermedades es la falta de oxígeno en el agua. Esto puede ser porque el oxígeno no es suficiente o el estancamiento de agua provoca que las plagas no salgan del lago. Esto requeriría un flujo constante de agua, una especie de río para que haya oxígeno natural y las plagas no se queden en donde están las mojaras. Cabe resaltar que los cultivos en las represas en donde hay oxígeno y el agua fluye no están exentas a estas enfermedades como fue el caso en la represa de Betania en el 2012, hubo una plaga luego de una sequía que causó la muerte de más de 5,000,000 de mojaras (Varón, 2016). Esta investigación, si bien descubre otra barrera es optimista ya que descubre que el movimiento del agua evita las enfermedades en una gran parte ya que hay más oxígeno y el agua no se estanca.

Estudiando un poco más a fondo los autores Blanco, Barrandica & Vilorio (2007) y Gómez (2013), coinciden en que la primera barrera de entrada es el costo de la tierra refiriéndose a lo que puede valer una finca con agua en donde sea viable construir unos lagos de tilapia. Esto no se había considerado como la primera barrera de entrada, sin embargo, el terreno es efectivamente lo primero que se necesita para ejecutar cualquier proyecto de agricultura, por lo que el estudio de estos artículos fue bastante importante para entender que esa debía ser la primera variable. Por su lado, Gonzales (2014) Varón (2016) coinciden que la Tierra puede llegar a tener una implicación muy fuerte en la inversión inicial, sin embargo, toca sumarle el movimiento de la tierra. Es decir, la construcción de los lagos.

## 1.1 Costo de la tierra

Ahora bien, como mencionado anteriormente adquirir una finca con un buen sistema de riego o con cantidades abundantes de agua, puede ser bastante costoso el cupo de las jaulas

para la mojarra está lleno en la gran mayoría de las represas en Colombia como indica Pulido (2010). Es también por este motivo, que las personas no se motivan a entrar en esta industria, o simplemente hacen unos huecos en la tierra y dependiendo del nivel freático que haya, logran conseguir agua de manera más fácil, o les toca llenar el lago con agua de otras partes y poner telones negros evitando así, las filtraciones, lo que implica más costos para el proyecto. Una hectárea con un buen sistema de riego puede superar los 20 millones de pesos, lo cual implica una inversión bastante alta para el proyecto, sin incluir el costo del oxígeno. Además de esto, el costo promedio para un lago de 2,000 metros cúbicos es de alrededor de 20 millones de pesos, según la finca Edex Colombia. No solamente es lo que vale la tierra como tal, sino los costos que hay detrás del movimiento de tierra en adecuarla para un cultivo sostenible de Tilapia.

## 1.2 Oxígeno

El oxígeno es el principal impedimento de entrada para el cultivo de tilapia, incluso antes que el costo de la tierra, debido a que hay personas que ya tienen la tierra, pero se niegan a montar un cultivo de tilapia por los altos costos del oxígeno. Estudiando más a fondo el tema del oxígeno entre fincas piscicultoras en el Huila que tienen cultivos de mojarra, y validando con artículos académicos se llegó a la conclusión de que el oxígeno es vital para los cultivos de Mojarra, a menos de que haya un flujo de agua constante. El oxígeno oscila entre el 10% y 12% de los costos según Edex Colombia, una compañía que tiene más de 150,000 pescados cultivados ya que cree en las buenas oportunidades que trae el cultivo de Tilapia. Estos costos no tienen en cuenta el costo de la inversión inicial del oxígeno. Este descubrimiento en la investigación es el que realmente obliga a buscar una alternativa diferente. Este costo, así como la inversión inicial, es una causa de abstención para entrar al negocio, no solamente por

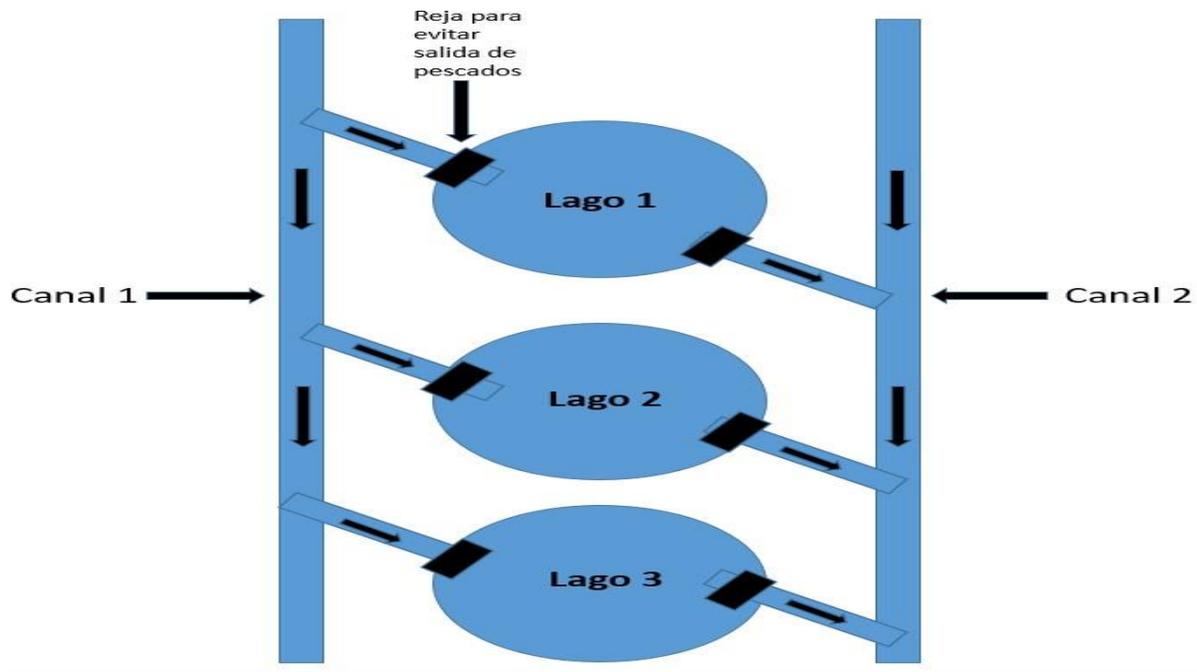
lo estudiado en la revista *Acuaculture, economics and management* y la revista *Aquatic*, quien realizó sus estudios en la represa de Betania, sino también por la investigación realizada en las visitas a las fincas pisciculturas. Sin embargo, quienes tienen el dinero o quienes están dispuestos a cubrir el préstamo lo hacen, pero de todas maneras tiene un impacto fuerte en los costos y en la operación, dejando ningún o poco margen de error si el objetivo es tener una rentabilidad.

### 1.3 Riesgo a las enfermedades

Es vital cuidar los cultivos y pagar lo necesario para tener un cultivo sano y sostenible, ya que, por ahorrar esos costos, puede que el ahorro simplemente termine en un costo mucho más alto en el largo plazo. Más que el riesgo que corren los pescados de sufrir estas enfermedades, es el riesgo que no quieren asumir los piscicultores por el miedo a perder toda su producción o una parte importante de esta misma. Mucho menos después de haber invertido en la tierra, oxígeno y en un posible telón para evitar filtraciones. La conclusión principal es que dado a los costos tan altos del oxígeno y la tierra los cultivos tienen que cuidarse minuciosamente de las enfermedades que se puedan presentar en los cultivos ya que puede acabar con toda su producción, motivo por el que así sea más costoso hacer más lagos más pequeños que un solo lago grande, es una decisión que toman los piscicultores ya que así tienen su siembra dividida en varios lagos y así disminuyen el riesgo de perder toda su producción.

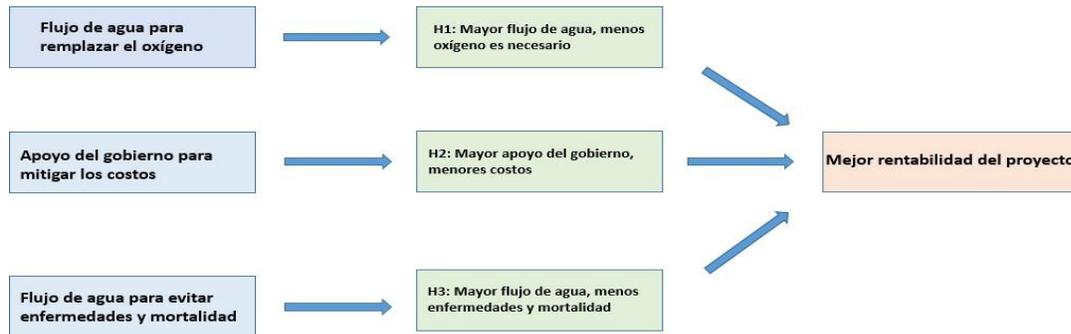
Esta es la última variable a asumir ya que primero se necesitan pasar las primeras dos y aceptar que es posible que haya enfermedades en los lagos, motivo por el cual es importante cubrir esos riesgos como se menciona al principio para evitar así, en su mayor parte estas enfermedades. La piscicultura tiene la ventaja frente a la ganadería y la avicultura que se necesita mucho menos espacio, pero tiene la desventaja de que se puede perder una parte importante de la población en muy poco tiempo, lo cual es muy extraño en las aves y el ganado. Ahmed, Elhendy (2018) y McVoty, Claire (2004) coinciden en que un mal manejo en cuanto al oxígeno y flujo de agua pueden acabar con toda o gran parte de la producción.

**Figura 1. Diagrama de investigación**



El diagrama muestra el método que se quiere probar en los cultivos, se quiere probar si esto es posible. El canal 1 y canal 2 son canales ya existentes cuya corriente va para donde la señalan las flechas. Los canales de comunicación que conectan tanto la entrada y la salida de los lagos también funcionan por gravedad. Cabe resaltar que las rejillas son importantes para que las mojarras no salgan de los lagos, dado que en ese caso se saldrían. La razón por la cual los lagos no están conectados entre sí, es para que el agua entre de la manera más limpia posible. De esta manera los residuos de comida, de los pescados e incluso posibles plagas saldrían al canal 2 y no a los otros lagos.

## 2. Metodología de la investigación



**Figura 2. Metodología de la investigación**

(Nota. Elaboración propia)

### 2.1 Tipo y diseño de la investigación

El diseño de la investigación, luego de haber estudiado estos cultivos en la investigación de campo, consiste en investigar si en el lote en donde se tiene pensado hacer los lagos, fuera posible conectarlos al canal ya existente y de esa manera aprovechar la pendiente, para que con la ayuda del canal, el agua siempre esté circulando y de esa manera asegurar el flujo de agua, el cual evitaría las enfermedades y además, necesidad del oxígeno para ahorrar costos y tener mejores rentabilidades lo cual se realizó con éxito en la primera prueba.

La primera parte de la investigación sería de manera cualitativa, debido a que el primer paso a seguir serían las entrevistas. Se harán entrevistas no solamente en las fincas donde ya se investigó acerca de esta industria para de esa manera saber un poco más acerca de la industria sino también entrevistas a los ingenieros y tener visitas de estos mismos a la finca en donde se quiere desarrollar el proyecto. Este instrumento de recolección de información cualitativa, será bastante útil para tener una posición más clara de cuáles son las tareas a ejecutar.

La investigación cuantitativa, también será necesaria, debido a el análisis de costos que se debe hacer para poder evaluar la rentabilidad del proyecto y de esa manera evaluar si es viable. No solamente antes de construir los lagos sino después de que las mojarras estén sembradas para de esa

manera evaluar la mortalidad y peso de los peces para poder ejecutar un análisis mediante una investigación cuantitativa por lo que es importante recolectar la mayor cantidad de información numérica para de esa manera ser tener mayor nivel de precisión tanto en la investigación como en las conclusiones y resultados más adelante.

La investigación correlacional aplicaría en este caso ya que se está buscando una explicación con el estudio de las variables en cuanto a la relación que tiene el oxígeno causado por el flujo de agua natural debido a la pendiente en la prevención de enfermedades y de esa manera en la rentabilidad del proyecto. Esta investigación ira de la mano con el análisis numérico o cuantitativo, no solamente de los costos, sino también de la mortalidad y peso para entender la relación de dichas variables.

La prueba real de este proyecto se decidió hacer por el visto bueno de los ingenieros en cuanto al sistema de canalización de los lagos por lo que se inició la construcción de estos 3 lagos para de esa manera tenerlos listos y en caso de que no funcione el proyecto piscícola, se usaran para los cultivos de arroz en la finca. Si bien hace falta investigar más a fondo se decidió hacer la prueba real no solo para probar la idea y tener unas rentabilidades sino también para tener una ayuda simultánea a la investigación, sin embargo, con una muestra menor a la que se podría sembrar en los lagos. En uno de los lagos de la finca con una capacidad de 1800m<sup>3</sup>, en donde se podrían sembrar alrededor de 30,000 pescados como una siembra sana, se decidieron sembrar 1000 con el fin de ensayar el nuevo método de siembra y sus impactos en el crecimiento, peso y mortalidad de las mojarra. Se decide tomar una muestra de solamente 1000 mojarra ya que es la primera vez que se lleva a cabo esta investigación y así evitar grandes pérdidas de capital en caso de fracasar. La investigación se llevó a cabo con éxito en donde las mojarra llegaron a 450 gramos, el peso ideal para su venta, en dos semanas menos de lo esperado y la mortalidad estuvo por debajo del 5% cuando se esperaba un 15%. Las rentabilidades también superaron las expectativas, generando un

85% de utilidad.

Esta primera prueba no solamente demostró que, si es posible tener un cultivo de mojarra con oxígeno natural y no artificial, sino que la mortalidad fue mucho menor que la esperada. Es importante creer en esto como una buena prueba, pero no se puede llegar a conclusiones aceleradas ya que la muestra era muy pequeña. Esto quiere decir que los peces tenían un espacio óptimo y más que suficiente lo que se traduce en mayor y mejor calidad de oxígeno. El oxígeno no hizo falta, pero hace falta ver si es suficiente con una muestra de 30,000 unidades, la cantidad óptima en un lago de ese tamaño.

## 2.2 Enfoque Metodológico

Para cumplir con el objetivo de estudio es necesario usar los métodos cuantitativos como cualitativos y la prueba real como mencionados anteriormente, y de esa manera entender que tanto peso tienen las variables sobre los costos y la productividad del negocio. Para la investigación, se considera igual de importante tanto la validación académica y las entrevistas, así como los resultados encontrados en la investigación aplicada a la práctica real con las primeras mil unidades sembradas. Se adopta una metodología basada en la realidad luego de haber estudiado y hecho una investigación académica con el propósito de comprobar esas hipótesis.

Se continuará con el mismo enfoque para empezar con la siembra de las siguientes 30,000 unidades, la cual se hará muy prontamente en la siguiente visita a la finca San José en el mes de marzo. El enfoque que se tiene en el momento es aplicado hacia la práctica sin desconsiderar la importancia de la continuación de la investigación académica ya que los resultados más valiosos son aquellos que demuestran la práctica en la vida real. Por este motivo fue que se decidió sembrar la primera muestra sin haber terminado la investigación. Se podría llegar a pensar que fue una decisión acelerada o por lo menos antes de tiempo, pero como mencionando anteriormente se cree que la única manera de efectivamente saber si la teoría es cierta.

## 2.3 Población y muestra

Para este proyecto las entrevistas en gran cantidad no serían muy útiles y necesarias, ya que el público común no tiene conocimiento de este tema y se busca la validación de un grupo muy específico por lo que la población a entrevistar y las muestras serían las mismas fincas productoras de Tilapia con las que he trabajado, así como validar mi proyecto en temas de ingeniería y viabilidad, ya que se tendría que hacer una obra de ingeniería. Por ende, se tomó en cuenta la opinión de los demás productores y de 10 ingenieros de los cuales se obtuvieron consejos y asesoramiento en la viabilidad del proyecto y si es posible seguir con este método para las siguientes 30,000 unidades el cual también obtuvo el visto bueno. De esta manera, se busca no solamente información cualitativa de estas personas sino también cuantitativa para tener en cuenta dentro de los cálculos de la construcción.

Esto fue la primera mitad de la investigación, ya que la segunda sería comprobar si efectivamente el oxígeno por medio del flujo del agua es eficiente en la vida real con una muestra de 30,000 mojarra. Es decir, con los pescados dentro del agua. Se tomarán muestras cada semana del peso promedio de los pescados. En la prueba de las 1000 mojarra Se pesaron 20 mojarra cada 15 días y de esa manera se tenía una idea de lo que era el peso promedio. Se contaron los peces muertos para tener un índice de mortalidad. Estos son datos cuantitativos que sirven para ver la viabilidad del proyecto y para hacer escenarios a futuro. Estos mismos métodos de control de peso y mortalidad se llevarán a cabo con las 30,000 mojarra, comparando los datos frente a los ya realizados en la prueba de las 1000 unidades.

## **3.Resultados obtenidos**

### Objetivos generales

Los objetivos principales de la investigación consisten en encontrar y probar métodos más

eficientes para reducir los costos del cultivo de Tilapia y así maximizar utilidades.

### 3.1 Determinar las diferentes alternativas para reducir los costos en el cultivo de tilapia

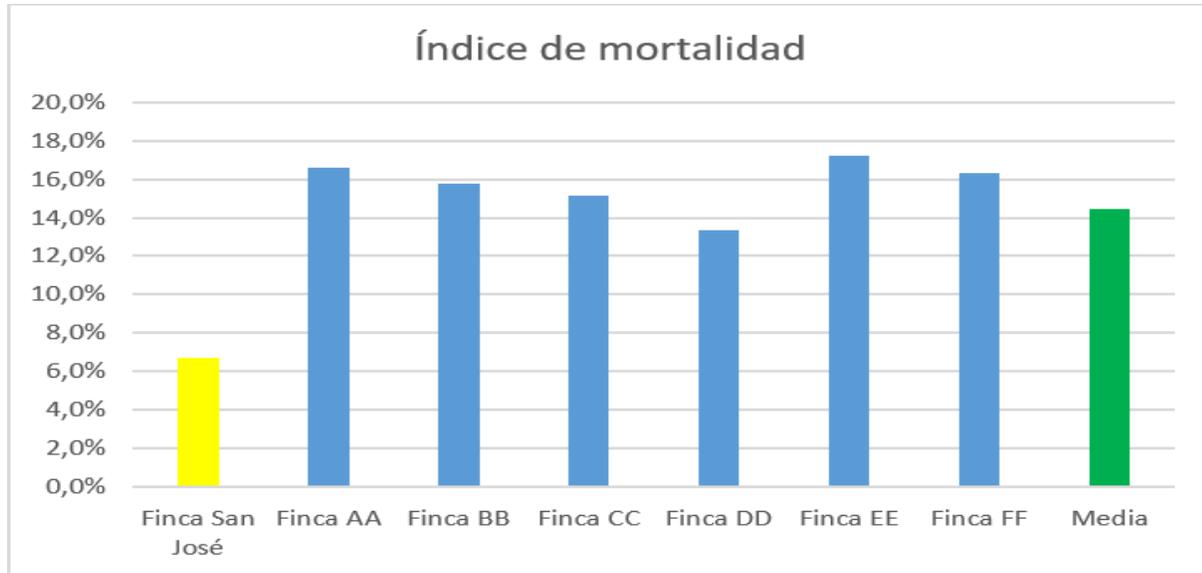
Si bien hay unas hipótesis realizadas en una previa investigación, es importante investigar más a fondo las variables y las razones para mejorar la productividad en el cultivo de Tilapia. Para esto se decidió investigar más a fondo los nuevos cultivos de tilapia a nivel mundial, así como los cultivos nacionales. Se realizó una entrevista con las compañías Marpez y Acuapezca, dos compañías líderes en el sector. Ambas compañías están invirtiendo en sistemas de oxigenación más económicos debido a los altos costos de este mismo. Los cultivos de estas compañías se encuentran en la represa por lo que necesitan el oxígeno y no tienen una pendiente que tendría un cultivo sobre la tierra para de esta manera tener una oxigenación natural como mencionado en el diagrama anteriormente. Acuapezca, así como Marpez cuenta con criaderos para el cultivo de tilapia fuera del agua en donde también invirtieron en el mismo sistema de oxigenación. La información más valiosa que se logró recuperar no solamente con estas entrevistas sino con la investigación en el artículo de (Yuan, 2017) donde estudian la piscicultura en China, el cual es el principal exportador de Tilapia a nivel mundial. También coinciden en la importancia de un mejor método de oxigenación para lograr las rentabilidades esperadas.

Es vital aclarar que no es posible tener un método de oxigenación como el que se está planteando en la finca San José sin tener un canal en el que no solamente comunique el lago en su entrada, sino en su salida para de esa manera tener en flujo necesario para la oxigenación. No solamente se necesita una pendiente para este objetivo sino una fuente de agua, bien sea un nacimiento o una quebrada desviada para poder tener ese flujo constante. Lo ideal sería adoptar este método no solamente en la finca San José sino en otras fincas para poder crecer la industria de la Tilapia en Colombia. Es posible que se necesite una mayor

inversión inicial y una serie de permisos ambientales para lograr el desvío de estas fuentes naturales de agua, lo cual se tiene que tener en cuenta, pero se va a ver reflejado en los costos a largo plazo. Es importante empezar por reiterar que el terreno a estudiar necesita agua, sino estaría descartado para cualquier proyecto de piscicultura.

En este caso entra en juego otra alternativa que también es una variable la cual es el costo de la tierra. En términos generales, en las áreas urbanas las fincas o los terrenos que se encuentran en la montaña tienen un menor valor que aquellos que están en la planicie. Esto se debe a que no toda la maquinaria puede trabajar en este terreno, son menos fértiles, para hacer una obra se necesita una explanación y son de más difícil acceso. Esto es una desventaja para un cultivo de tilapia a la hora de construir los lagos por el acceso de la maquinaria, es una desventaja a la hora de recoger los pescados por el mismo acceso de la maquinaria, pero es una ventaja por dos motivos. El primero es el costo de la tierra, que sería mucho menor a una finca o terreno en la planicie y el segundo es el aprovechamiento de la pendiente para poder construir un sistema como el explicado en el diagrama. Además, si la pendiente es mayor, el agua va a fluir más rápido, por ende, generar más caudal y a la postre más oxígeno natural.

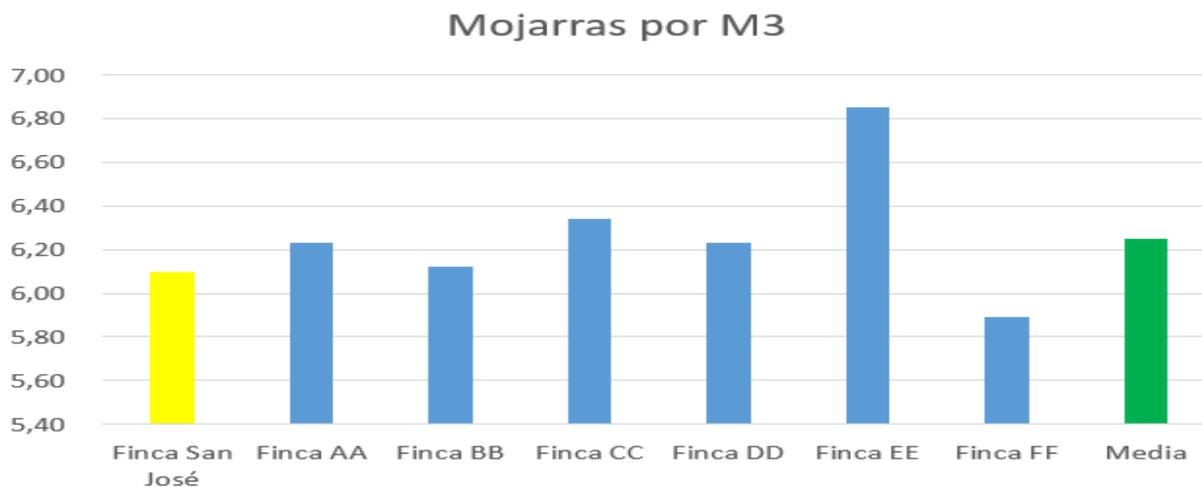
Si bien se sabe debido a las investigaciones previas que el costo del oxígeno artificial oscila entre el 12% y 15% de los costos del proyecto es importante entender, que no solamente es la única manera para reducir los costos. Luego de hacer comparaciones con demás fincas, que por motivos de confidencialidad nos pidieron no revelar sus nombres, se recolectaron los siguientes datos.



**Figura 3, Índice de mortalidad**

**(Nota.Elaboración propia)**

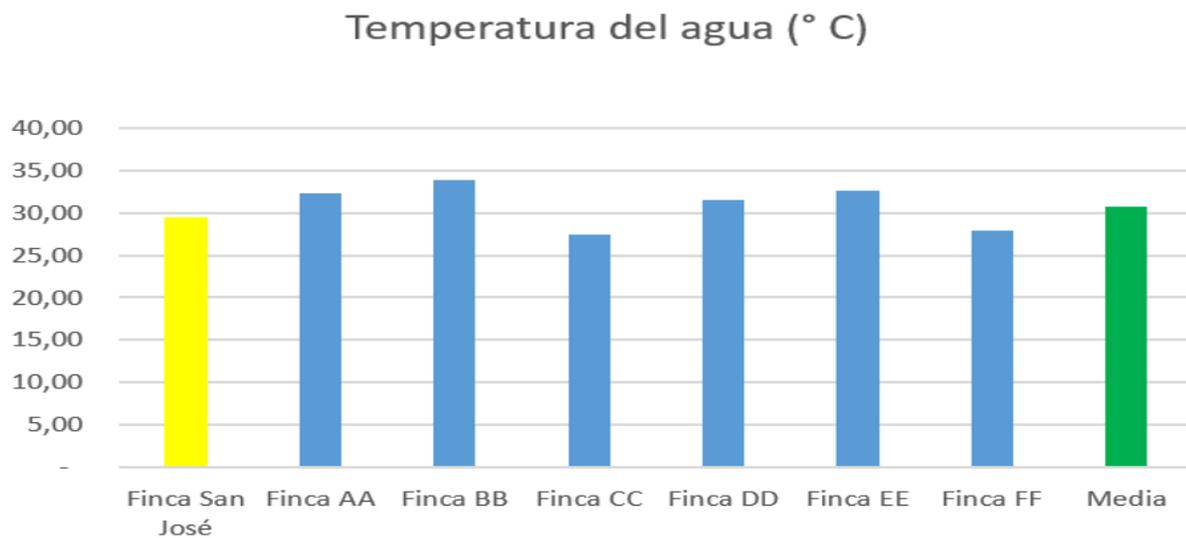
El índice de mortalidad en la finca San José es el factor principal que demuestra que la finca está operando de manera exitosa. El promedio de las fincas estudiadas y donde se recolectaron los datos es de 15,1% mientras que el promedio de mortalidad a nivel mundial es de 18% según la BBC (2022). La Finca San José tiene una capacidad de producción del 10% más ya que más mojarra están sobreviviendo y de esa forma se pueden vender.



**Figura 4, Mojarras por M3**

**(Nota. Elaboración propia)**

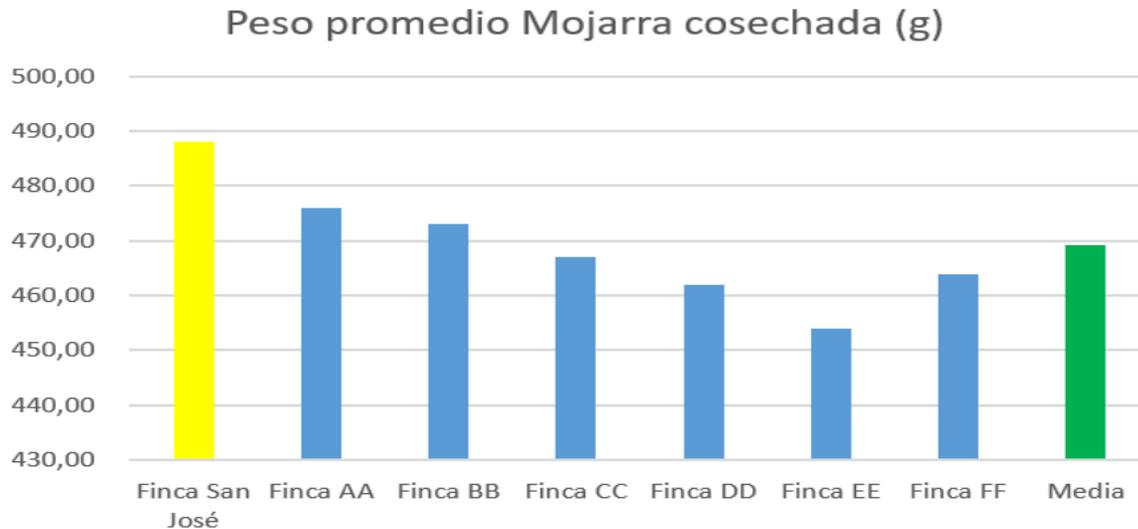
Lo recomendable según (Gupta, 2004) es manejar menos de 7 mojarra por M3 y las razones, según las fincas estudiadas son el espacio de cada mojarra y el oxígeno que debe recibir cada mojarra para tener una vida saludable y crecer en el tiempo establecido. La Finca San José maneja un poco más de 6 mojarra por M3, sin embargo, se planea subir este número y probar si los kilos totales disminuyen.



**Figura 5, Temperatura del agua en grados centígrados**

**(Nota. Elaboración propia)**

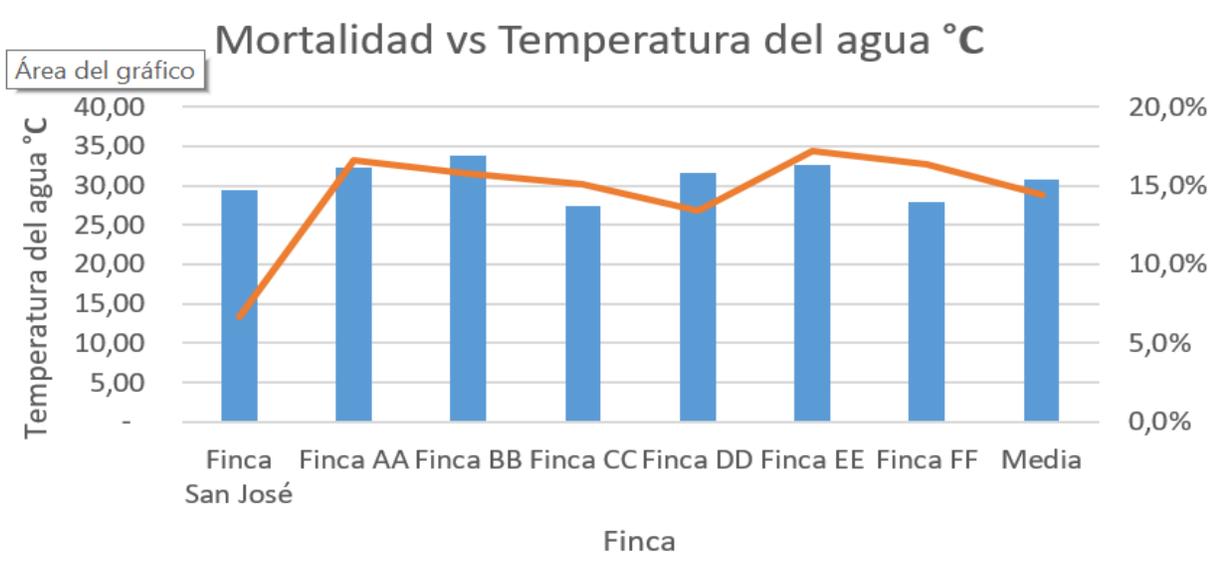
La temperatura ideal según las fincas estudiadas, debe oscilar entre los 27 y 30 grados Celsius para el crecimiento adecuado de las mojarra. La finca San José está en el límite de este rango mientras que la Finca AA, BB DD Y EE están por encima de estos niveles indicados. Se puede ver una relación directa entre la temperatura del agua y los peces por M3 en donde a mayor número de mojarra, mayor calor corporal y por ende mayor temperatura del agua.



**Figura 6, Peso promedio mojarra cosechada valores en gramos**

**(Nota. Elaboración propia)**

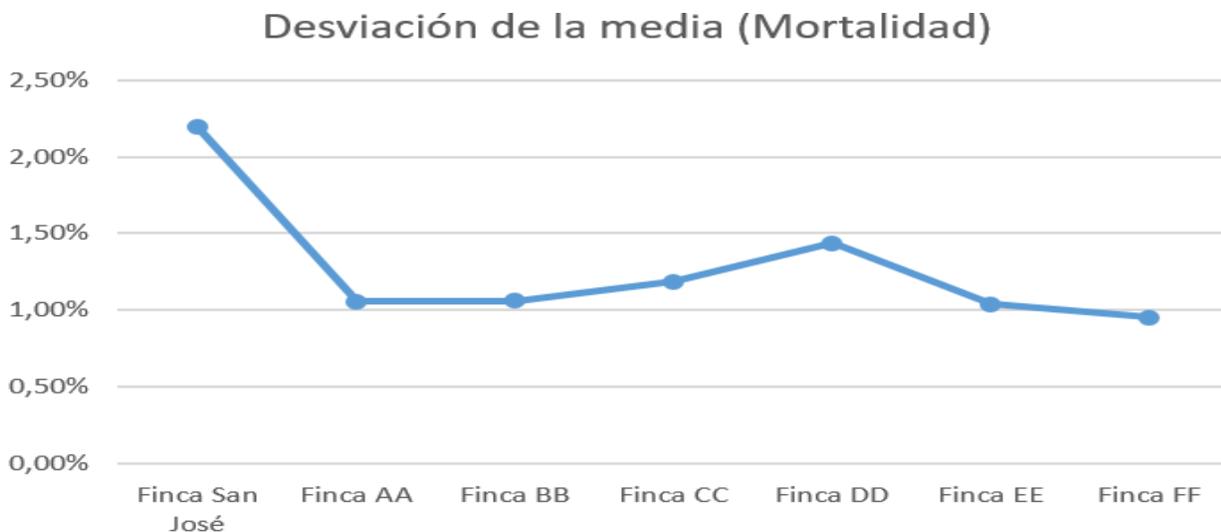
El peso promedio junto a la mortalidad son los dos valores más importantes a tener en cuenta en el cultivo de tilapia ya que realmente lo importante no es vender unidades de mojarra sino lograr vender la mayor cantidad de kilos posible. La ración de comida es igual para todas las fincas por lo que los costos serían los mismos, sin embargo, muchas fincas prefieren manejar una cantidad de mojarra menor para que puedan engordar más y ganar más por el kilo vendido. Menos mojarra no necesariamente significan menos kilos vendidos. Otro método consiste en tener una mortalidad más alta, pero sembrando más mojarra que lo recomendado. Son métodos que las fincas ensayan por prueba y error, pero la verdadera conclusión después de este experimento es que los cultivos de tilapia roja de la finca San José han sido un éxito no solamente por producir más kilos de carne y tener una mortalidad menor sino por funcionar con el oxígeno natural de los canales.



**Figura 7, Mortalidad vs Temperatura del agua**

**(Nota. Elaboración propia)**

La figura muestra un análisis muy importante. Las 3 fincas con las mortalidades más bajas, siendo la finca San José, la finca CC Y la finca FF son las fincas que mantienen la temperatura por debajo de los 30 grados, lo cual es lo recomendado por los expertos. Esto es una prueba relevante del oxígeno debido a que a menor oxígeno, mayor la temperatura en parte por la cantidad de mojarra que hay dentro del lago y en parte por la calidad de este mismo. A mayor temperatura, mayor nivel de mortalidad es la conclusión a la que se puede llegar con la gráfica. Si bien se podría llegar a la conclusión acelerada de que las fincas deberían bajar la temperatura del lago para ser más parecidas a la Finca San José la cual viene siendo la más productiva. Sin embargo, es importante considerar que bajar la temperatura consiste en bajar la capacidad del lago y si bien puede mejorar la calidad del oxígeno y reducir la mortalidad puede resultar en menos kilos de carne producidos lo cual es el valor importante.



**Figura 8, Desviación de la media(mortalidad)**

**(Nota. Elaboración propia)**

Claramente, la desviación mayor la tiene la finca san José con un poco más del 2% de desviación de la media. Esto viene siendo un 2% de mojarrras producidas que el promedio. Este dato es muy importante ya que se refleja en aproximadamente 680 mojarrras más producidas que la media. Para poner esto un poco más en concepto quiere decir que cada mojarra se vende aproximadamente en 3,800 pesos, es decir un poco más de 2,500,000 pesos en utilidades. Esto es en ingresos, sin embargo, en cuanto a costos que es el pilar de la investigación se podría decir que el sistema en el momento de la finca San José viene siendo más eficiente debido a que mantiene una mortalidad significativa por debajo del promedio. Los costos se reflejan en que no solamente se está ahorrando el costo mensual de mantener la oxigenación artificial, sino que se reflejan en el ahorro en la mortalidad la cual es causada no solamente por la mejor oxigenación del lago sino por el flujo constante del agua el cual evita plagas y enfermedades que aumentan la mortalidad.

	Finca San José	Finca AA	Finca BB	Finca CC	Finca DD	Finca EE	Finca FF	Media
Mojarras en 2,000 m3	12.200,00	12.460,00	12.240,00	12.680,00	12.460,00	13.700,00	11.780,00	12.502,86
Índice mortalidad	6,7%	16,6%	15,7%	15,1%	13,4%	17,2%	16,3%	14,4%
Mojarras sobrevivientes	11.383	10.397	10.315	10.764	10.794	11.342	9.855	10.699
Peso promedio mojarra cosechada	488	476	473	467	462	454	464	469
Kilos producidos	5.555	4.949	4.879	5.027	4.987	5.149	4.573	5.019
Precio por kilo de trazado	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
Ingresos por mojarra vendidas	\$ 44.437.670,40	\$ 39.590.344,19	\$ 39.030.628,03	\$ 40.214.498,27	\$ 39.894.986,21	\$ 41.194.979,36	\$ 36.582.309,38	\$ 40.153.059,83
Costos mensuales	\$ 6.121.140,00	\$ 6.450.000,00	\$ 7.120.000,00	\$ 6.345.000,00	\$ 6.245.000,00	\$ 6.450.000,00	\$ 7.000.000,00	\$ 6.533.020,00
Costos por cultivo (4.5 meses)	\$ 27.545.130,00	\$ 29.025.000,00	\$ 32.040.000,00	\$ 28.552.500,00	\$ 28.102.500,00	\$ 29.025.000,00	\$ 31.500.000,00	\$ 29.398.590,00
Utilidad antes de impuestos	\$ 16.892.540,40	\$ 10.565.344,19	\$ 6.990.628,03	\$ 11.661.998,27	\$ 11.792.486,21	\$ 12.169.979,36	\$ 5.082.309,38	\$ 10.754.469,83

**Tabla 1, tabla de ingresos y costos (pesos colombianos)**

(Nota. Elaboración propia)

Es evidente que para una muestra de 12,000 mojarra la finca San José es la finca más productiva en términos de utilidad que a fin de cuentas es el valor más importante. Ahora bien, es importante aclarar que las fincas en donde se realizaron las investigaciones no solamente no dieron el nombre, sino que tampoco dieron un detalle acerca de los costos, solamente un valor el cual está en la tabla, según ellos por términos de confidencialidad. Ahora bien, hay oportunidades de mejora muy grandes para la finca a pesar de ser productiva en un 60% más que la media y consiste en los costos. La finca San José se destaca en mortalidad, en los kilos producidos y en la utilidad, no se destaca en cuanto a costos.

Los costos si bien son menores que las demás fincas, es importante aclarar que el oxígeno artificial por sus costos de energía representa entre el 12% y 15% de los costos por lo que, en ese caso, la finca San José debería estar entre ese rango por debajo de la media y solamente está un poco por encima del 7%. Las fincas en donde se hizo la investigación al no dar detalle de sus costos el análisis se vuelve un poco más complicado, sin embargo, es evidente que están siendo más eficientes a la hora de manejar sus costos. El análisis que se tiene es que son más eficientes en 2 factores.

El primer factor es en el precio de los insumos, es decir en la comida de las mojarra. Estas fincas producen más mojarra en total que la finca San José por lo que compran más volumen y por ende reciben mejores precios por parte de los proveedores. Si bien es normal este

fenómeno si hay una oportunidad de negocio muy importante para la finca San José en términos de negociación con estos proveedores. Si se logra negociar bien sea con el mismo proveedor o con otro diferente unos mejores precios, bien sea porque el volumen de mojarra va a crecer o porque va a existir un acuerdo de fidelización al futuro, o simplemente por mejores habilidades de negociación los costos se van a reducir y se lograra ser más eficiente y más competitivo en ese sentido.

El segundo factor a tener en cuenta es que es posible que la Finca San José está teniendo más empleados de lo que realmente necesita. El administrador de la finca se considera fundamental, no solamente porque se encarga de que el trabajo se esté llevando a cabo de la manera correcta, sino que es una persona de confianza que ha tenido un desempeño positivo no solamente en las mojarra sino en las demás actividades de la finca. Además de esto solo representa un poco menos de un 20% de lo que se le está pagando a cada trabajador. En este momento hay 2 trabajadores, pero es posible que solamente se necesite 1 ya que las labores en el cultivo de mojarra son realmente sencillas. Consisten en darle comida a las mojarra 3 veces al día, limpiar los canales, en caso de que hay algún tronco o impedimento que no permita el flujo del agua, así como el de las rejillas y también remover los peces muertos, así como hacer las muestras de peso cada 15 días. Las labores en el momento se podrían realizar con solamente una persona, sin embargo, con la ampliación de los nuevos lagos si será necesario contar con esta persona.

Si bien este costo es fijo, es posible que dentro de los costos proporcionados por las demás fincas tengan menos trabajadores por 12,000 mojarra y este costo se reducirá a medida que haya más lagos y mayor capacidad de producción. Este fue el análisis más importante de todo el proyecto ya que se descubrió que había todavía más oportunidades de mejora y que no sirve

del todo tener una reducción de costos con el nuevo método de oxigenación natural si se está descuidando el resto de las oportunidades de mejora en donde gracias a este análisis se descubrió en donde se debe trabajar para mejorar.

### 3.2 Investigar sobre las comercializadoras para montar una propia en un futuro

Para que este negocio sea exitoso en un futuro, no solamente es importante estudiar el negocio y los procesos como tal, como se he venido haciendo. Es primordial investigar cómo se maneja una comercializadora, que permisos se deben tener, donde están los procesos a mejorar y demás. El primer obstáculo para montar una comercializadora es el capital necesario a invertir para montar la infraestructura. El capital necesario para montar la planta exportadora es de unos 200,000 dólares y se estima que este capital se logre recolectar de manera exitosa en unos 2 años. Esta cifra es un promedio del costo promedio de algunas plantas exportadoras ya existentes por lo que se estima ese valor.

Además de este valor es necesario cumplir con los protocolos y medidas de seguridad y sanidad necesarias emitidas y aprobadas por el Invíma para de esa manera poder operar la planta. Estas medidas incluyen la ley 13 de 1990 la cual regula el manejo integral y la explotación racional de los recursos pesqueros a nivel nacional. Además de esta medida se revisan factores como la temperatura, el empaque, uniformes de los empleados, servicios públicos y demás. Si estas medidas están al día y cumplen con los requisitos necesarios el Invíma da la autorización para que la planta empiece a operar. Luego de empezar con la operación, el Invíma hace revisiones y visitas a la planta de tratamiento para de esa manera verificar que se está operando con las condiciones sanitarias adecuadas.

Este proceso también incluye los papeles y los trámites necesarios para poder operar una planta de tratamiento y un negocio como tal. Debe declarar renta y debe seguir con las

normas de diferentes entidades. Antes de sembrar las primeras unidades es importante conseguir un cliente que compre los filetes para de esa manera venderlos a los supermercados Estados Unidos. Estos incluyen a compañías tales como Cheney brothers, Driscoll Foods y Moulins quienes compran los productos y son quienes los distribuyen en los supermercados y restaurantes en el país norteamericano. Si bien no es muy complicado vender el producto a estas cadenas debido a la demanda existente por la tilapia según las investigaciones y entrevistas a las comercializadoras piscícolas. Lo ideal en un futuro sería venderlo directamente a los restaurantes o supermercados grandes tales como Wal-Mart, Costco y Publix, para de esta manera recibir un mejor precio.

### 3.3 Diseñar la estructura de costos del proyecto y sus alternativas

<b>Estructura de costos Finca San José (12,000 mojarra)</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo mensual</b>
<b>Mano de obra</b>				<b>\$ 2.910.000,00</b>
Administrador de la finca	1		\$ 350.000,00	\$ 350.000,00
Trabajadores	2		\$ 1.280.000,00	\$ 2.560.000,00
<b>Insumos</b>				<b>\$ 3.211.940,00</b>
Comida para las mojarra	41	Costales (40kg)	\$ 78.340,00	\$ 3.211.940,00
				<b>\$ 6.121.940,00</b>

**Tabla 2, Estructura de costos valores en pesos colombianos**

(Nota. Elaboración propia)

La estructura de costos es realmente sencilla para la finca San José ya que no requiere de energía para mantener el oxígeno ya que viene de manera natural debido a los canales que conectan tanto la entrada como la salida de los lagos. La razón por la cual solamente se le paga 350,000 pesos al administrador de la finca es porque el salario de esta persona es de 3,500,000 pero solamente dedica el 10% al cultivo de los pescados y el otro 90% a los demás cultivos y actividades de la finca. Adicional al administrador de la finca hay 3 trabajadores dedicados

exclusivamente a trabajar en los lagos, haciendo limpieza, sacando las mojaras muertas y revisando que no haya trabas en el canal que impidan el flujo constante del agua. Estas tareas están incluidas dentro de su salario por lo que no están en otro lugar. Los insumos vienen siendo lo más costoso de todo el proyecto ya que es la comida de los pescados, se deben comprar 41 costales al mes de 40 kilos para una población de 12,000 mojaras.

Las alternativas para reducir estos costos realmente dependen de los insumos. Si bien se ha logrado negociar con los proveedores los precios de la comida no se ha logrado negociar del todo bien ya que el precio si bien ha disminuido es por el volumen de mojaras y no por la negociación como tal con los proveedores. Se deben buscar mejores métodos de negociación para lograr un descuento en los insumos y de esa manera reducir los costos.

### 3.4 Determinar los motivos por lo que las ayudas del gobierno sin mínimas.

Según Bonilla (2019) Si bien la pesca artesanal recibe unos apoyos del gobierno para que los pescadores puedan tener sus mallas en los distintos lagos y represas del país con unos subsidios para las canoas de pescar, para las mallas y en general para vivir, no hay un programa especial para apoyar a los pescadores industriales quienes son los que realmente exportan este producto. Si bien existen los subsidios para agricultores pequeños, donde el gobierno entrega una cantidad de dinero que puede variar dependiendo el cultivo no hay ningún programa especial para los cultivos piscícolas.

La razón principal por la falta de ayuda del gobierno según Bonilla (2019) que coincide con la opinión de Acuapezca y Marpez es que la piscicultura en Colombia en general y en especial el cultivo de mojarra es un sector muy pequeño en donde no se llega a las mil hectáreas

cultivadas y los trabajadores no pasan de 10,000. La segunda razón es que el cultivo de tilapia en Colombia no genera una cifra de empleados significativa para montar un programa de subsidios. La tercera razón es que las utilidades generadas por los cultivos de mojarra a nivel nacional no son muy altas no necesariamente en número sino en porcentaje por lo que el gobierno no ve una oportunidad de crecimiento muy alta en el sector motivo por el que no quiere invertir.

### **Conclusiones**

El cultivo de mojarra y la piscicultura en Colombia en general es más pequeña que la industria ganadera o la industria avícola a pesar de las facilidades que tiene el país en términos de agua. Si bien la hipótesis del oxígeno era correcta es importante entender que no solamente son los costos de este mismo lo que impiden que las personas entren al negocio y de esa manera crecer la industria en el país. El oxígeno, según las visitas a las fincas y lo estudiado representa entre el 12% al 15% de los costos lo que significa un impacto muy alto en las utilidades del proyecto. Existe un factor adicional el cual es el riesgo de que el oxígeno pueda fallar causando un número importante de mojarra muertas. Esto es común, sobre todo en las zonas alejadas donde la energía no es igual de constante que en las zonas urbanas en donde se va la luz y la planta no reacciona tan rápido y en esos minutos pueden morir cientos de mojarra causando pérdidas importantes para la compañía.

Esa fue la verdadera motivación para seguir adelante con la investigación y encontrar alternativas para tener un cultivo más eficiente a largo plazo con menores costos. Lo que empezó con una idea simple de crear oxígeno natural mediante canales en un principio se considero inviable, no en términos de ingeniería sino debido a su simpleza se creía que ya había sido intentado antes y que no era posible reemplazar el oxígeno de esa manera. Se hicieron investigaciones acerca de nuevos métodos a ver si ese método era posible e incluso se

preguntó en las fincas donde se hizo la investigación y la respuesta fue que no lo habían intentado pero que consideraban que el oxígeno no era suficiente y que además de eso se necesitaba una pendiente y un caudal mayor al que ellos podían proporcionar en sus fincas donde actualmente tienen sus cultivos de mojarra.

De todas maneras, se tomó la decisión de tomar el riesgo e intentar probar este método. El proyecto en términos de ingeniería fue un éxito ya que el agua lograba entrar y salir, manteniendo el mismo nivel del lago y evitando filtraciones. La temperatura era muy constante, por debajo de los 28,5 grados Celsius lo cual estaba dentro de los parámetros recomendados para el cultivo de mojarra roja. Se esperaba que cuando las mojarras entraran al lago esta temperatura subiera un poco debido al calor corporal que producen los animales. Con los canales funcionando y la temperatura dentro de los parámetros se decidió sembrar las primeras 1,000 unidades como un experimento.

Este experimento si bien fue un éxito, con mortalidades por debajo del 7%, se recibió como un logro, pero se entendía que era una muestra muy pequeña ya que el lago tiene una capacidad para unos 12,000 pescados en unos 2,000 m<sup>3</sup> de agua. Se sembraron los siguientes 12,000 con el lago en máxima capacidad y para sorpresa, la mortalidad se mantuvo exactamente igual que en la muestra de las 1000 unidades lo cual demostró que el proyecto efectivamente estaba funcionando. Además de la mortalidad en el mismo nivel, la temperatura del agua incrementó en menos de 1 grado centígrado, es decir el calor corporal de las mojarras no afectó de manera significativa la temperatura del agua. El tercer factor y quizás el más importante es que el peso promedio por mojarra no vario en más de 6 gramos por lo que se llegó a la conclusión de que el proyecto funcionó de igual manera con 12,000 unidades que con 1,000.

Si bien se podría hacer el experimento de sembrar más mojaras para así tener mayor capacidad de producción y vender más kilos de carne no se quiere correr el riesgo de sobre poblar el lago y de esa manera quitarles oxígeno a las mojaras y tener una mortalidad mayor. Se toma esta decisión debido al éxito que ha tenido el proyecto y lo que se va a hacer es construir más lagos con el mismo sistema de oxigenación natural, para de esa manera tener una mayor capacidad de producción, sin necesidad de sobre poblar los lagos y correr riesgos innecesarios.

En un futuro la idea sería tener una propia planta exportadora para de esa manera poder exportar directamente y no depender de un tercero y así generar más utilidades y poder crecer el negocio. Sin embargo, la idea a largo plazo sería poder vender y ofrecer este servicio en todo el país no solamente para expandir la empresa sino para ayudar a crecer la industria en Colombia que tiene muchas oportunidades de mejora. Lógicamente tendría que ser en fincas que cuenten con alguna pendiente para que el agua pueda correr de manera natural y poder producir el oxígeno y a la postre tienen que tener un canal para poder desviarlo y poder hacer los lagos. De esa manera más fincas podrán descubrir estas oportunidades de mejora y así crecer la industria y generar más empleo en el país.

### **Recomendaciones**

Es claro que para desarrollar este proyecto en un futuro se necesita una validación y una investigación mucho más avanzada ya que hay muchas variables que puedan causar que este proyecto fracase en otras fincas. Es necesario hacer una investigación académica avanzada y una validación tanto con ingenieros y con expertos en piscicultura, sobre todo en el manejo de cultivo de mojaras. Esto se considera necesario, sin embargo, no indispensable lo cual fue la enseñanza o la principal conclusión de este proyecto. Se realizó la investigación necesaria para poder construir el lago y sembrar mojaras sin oxígeno, pero lo que realmente motivó a

desarrollar el proyecto fue ensayar la teoría en la vida real. Según las recomendaciones recibidas y según la teoría se debió hacer una investigación académica más extensa al igual que la validación para de esa manera evitar los errores. Es posible que si la investigación se hubiera hecho de la manera convencional los lagos nunca se hubieran hecho por los riesgos que se estaban corriendo resultando en unas pérdidas de oportunidades muy grandes ya que el proyecto se llevo a cabo, funcionó y en el momento ha sido un éxito total.

La única manera de comprobar si los experimentos y las hipótesis funcionan es comprobando en la práctica y no en la teoría. Es salirse un poco de los libros y de la teoría y salir a probar de manera real. Es posible que grandes proyectos no solamente en el cultivo de mojarra, de piscicultura y en general en todas las áreas se hayan quedado en papel como por fortuna no fue este caso. La realidad y la práctica están por encima de la teoría así que la teoría y la investigación académica por lo que vale la pena correr los riesgos y usar la academia como una ayuda, pero no como un limitante como sucede en muchos casos. Esos riesgos que se decidieron tomar fueron el éxito del programa y lo que ilusiona a tener un proyecto diferente y una alternativa para poder crecer la industria en el país. La filosofía no va a cambiar y va a ser la misma en el futuro de esta empresa y proyecto. Hay que investigar y hay que validar, pero lo más importante es ensayar las cosas de manera real, tomando riesgos de manera educada para lograr proyectos y resultados que realmente valgan la pena.

## Referencias

- Ahmed, Elhendy. (2018). Economics of fish farming in Saudi Arabia: Analysis of costs of tilapia production. *Acuaculture, Economics & Management*, 1(1), 229–238.
- Alzate, J. C. (2018). Prospectiva de la piscicultura en Colombia al 2030 - estudio a realizar en seis departamentos : Meta, Valle Del Cauca, Cauca, Antioquia, Cundinamarca y Santander. *Universidad Pontificia Bolivariana*, 1(1), 44-45
- B.B.C. (2022). Fish farming - Fertilisers and farming - GCSE Biology (Single Science) Revision. BBC Bitesize. Accedido el 23 de agosto de 2022 de <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zsf82hv/revision/5>
- Blanco, J. A., Barandica, J. C. N., & Vilorio, E. A. (2007). ENSO and the rise and fall of a tilapia fishery in northern Colombia. *Fisheries Research*, 88(1-3), 100-108.
- Bonilla, A. Q. (2019). Génesis de la actividad piscícola en el Huila. *Revista Academia Huilense de Historia*, (70), 89-117.

- Castro, Angie Marisol. (2021). Diseño de una Metodología en Piscicultura Sostenible para la Finca Seba. *Universidad Eccí* 1(1), 35-69
- García Rodríguez, B. (2017). Implementación de buenas prácticas de manejo, para los piscicultores de Cocorná, Antioquia, para una actividad sostenible. *Universidad Santo Tomás* 1(1), 13-29
- Gómez, A. G. G. (2013). Evaluación de la contaminación por vertimiento de mercurio en la zona minera, Pacarní-San Luis departamento del Huila. *Revista de tecnología*, 12(1), 91-98.
- González Acosta, Julio Alberto (2014) Zoocría y piscicultura en Colombia, ¿dudosas herramientas para la conservación de especies. *Revista Ciencia Animal*, 7(10), 157-163
- Gupta, M.V (2004). Aquaculture. *World Fish*, 1(1), 48-50.
- Jeffery KR, Stone D, Feist SW, Verner-Jeffreys DW (2010) An outbreak of disease caused by *Francisella* sp. in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* at a recirculation fish farm in the UK. *Dis Aquat Org*, 91 (3) 161-165
- Jovita, Malia (2007). The effects of dissolved oxygen on fish growth in aquaculture United Nations University, 1(1), 11-12.
- Kirk, R. G. (1972). A review of recent developments in Tilapia culture, with special reference to fish farming in the heated effluents of power stations. *Aquaculture*, 1(1), 45–60.
- Le, L. T., & Sabaté, J. (2014). Beyond meatless, the health effects of vegan diets: findings from the Adventist cohorts. *Nutrients*, 6(6), 2131-2147.
- McKinsey, D. M., & Chapman, L. J. (1998). Dissolved oxygen and fish distribution in a Florida spring. *Environmental Biology of Fishes*, 53(2), 211-223.
- McVoty, Claire (2004). Vegetarian diets, low-meat diets and health: a review. Cambridge University, 15(12), 2287-2294.
- PLUTARCO, Cala. Niveles tróficos de los peces más abundantes de la represa de Betania, alto río Magdalena, Colombia. *Acta biol. venez*, 1995, 2 (1) p. 47-53.
- PULIDO, E. A.; IREGUI, C. A. (2010) Hibridación in situ PARA LA detección de streptococcus agalactiae en tejidos de tilapia (*oreochromis* sp.). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, vol. 57, no 1, p. 11-22.
- Povey, R., Wellens, B., & Conner, M. (2001). Attitudes towards following meat, vegetarian and vegan diets: an examination of the role of ambivalence. *Appetite*, 37(1), 15-26.
- Sanabria, Y. A. P. (2016). Historia de la Acuicultura en Colombia. *Revista AquaTIC*, (37) (1) 4-5
- Varón, R. A. (2016). Determinantes organizacionales del desarrollo de la producción limpia en el sector de la piscicultura en Colombia, (2005 – 2015). Universidad Militar Nueva Granada

1(1), 37-41

Smith, D. W., & Piedrahita, R. H. (1988). The relation between phytoplankton and dissolved oxygen in fish ponds. *Aquaculture*, 68(3), 249-265.

Yuan, Y., Yuan, Y., Dai, Y., & Gong, Y. (2017). Economic profitability of tilapia farming in China. *Aquaculture international*, 25(3), 1253-1264.

Zongli, Z., Yanan, Z., Feifan, L., Hui, Y., Yongming, Y., & Xinhua, Y. (2017). Economic efficiency of small-scale tilapia farms in Guangxi, China. *Aquaculture Economics & Management*, 21(2),