

Diseño de un módulo básico de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en la vereda San Pablo, municipio de San Andrés, Santander

Lorena Jaimes Espinosa

Trabajo de Grado para Optar el título de Administradora Agroindustrial

Director

Helman Eduardo Cabra Correa

Biólogo Marino- Especialista en Acuicultura

Universidad Industrial de Santander

Facultad IPRED

Escuela de Agroindustrial

Bucaramanga

2023

### **Agradecimientos**

Especialmente a mis padres y a mi familia por ser mi apoyo incondicional durante toda mi vida.

Al Biólogo Helman Eduardo Cabra Correa por asesorar este proyecto con todos sus conocimientos y experiencia en este campo de la piscicultura.

A los profesores del IPRED que durante estos años me brindaron sus conocimientos y experiencias, también a cada uno de mis compañeros de carrera que me apoyaron para cumplir esta meta especialmente a Yoly Carrillo, igualmente a todo el personal y equipo profesional del IPRED.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	12
1. OBJETIVOS .....	14
1.1 Objetivo General.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. CUERPO DEL TRABAJO.....	15
2.1 Marco Referencial.....	15
2.2 Marco Teórico.....	20
2.2.1 Actividad Productiva .....	21
2.2.1.1 Sistemas de Producción .....	21
2.2.1.2 Sistema extensivo.....	21
2.2.1.3 Sistema Semi-intensivo.....	22
2.2.1.4 Sistema Intensivo .....	23
2.2.1.5 Sistema Super-Intensivo .....	24
2.2.2 Importancia del Agua.....	24
2.2.2.1 El Agua como medio de vida.....	25
2.2.2.2 Manejo del agua.....	26
2.2.2.2.1 Etapa de alevinaje (siembra).....	27
2.2.2.2.2 Etapa de Engorde: .....	28
2.2.2.2.3 Cálculo de volúmenes .....	29

2.2.2.2.4 Calidad del Agua.....	29
2.2.2.2.5 Cantidad de Agua.....	31
2.2.3 Requisitos para el Cultivo.....	32
Equipo personal y artes de pesca: .....	51
2.3 Marco Conceptual.....	52
Estanque circular.....	72
Estanque de tierra de fondo natural .....	72
Tanque o silos de engorde.....	73
2.4 Marco Legal .....	82
3. MÉTODO.....	84
4. RESULTADOS .....	85
DISCUSIÓN.....	104
5. CONCLUSIONES.....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	106

### Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Dimensiones de Estanques (alevinaje)</i> .....	27
Tabla 2. <i>Dimensiones de Estanques(engorde)</i> .....	28
Tabla 3. <i>Valores de Temperatura, Oxígeno y caudal</i> .....	37
Tabla 4. <i>Datos alevinaje</i> .....	49
Tabla 5. <i>Datos Juveniles</i> .....	50
Tabla 6. <i>Datos Engorde</i> .....	50
Tabla 7. <i>Dimensiones recomendadas de los estanques para cada una de las etapas</i> .....	76
Tabla 8. <i>Sistema de estanque</i> .....	85
Tabla 9. <i>Sistemas Anexos</i> .....	87
Tabla 10. <i>Materiales para el estanque de alevinos</i> .....	88
Tabla 11. <i>Materiales para el estanque de dedinos</i> .....	89
Tabla 12. <i>Materiales para el estanque de juveniles</i> .....	89
Tabla 13. <i>Materiales para el estanque de engorde</i> .....	90
Tabla 14. <i>Sistemas Anexos</i> .....	90
Tabla 15. <i>Costos de Mano de obra para todos los estanques</i> .....	91
Tabla 16. <i>Costos para realización de la laguna de oxidación en Tierra</i> .....	92
Tabla 17. <i>Cuadro Resumen de costos de Infraestructura</i> .....	92
Tabla 18. <i>Parámetros técnicos de producción</i> .....	93
Tabla 19. <i>Cálculos de producción para el proyecto</i> .....	94

Tabla 20. <i>Costos de Materia prima</i> .....	95
Tabla 21. <i>Otros Costos</i> .....	96
Tabla 22. <i>Costos mano de obra para la producción</i> .....	97
Tabla 23. <i>Cuadro resumen de requerimientos de producción por lote, primer año</i> .....	97
Tabla 24. <i>Cuadro resumen de requerimientos de producción por lote, segundo año</i> .....	98
Tabla 25. <i>Costos primer año de producción</i> .....	99
Tabla 26. <i>Costos segundo año de producción</i> .....	100
Tabla 27. <i>Requerimientos para la Inversión Inicial</i> .....	100
Tabla 28. <i>Balance Estimación de Ingresos y Egresos en el primer año</i> .....	101
Tabla 29. <i>Balance Estimación de Ingresos y Egresos en el primer año</i> .....	102

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>División política del departamento de Santander</i> .....	15
Figura 2. <i>Mapa de San Andrés, limitado por otros municipios de Santander</i> .....	17
Figura 3. <i>Mapa división política de San Andrés</i> .....	18
Figura 4. <i>Mapa del Predio El Salado</i> .....	19
Figura 5. <i>Calidad del agua</i> .....	30
Figura 6. <i>Diferentes maneras de oxigenación I</i> .....	37
Figura 7. <i>Diferentes maneras de oxigenación II</i> .....	38
Figura 8. <i>Esquema de desgasificador</i> .....	39
Figura 9. <i>Esquema de balsa de decantación</i> .....	40
Figura 10. <i>Ilustración Esquema de hidrociclón</i> .....	40
Figura 11. <i>Esquema del funcionamiento de tanques de doble drenaje</i> .....	41
Figura 12. <i>Esquema de filtro de arena</i> .....	42
Figura 13. <i>Esquema de Humedal Artificial</i> .....	45
Figura 14. <i>Demostración de medidas para cascadas en un estanque</i> .....	46
Figura 15. <i>Edades de la trucha</i> .....	49
Figura 16. <i>Cálculos Técnicos</i> .....	86

## Glosario

**Acuicultura:** cría de organismos acuáticos, comprendidos peces, moluscos, crustáceos y plantas. La cría supone la intervención humana para incrementar la producción, con esta práctica se busca alimentar, cuidar, y proteger los cultivos de enfermedades o depredadores. Esta práctica se da en aguas saladas y dulces teniendo diferentes técnicas para su producción que van desde jaulas ubicadas en cuerpos de agua como lagunas o ríos hasta estanques en lugares cubiertos o controlados.

**Alevino:** estado larval de peces desde la eclosión hasta el final de la dependencia del vitelo como fuente de nutrición. A menudo este término está restringido a salmónidos y peces afines antes que dejen el sustrato de incubación de las ovas, para iniciar libremente la natación.

**Básico:** constituye un elemento fundamental de algo, que es muy sencillo.

**Diseño:** idea original de un objeto u obra destinados a la producción en serie. Proyecto o plan que configura algo.

**Engorde:** proceso por el cual se administra de manera controlada alimento a los peces desde su edad joven para garantizar el crecimiento acertado hasta llegar a una edad adulta.

**Juvenil:** etapa intermedia del pez, donde se administra alimento de manera controlada con el fin de que se pueda contribuir al crecimiento y desarrollo. Son inmaduros sexualmente, así que no se pueden reproducir.

**Módulo:** dimensión que convencionalmente se toma como unidad de medida.

**Trucha Arcoíris:** *Oncorhynchus mykiss* es un pez de agua dulce de la familia de los salmónidos nativos América del norte, debido a su sencilla adaptación al cautiverio ha sido

difundida de manera abundante por todo el mundo. Es un pez de color gris con franjas rojas, verdes o azules de escamas delgadas y plateadas. Su cuerpo es de forma alargada, puede llegar a medir entre 50-90 cm de largo y pesar hasta 15 Kg. Su carne tiene un alto valor nutritivo, es baja en calorías y cuenta con un alto contenido proteico es una especie con tendencias carnívoras, aunque en estados juveniles se alimenta de zooplancton.

## Resumen

**Título:** Diseño de un módulo básico para la producción de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en la vereda San Pablo, municipio de San Andrés, Santander.\*

**Autor:** Lorena Jaimes Espinosa\*\*

**Palabras Clave:** Diseño, módulo, básico, producción, Trucha arcoíris, requerimientos, exigencias, costos.

**Descripción:** La producción de Trucha Arcoíris es muy beneficiosa y lucrativa en la industria acuícola. Su valor nutritivo, es impresionante, al punto de que es un salmónido que tiene alto contenido de proteína, pero al mismo tiempo es bajo en calorías; permitiendo que se pueda consumir frecuentemente de dos a tres veces por semana, ofreciendo beneficios para la salud cardiovascular a las personas y aportando omega 3 al cuerpo. Por esta razón muchas personas han tomado conciencia de consumir pescado, entre esos, la trucha arcoíris; y, por ende, es motivador crear sitios técnicos adecuados para una producción que origine una cantidad satisfactoria para que llegue a los consumidores finales y también propiciar mejores condiciones de vida porque se puede generar empleo a los miembros de la familia y se puede aumentar el tamaño del proyecto, haciendo que haya más empleados dentro. Aunque es un pez que requiere de estándares de calidad y cantidad de agua, es adaptable al medio y su ambiente son las zonas montañosas y aguas frías, lo cual en Colombia tiene amplia variedad de climas como páramos y zonas frías potenciales para su producción especialmente en la vereda San Pablo, del municipio de San Andrés, Santander.

Se realizó este proyecto enfocado en un diseño de un módulo básico para la producción de trucha arcoíris, teniendo en cuenta lo necesario e indispensable para el desarrollo técnico y productivo, dando la posibilidad de poder determinar cuáles son las adecuaciones para el diseño y la producción, que es un sistema rotacional escalonado, permitiendo así una producción constante en el año, y de esta calcular costos y determinar la viabilidad del proyecto.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de IPRED. Escuela de Agroindustrial. Director: Helman Eduardo Cabra Correa. Esp. Acuicultura. Biólogo Marino de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

### Abstract

**Title:** Design of a basic module for the production of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), in the village San Pablo, municipality of San Andrés, Santander.\*

**Author:** Lorena Jaimes Espinosa\*\*

**Key Words:** Design, module, basic, production, rainbow Trout, requirements, demands, costs.

**Description:** Rainbow Trout production is very beneficial and lucrative in the aquaculture industry. It's nutritional value is impressive, to the point that it is a salmon that has a high protein content, but at the same time it is low in calories; allowing it to be consumed frequently two to three times a week, offering cardiovascular health benefits to people and providing omega 3 to the body. For this reason, many people have become aware of eating fish, including rainbow Trout; and therefore, it is motivating to create adequate technical sites for a production that generates a satisfactory amount to reach the final consumers and also promote better living conditions because employment can be generated for family members and the size of the family can be increased. Of the Project, making more employees inside. Although it is a fish that requires water quality and quantity standards, it is adaptable to the environment and its environment is mountainous areas and cold waters, which in Colombia has a wide variety of climates such as warm and potential cold areas for its production, especially in the village of San Pablo, in the municipality of San Andrés, Santander.

This Project was carried out focused on the design of a basic module for the production of rainbow trout, taking into account what is necessary and essential for technical and productive development, giving the possibility of determining what are the adaptations for design and production, which is a staggered rotational system this allowing a constant production in the year, and from this to calculate costs and determine the feasibility of the Project.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Ipre Faculty. Agroindustrial School. Director: Helman Eduardo Cabra Correa. Esp. Aquaculture, Marine Biologist. Jorge Tadeo Lozano University.

## Introducción

El presente documento es un trabajo de grado, el cual se desarrolla algunos de los conocimientos adquiridos durante la carrera de administrador agroindustrial. Para el proceso del trabajo se tuvo en cuenta la vereda san pablo, del municipio de san Andrés, Santander.

Verificando que en la vereda no existe producción piscícola actual, como consecuencia del desconocimiento, de dicha actividad y por esta razón, se encuentran actividades pecuarias como la obtención de leche y elaboración de cuajada y las agrícolas como la siembra del maíz, papa, ajo, cebolla junca, tomate de árbol. Al mismo tiempo el consumo de trucha es bajo porque se desconoce los beneficios para la salud y esto genera que la cantidad de trucha que se comercializa también sea escasa, porque no existe un lugar donde poder adquirirla. De la misma manera, este predio, la finca el Salado, cuenta con el recurso hídrico, el espacio para desarrollar el proyecto de diseño de producción.

Por lo tanto, las condiciones que necesita la Trucha arcoíris, como la altura, la temperatura, la turbidez, el amonio, el pH, son fundamentalmente en la producción y el bienestar de la misma. Es necesario aclarar que la trucha, es un pez que vive en aguas frías y limpias, de las altas montañas y requiere de un oxígeno disuelto para que pueda vivir y desarrollarse adecuadamente. Es un pez carnívoro, se alimenta de insectos, gusanos.

Cabe mencionar que “la trucha es un alimento rico en proteínas, vitaminas que le aporta al cuerpo humano, ácidos grasos polisaturados (PUFA), omega 3 que posee ácidos como

docosahexaenoico, eicosapentaenoico, calcio y vitaminas que ayudan a prevenir los coágulos sanguíneos, mejora la presión arterial, estabiliza la presión cardíaca'' (Hernández Cruz, Cano Estrada, & Trejo García, 2016).

De esta manera conociendo los beneficios de la trucha, así mismo los requerimientos técnicos, tamaño, costos tanto técnicos como de producción del módulo básico de producción para el cultivo de trucha arcoíris, cuya capacidad es de 500 truchas al mes, sembrando cada dos meses, teniendo una producción rotacional escalonada, beneficiosa por lo que es un cultivo constante cosecha anual, dependió de los recursos que ofrece el predio que abarca condiciones favorables, como el clima, también es importante resaltar de donde se tomó el agua que alimenta a los estanques y el tamaño que se diseñó, tomando como punto de partida la cantidad de trucha a producir.

Finalmente, se pudo llevar a feliz término, porque ya existe tecnología suficiente para desempeñar el montaje de estanques, lo que aseguró una fluidez en las operaciones y la idea el proyecto es que la inversión y el desarrollo sean bajos, para que se genere y se analice si es rentable el proyecto.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Diseñar un módulo básico, para la producción de Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en la finca el Salado de la vereda San Pablo del municipio de San Andrés- Santander.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Investigar los requerimientos técnicos básicos para el cultivo de Trucha arcoíris.

Determinar las exigencias primordiales para el módulo de producción de Trucha.

Calcular los costos técnicos y de producción para el proyecto.

## 2. Cuerpo del Trabajo

### 2.1 Marco Referencial

Santander cuenta con 87 municipios, 2 corregimientos, así como numerosos caseríos y numerosos poblados, en los cuáles está el municipio de San Andrés.

**Figura 1.** División política del departamento de Santander



*Nota.* La figura representa los municipios que hacen parte del departamento de Santander, Colombia. Tomado de D'Colombia.com (<https://dcolombia.com/municipios/municipios-de-santander-colombia/>), por Cocupo Media, empresa colombiana, 2019.

“El municipio de San Andrés está situado al oriente del departamento de Santander-Colombia. La cabecera municipal está ubicada a 1.610 msnm y la extensión territorial del municipio comprende alturas que van desde los 850 hasta los 4.200 msnm, con una temperatura de 16°C; el relieve es fuertemente quebrado y escarpado, pertenece a la cuenca hidrográfica del río Chicamocha y está situado al oriente del río de Guaca, sobre la vía que de Bucaramanga (capital del departamento), conduce a Málaga (capital de la provincia de García Rovira). Ubicado a la distancia de 104 km del municipio de Málaga.

Por el norte por el municipio del Cerrito, desde portachuelo de perico, punto limítrofe con los municipios de Guaca y Chitagá, al portachuelo más cercano a la laguna de Sisota. De este punto a la cordillera de cruz de piedra y de allí siguiendo la misma cordillera hasta el punto de las ventanas.

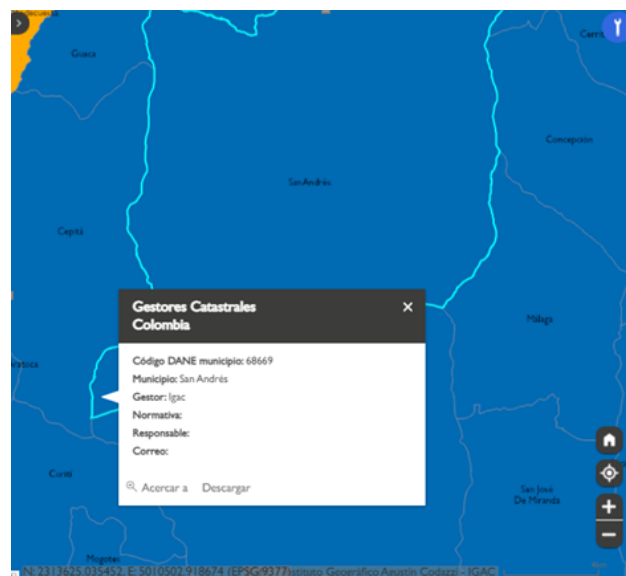
Por el oriente con los municipios del Carrito Concepción, Málaga y Molagavita así: desde el punto de las ventanas hasta la mesa de Barsalí, con el Cerrito; de allí hasta el punto de la cordillera donde nace la quebrada el Término. Con la concepción límite del Término, siguiendo por la cordillera llamada el portillo, Alto de ventanas, Quemado y Aguas Negras hasta el Alto del Rayo y Laguneta, ya de Molagavita.

Por el sur limita con Molagavita y Cepitá partiendo desde el Alto del rayo y Lagunetas, siguiendo por la loma del trigo, hasta el alto del ojito y tope con Molagavita; luego se sigue aguas arriba del río Cámara o Guaca, hasta donde desemboca en este río la quebrada de la despensa; de esta quebrada aguas arriba a seguir una cuchilla y luego a pasar por el sitio de

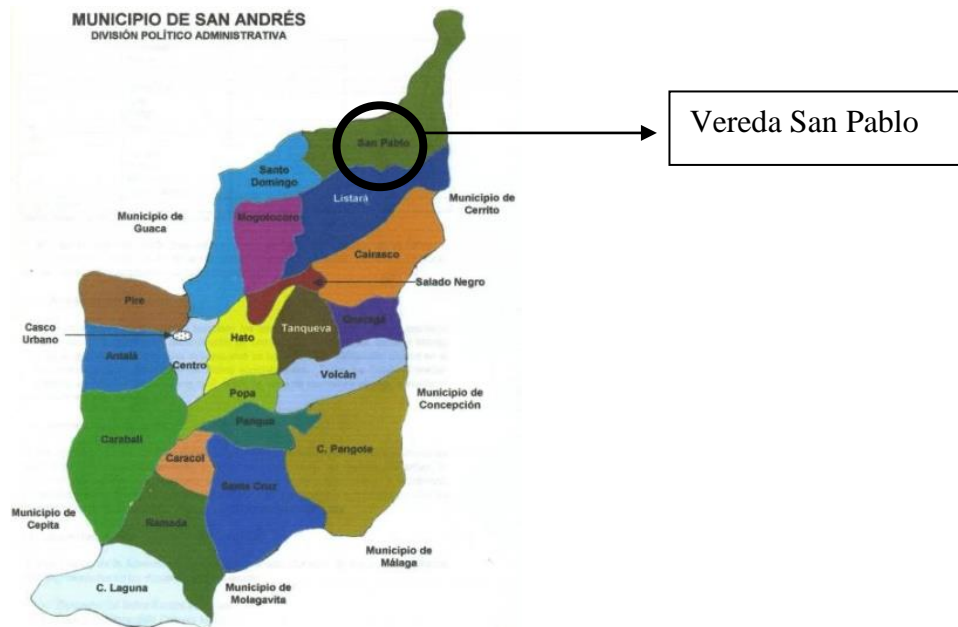
arbolito, en donde cruza el camino comunal que viene de Cepitá y de allí al punto del picacho, lindando con Cepitá.

Por el occidente limita con Cepitá y Guaca partiendo del Picacho, a seguir por la cordillera de Antalá y Pire hasta el nacimiento de la quebrada Baqueto, lindando con Cepitá, luego se toma esta quebrada aguas abajo hasta su confluencia con el río Cámara, en donde toma el nombre de quebrada seca; sigue con aguas arriba de cámara hasta el punto donde recibe las aguas del Zanjón de agua hirviendo, siendo la dirección de este, hasta encontrar la cuchilla de piedra abajo, y luego por todo el filo de esta cuchilla a pasar por el punto de santo domingo, hasta encontrar la depresión de la cuchilla de limagá en la banda oriental del río Sisota, y por aguas arriba de este río, hasta la laguna de su origen'' . (contributors, 2018)

**Figura 2.** Mapa de San Andrés, limitado por otros municipios de Santander



*Nota.* El mapa muestra la división geográfica del municipio de San Andrés, con otros municipios que quedan en el perímetro. Tomado de Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2022.

**Figura 3.** Mapa división política de San Andrés

*Nota.* El mapa expone la división política del municipio de San Andrés, Santander, todas las veredas que comprende. Tomado de GOV.CO por la Alcaldía Municipal de San Andrés en Santander (<http://www.sanandres-santander.gov.co>).

### **Vereda San Pablo:**

Es la última de las 19 veredas de San Andrés, está a una altura de 2.600 a 2.800 msnm, con una humedad del 70% al 80%. Usualmente se cultiva: ajo, cebolla junca, papa, fríjol, maíz, cebolla, por otra parte, en lo pecuario se comercializa la leche, la cuajada, cría de bovinos caprinos, ovinos y elaboración de tejidos en lana de oveja.

Posee un terreno bastante montañoso, ubicada a 11 kilómetros del municipio de Guaca, Santander y 22 km desde San Andrés. Presenta una temperatura de 11 a 24°C. Hay meses que

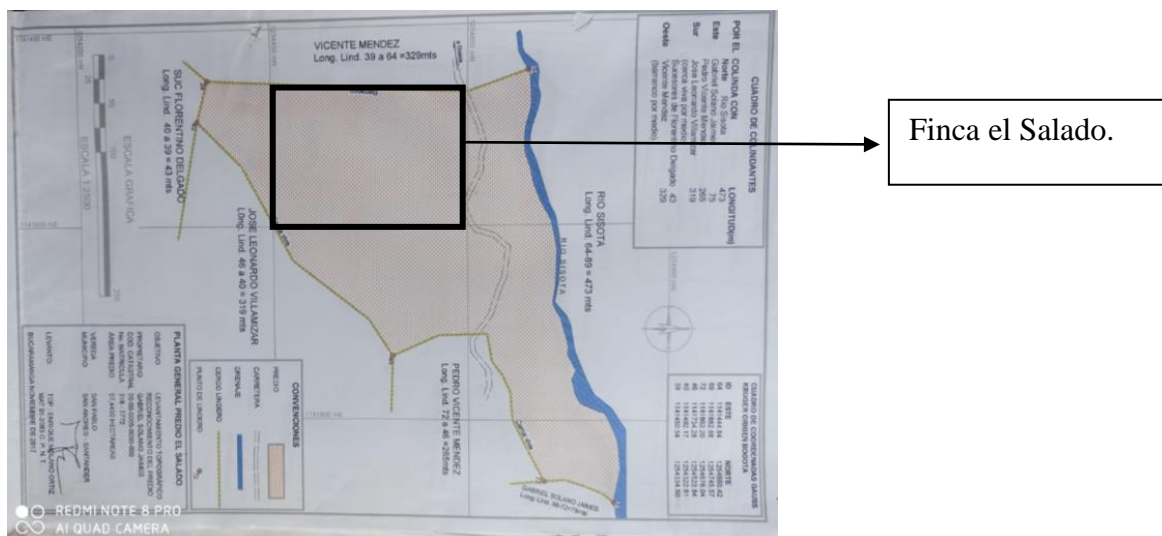
presenta muchas precipitaciones y otras veces el aumento de temperatura que ocasiona el verano disminuyendo el cauce- de las quebrada y sequía de potreros.

### Finca El Salado

El predio se encuentra ubicado a 12 kilómetros de Guaca, después del límite de un puente llamado Baus y que divide las dos veredas Sisota y San Pablo. Tiene escrituras legales.

La finca posee dos hectáreas, cuenta con dos quebradas que pasan por la finca el terreno es inclinado con un ángulo de 60%. La carretera pasa por la finca dividiéndola, y va hasta el alto de san pablo. Contiene suelos mixtos, arcillosos y tienden a volverse franco arcillo-limoso. Tienen de a ser un terreno permeable, posee 8 potreros donde se ubican cuatro bovinos. Hay un corral para 6 gallinas, que producen huevo constantemente.

**Figura 4.** Mapa del Predio El Salado



*Nota.* La figura muestra el mapa del predio o finca el Salado, en la vereda San Pablo, del municipio de San Andrés. Tomado de escrituras de la finca por Gladys Espinosa González.

## 2.2 Marco Teórico

La Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), afirma (Correa, 2003) "es un salmónido, originario de la región del Rio Sacramento, en la Costa Oeste de los Estados Unidos de América, pero que ha sido introducida con gran éxito en las aguas de otros muchos países. Donde sus características la han convertido en un renglón importante dentro del sector acuícola. Llegó a Europa hacia los años 1880 a Colombia en el año de 1939, con implica distribución en el territorio nacional, especialmente hacia las zonas drías como Cundinamarca, Boyacá Antioquia, el viejo caldas, Santander y la zona de Nariño.

Este pez se caracteriza por presentar cuerpo alargado, fusiforme y cabeza relativamente pequeña que termina en una boca grande puntiaguda, hendida hacia el nivel de los ojos y una fila de dientes fuertes en cada una de las mandíbulas que le permiten aprisionar las presas capturadas. La trucha es un pez piscívoro y/o carnívoro en el medio natural. Pero que se adaptó a la alimentación artificial. Siendo una excelente característica para su cultivo a nivel industrial.

El nombre común de arcoíris esta dado por la presencia de numerosos puntos negros y una banda de los flancos del pez. Esta coloración varía en las épocas de madurez, siendo visible el oscurecimiento que se presenta en los machos. El color de la musculatura es variable encontrándose desde casi blanco hasta el salmonado intenso, aunque en estas diferencias intervienen factores genéticos; la coloración final de la carne está íntimamente ligado al tipo de alimentación a al que haya tenido acceso el pez".

Esta especie se desarrolla en aguas frías desde los 8°C hasta los 18°C (perjudicial 25°C), se ubican a una altura de 1800 a 3000 msnm, en zonas montañosas donde hay quebradas y ríos de las zonas altas, el habitat donde permanecen son en aguas frías, cristalinas y puras, donde sus causes presentan desniveles en su topografía y así da origen a saltos y cascadas y de esta manera el agua baja más rápido (Aquino Martínez, 2019, p.7;11).

### ***2.2.1 Actividad Productiva***

Es indispensable antes de realizar un diseño de infraestructura para la producción de Trucha, conocer los diferentes sistemas de producción, parámetros básicos para el desarrollo de la misma, densidad de siembra, medidas en metros cúbicos, recirculación, recambio y/o reutilización de agua.

#### **2.2.1.1 Sistemas de Producción**

Según (Giraldo, 2007), asegura “Conjunto de actividades que un grupo de personas organiza, dirige y realiza, de acuerdo a los objetivos que se proponen”, teniendo en cuenta los recursos disponibles, la cultura, usando prácticas para poder adaptar y adaptarse al medio ambiente físico y responder al mismo. Como el manejo de la trucha, considerando el tipo de infraestructura, alimentación, programas de producción, etc.

#### **2.2.1.2 Sistema extensivo**

Así mismo, (Giraldo, 2007) expone “Pueden ser estanques hechos a modo de contención consistente en una represa, hecha en un curso de agua natural, canal, lagunas. Su capacidad de carga natural del estanque es de una densidad de siembra entre 3 a 5 juveniles, por metro

cuadrado, la renovación del agua es nula'', por lo tanto, este último depende de los parámetros que haya en el medio; este tipo de sistema se crea donde no hay capital para la infraestructura y así mismo los recursos humanos no son técnicos, por esta razón no se da suplementación alimentaria, algunas veces se agrega estiércol para alimentar a los peces.

Igualmente, afirma (Correa, 2003), expone ''la característica de piscicultura es que tiene baja densidad de siembra en lugares ya sean naturales, artificiales o embalses, reservorios o jagueyes; no se les da alimento a los peces, sino el que tienen en el lugar y se cosecha solo cuando se detectan que tiene talla comercial''.

### **2.2.1.3 Sistema Semi-intensivo**

Es un sistema más grande que el anterior por lo que su densidad de siembra es más alta, en este caso los estanques son uniformes en su profundidad y así se puede llevar mejor control de las truchas. Los costos son más elevados porque como hay más cantidad de truchas, se requiere una inversión en mano de obra, alimentos y los recambios de agua claramente son constantes, pero aun así no dejan de ser bajos en general y su rendimiento es medio. Es este sistema es necesario dividir los estanques de trucha, para juveniles, crecimiento y engorde y reproductores si se requiere. Es importante conocer que, entre más cantidad de trucha, mejores deben estar las instalaciones y la tecnología a utilizar para evitar la aparición de enfermedades y la cosecha no se arruine. Por otra parte, no se dejan a un lado los ambientes naturales y también aparecen los artificiales (Giraldo, 2007, p.17).

Este sistema es muy “similar a la extensiva, lo diferente es que aquí ya hay algún estanque o reservorio construido por el hombre” (Correa, 2003, p.22), en ocasiones se da alimento a los peces, pero su contenido es de baja proteína, hay un poco más de control, tecnología y por supuesto hay mayor producción que el anterior.

#### **2.2.1.4 Sistema Intensivo**

Según, (Giraldo, 2007) asegura “Recintos controlados ya sean en ambientes naturales y/o artificiales. En cuanto a la alimentación, se suministra un alimento balanceado rico en proteína y minerales, con formulación que ayuda al crecimiento de la trucha. Por esta razón, el objetivo es que los estanques sean rentables, a su vez las tasas de producción son altas y por ende hay capital para la inversión, mano de obra técnica, equipamiento, alimento y antibióticos. En este caso los estanques no aumentan mucho su tamaño, pero si la cantidad de truchas en el estanque. Por otro lado, se utiliza los “sistemas mecánicos de aireación y de circulación (bombeo para el recambio del agua)”.

Debe tenerse en cuenta que la cantidad de siembra es mayor y por ende de alimento, pero que en el ambiente donde se crían, el medio natural también le aporta alimento y reduce este mismo pues hay bastante probabilidad que lo consuman, de esta manera hay mucho más control y hay siembras y cosechas periódicas. Hay más atención en la cantidad y calidad del agua (Correa, 2003, p.23).

También, (Correa, 2003) afirma “ Se practica abonamiento frecuente con estiércol de animales o fertilizantes químicos”. Además, las truchas se alimentan con productos de mayores

proporciones de proteína y también es suministrada y manejada por raciones balanceadas. En cuanto al tipo de explotación se puede llevar a cabo en represas o embalses o mediante la utilización de jaulas flotantes.

#### **2.2.1.5 Sistema Super-Intensivo**

Como (Giraldo, 2007) expone “Sistema de circulación y reciclaje en estanques”. Contiene mayores tasas de crecimiento. En este sistema se presentan mejores condiciones y por ende ofrecen al mercado productos de alta calidad, por lo tanto, la producción es mayor y su alimentación es manejada y suministrada por raciones balanceadas.

A su vez, se utiliza tecnología aprovechando la mayor capacidad del agua y de los estanques. Los peces requieren mayor cuidado por lo que se realizan recambios de agua continuos y aeración artificial, para poder obtener alta producción. “El contenido de la proteína en la alimentación es de 28 a 48%. Igualmente, se presta atención a los parámetros vitales como oxígeno disuelto, pH, nitritos, nitratos, amonio” (Correa, 2003, p.23).

#### **2.2.2 Importancia del Agua**

Los productores salmónidos, con el paso del tiempo, han tomado conciencia durante las diferentes etapas del cultivo, de esta manera aseguran en mantener unas buenas condiciones, es un factor clave y proporciona un mejor resultado productivo.

“las partículas en suspensión son unos de los principales problemas en el cultivo de la trucha, sumando la contaminación antropogénica, puede llegar a causar problemas muy graves a

peces en las diferentes formas como son, la mortalidad y el aumento de enfermedades, reducción de la resistencia de enfermedades, reducción de la tasa de crecimiento, evita el buen y correcto desarrollo de ovas y alevines, evita el correcto comportamiento de alimentación (apetito e ingesta de alimento)''(Vimifos, 2020, p.18).

### **2.2.2.1 El Agua como medio de vida**

Afluentes para el cultivo:

''El afluente es un curso de agua, que se desprende de un río o lago ya sea artificial o natural (Larousse, 2023).

Además, conocer que ''la producción limpia, además del respeto y cuidado del medio ambiente es indispensable para la actividad acuícola se mantenga y perdure en el tiempo'' (Vimifos, 2020, p.19). Por esta razón es un compromiso que las empresas acuícolas deben asumir el cuidado tanto del cultivo como del agua, pues y ésta irá de nuevo al cause del río o lago, llevando consigo lo que haya recogido de los estanques; así que es obligación devolver este vital recurso (agua), a su cause original en igual o en mejores condiciones como ingresó al cultivo (Vimifos, 2020).

Los establecimientos piscícolas producen cantidades muy grandes de material sólido, que proviene del alimento no consumido por los peces y sus heces fecales, provocando que se depositen en el fondo y por esta razón lo más probable es que esos sólidos no sedimentan en el fondo de los estanques, puesto que el alimento al ser de origen orgánico se fermenta en el agua y

se consume el oxígeno permitiendo que aparezcan sustancias tóxicas para los peces (Vimifos, 2020).

Se debe agregar que “una forma de reducir lo anteriormente expuesto, es el instalado de “decantadores” en los efluentes. La decantación trabaja bajo el principio de gravedad, haciendo que los sólidos en suspensión caigan al fondo de este gran estanque. El decantador además tiene a reducir la energía cinética del agua lo que favorece el proceso. El período de retención del agua es muy importante, mientras más permanece habrá mayor decantación. Se sugiere que el período sea entre 60 a 90 min con una profundidad de 0.8-0.2m. Predomina que sea de forma rectangular con una relación  $\frac{1}{4}$  con respecto al ancho y largo” (Vimifos, 2020, p.20).

#### **2.2.2.2 Manejo del agua**

En la Unidad productiva es indispensable conocer la disponibilidad constante del caudal del agua porque de esta manera se determina cual es la máxima cantidad a producir. Se añade que es fundamental conocer el caudal en temporadas de sequía (sin lluvia), y así para un manejo práctico y objetivo, los caudales mínimos que se requieren para lograr una eficiente producción, según (Pesquero, 2014) en las diferentes etapas”.

### 2.2.2.2.1 Etapa de alevinaje (siembra).

**Tabla 1.** Dimensiones de Estanques (alevinaje)

Largo	10m	
Ancho	1m	
Altura	1m	
Tirante de agua	0.8	
Cubicaje	8 m <sup>3</sup>	
R/A/H	3	
Talla:	5cm	
Peso Promedio	1.5 gr	
Carga	7.5 Kg/m <sup>3</sup>	=5000 alevinos/m <sup>3</sup>

*Nota.* Datos tomados de Ministerio de la Producción, Fondo Nacional de Desarrollo pesquero, 2014.

Así mismo, de acuerdo con (Pesquero, 2014) las R/A/H, para el ejemplo 1, requiere siguiente caudal (l/s):

-Población: 8 m<sup>3</sup> x 5.000 alevinos m<sup>3</sup>= 40.000 alevinos

-R/A/H: 3, esto significa que el estanque se renovará de agua totalmente 03 veces por hora, para mantener la carga de 7.5 Kg de biomasa de alevinos de trucha/m<sup>3</sup>.

Cálculos de Volúmenes:

Dato: 3 R/A/H = 3x8 m<sup>3</sup>=24m<sup>3</sup>

En el transcurso del día: 24 m<sup>3</sup> x 24h= 576 m<sup>3</sup> de agua que ingresará al estanque.

Conversión de Unidades de: m<sup>3</sup>/día -> Litros/segundo

576 m<sup>3</sup>/día

Conversion a horas: 24

Conversión a segundos: 0.4

Conversión a segundos: 0.0066m<sup>3</sup>/s

Conversión a litros: 6.6 l/s

Caudal con el cual se mantendrá viablemente a:

Biomasa de alevinos: 60 Kg

Población: 40.000 alevinos''.

Según, (Pesquero, 2014) afirma ''Es importante mencionar que las cargas estipuladas se mantendrán en el estanque por espacio de 10 a 15 días, esto debido que posteriormente se tendra que seleccionar la biomasa sembrada y las cargas se desdoblaran , en consecuencia, bajando las cargas de cultivo (biomasa total dividida en 02 estanques''.

#### **2.2.2.2 Etapa de Engorde:**

**Tabla 2. Dimensiones de Estanques(engorde)**

Largo	30 m	
Ancho	3 m	
Altura	1,3	
Tirante de agua	1,1 m	
Cubicaje	99 m <sup>3</sup>	
R/H/A	1	
Peso promedio	250 gr	
Carga	25 kg/m <sup>3</sup>	=100truchas/m <sup>3</sup>

*Nota.* Datos tomados de Ministerio de la Producción, Fondo Nacional de Desarrollo pesquero, 2014.

De acuerdo con (Pesquero, 2014) expone que ''a las R/A/H programadas, que para el ejemplo es 1, se requiere caudal (1/s) por cada estanque de engorde:

Población  $99 \text{ m}^3$  por  $100 \text{ truchas/m}^3 = 9900 \text{ m}^3 \text{ truchas}$

R/A/H: 1, esto significa que en el estanque se renovará totalmente 01 veces por hora para mantener la carga de  $25 \text{ Kg}$  de biomasa de trucha en etapa de engorde  $/\text{m}^3$ .

#### ***2.2.2.2.3 Cálculo de volúmenes***

Dato:  $1R/A/H = 1 \times 99 \text{ m}^3$

En el transcurso de día:  $99 \text{ m}^3 \times 24\text{h} = 2376 \text{ m}^3$  de agua que ingresará al estanque

Conversión de unidades:  $\text{m}^3/\text{día} \rightarrow \text{Litros/segundo}$ :

$2376 \text{ m}^3/\text{ día}$

Conversión a horas: 99

Conversión a minutos: 1.65

Conversión a segundos  $0.002 \text{ m}^3/\text{s}$

Conversión a litros:  $27 \text{ L/s}$ .

“Caudal con el cual se mantendrá viablemente a:

Biomasa etapa de engorde:  $25\text{Kg}/\text{m}^3 \times 99 \text{ m}^3 = 2475 \text{ Kg}$ , por estanque de engorde Población  $100 \text{ truchas}/\text{m}^3 \times 99 \text{ m}^3 = 9900 \text{ truchas}$  de  $250 \text{ gr}$ . De peso individual” (Pesquero, 2014, p.27).

#### ***2.2.2.2.4 Calidad del Agua***

Es indispensable para esta actividad de truchicultura calidad del agua, puesto que arroja el triunfo o fracaso de la actividad. Por esta razón los factores que se tienen para determinar la

mejor calidad son. “Oxígeno disuelto, temperatura, potencial de hidrógeno (pH), alcalinidad, dureza total dióxido de carbono” (Pesquero, 2014).

Conviene agregar que según, (FAO, 2014) afirma “la quebrada, lago o río que se tome el agua para esta actividad, no esté contaminada, sea limpia y tenga poco sedimento. Los siguientes parámetros determinan una adecuada calidad del agua; la temperatura es importante mantenerla porque los peces no tienen la capacidad de regularla, así que la temperatura del agua es proporcional a la temperatura del pez. Además, así se mantiene también el oxígeno disuelto que ayuda al crecimiento de los peces.

**Figura 5. Calidad del agua**

PARAMETRO	RANGO	OPTIMO
Oxígeno(ppm)	7.5 a 12	8.5
Temperatura(°C)	13 a 18	15
pH	6.5 a 8.5	7

*Nota.* La figura muestra algunos de los parámetros de la calidad del agua. Tomado de Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris, FAO, 2014.

Como se afirmó anteriormente, según (Correa, 2003) menciona “es imprescindible acceder a realizar análisis fisicoquímicos y así determinar la calidad microbiana de la misma”. Es necesario precisar como mínimo coliformes totales, presencia de aromas y pseudomonas, para así conocer características sanitarias que se va a utilizar en el cultivo.

#### ***2.2.2.2.5 Cantidad de Agua***

Según (FAO, 2014) afirma “El caudal es la cantidad de agua y tiempo que tarda en pasar. Para este aspecto se deben medir el caudal y la toma de datos debe realizarse en épocas de sequía para saber con cuenta agua se puede disponer para las truchas porque ésta depende del número de trucha a cultivar”.

Por esta razón, el caudal debe ser muy abundante, J.P Estevenson, menciona en su libro que se ha establecido, que “para la producción de una tonelada de trucha se necesita 960 a 1440 metros cúbicos diarios”.

De acuerdo con (FAO, 2014) menciona “500 a 650 metros cúbicos por una tonelada de producción, a 15°C”. Según la experiencia del autor, cuando se recambia completamente el agua a los estanques “cada 20 minutos, es indispensable cuando hay grandes poblaciones de trucha. Ahora bien, se dice que por cada 10000 gramos de peso que se tenga, se necesita 0.01 a 0.02 litros por segundo”. Conviene subrayar la atención a la temperatura, fluctuaciones. Es aconsejable, si se tiene mucha agua planificar el uso de esta, que puede desperdiciarse ocasionando haya que se vuelva insuficiente.

Mas aún recordar que la cantidad de agua disponible limita el número de estanques y otras instalaciones de cultivo y por ende en la cantidad de peces a producir. Se debe agregar que “lo vital de conocer la cantidad de agua requerida para el cultivo de trucha, la toma de los

caudales de un terreno potencial para el montaje del cultivo'', debe realizarse durante épocas de sequía y en épocas de lluvias, la idea es que cubra la información en las épocas del año. Así que no se debe instalar estanques en zonas donde el agua vaya a secar, ni tampoco donde haya riesgo de inundaciones (Correa, 2003, p.50).

### ***2.2.3 Requisitos para el Cultivo***

Según, (Correa, 2003), menciona en su libro los siguientes requisitos para un cultivo de trucha:

Suelo apropiado que retenga el agua

Suficiente calidad de agua disponible para la actividad con un costo adecuado con una calidad alta.

Aspecto presupuestal: dinero disponible para la construcción (materiales, mano de obra, insumos).

Tecnologías disponibles para desarrollar una operación con éxito.

Clima apropiado para la trucha.

Disponibilidad de semilla de trucha.

Acceso a centros de suministro y mercadeo''.

Por otro lado, los siguientes requisitos dependen del nivel de producción a ejecutar.

Cultivo de subsistencia rural-escala familiar

Desarrollo rural de pequeña comunidad

Escala comercial-gran escala

Niveles de tecnología piscícola''

**Infraestructura hidráulica:**

En cuanto a la infraestructura hidráulica, dependiendo de la cantidad que el predio va a producir, se puede usar “los siguientes componentes, los mismos que en su diseño y construcción, toma en cuenta el caudal de agua a provechar” (Pesquero, 2014, p.17).

**Bocatoma:**

También se llama “toma de agua” o “sistema de captación de agua”. Se fabrica para captar el agua del curso original del río. Por esta razón el tamaño depende de la cantidad de recurso hídrico del terreno. “cuenta con compuertas regulares y rejillas”, con el fin de evitar la entrada de tanto sedimento. Entonces, la constante captación del agua por su estructura garantiza el “crecimiento de la unidad productiva”(Pesquero, 2014, p.17).

**Canales:**

**Canal principal:** Después de la bocatoma se realiza un canal con el fin es conducir el agua que se requiere para las instalaciones truchícolas (estanques), que complementan la infraestructura. “este canal debe ser abierto de sección trapezoidal”(Pesquero, 2014, p.17).

**Canal aliviadero o de derivación:** Estructura fabricada con el fin de “aliviar el exceso de agua que entra por la Bocatoma, sobre todo, en los meses de máxima crecida, está ubicada en el transcurso del canal principal, antes de llegar al desarenador”(Pesquero, 2014, p.17).

**Canal de distribución (canal secundario):** A partir del canal inicial, ayuda a repartir el agua a cada estanque (batería) a través de “conductos laterales (canales o canaletas) (Pesquero, 2014, p.17).

Por lo general el “abastecimiento de agua para las baterías debe entrar por encima del espejo de agua del estanque para facilitar la tubería y la mayor oxigenación del predio (Pesquero, 2014, p.17).

**Canales de desagüe: Recolecta** “el agua de la salida de los estanques con el fin de llevarlos para que regrese al río o en su defecto a otros estanques (segundo uso). Así mismo, tratar el agua (limpiarla). Por esta razón los canales deben tener un nivel por debajo del piso del estanque para poder facilitar el drenaje completo del agua. “Por lo general son en forma rectangular con los canales de distribución secundarios”. (Pesquero, 2014, p.17).

### **Desarenador**

También llamado pre filtro. Ubicado por lo general en el “transcurso del caudal principal. Está construido con la finalidad de reducir la velocidad del agua permitiendo sedimentar las partículas de suspensión como grava o arena”. Además, en la parte del fondo es de “forma de un espinazo de pescado”, tiene pendiente adecuada hacia el canal de desagüe con la finalidad de eliminar el material acumulado”(Pesquero, 2014, p.18).

Por otro lado, según la (FAO, 2014) afirma “estas son las pautas para el sistema de producción y conducción del agua y oxigenación:

**Se selecciona la fuente de agua**

Se busca un punto estratégico para construir una toma de agua, para poder llevar por gravedad el agua y de esta manera es mucho más eficiente la llegada el agua a los estanques, ofreciendo que los costos sean más bajos.

**Toma de agua:**

La estructura debe fabricarse de manera fuerte para evirtar que se quiebre y se hace con el fin de poder desviar el agua de la quebrada, arío o naciomiento; hacia la tubería que conduce el agua a los estanques (el proyecto). Se necesita que tenga una rejilla para que entre el agua y evirar el acceso de basura a los estanques. Debe construiese de manera fuerte para evitar ruptura.

**Canal de tubería o traslado de agua:**

Los canales deben ser contruidos de manera fuerte o sólida, ya sea en la misms tierra o cemento; esto depende de la permeabilidad de la tierra, y la filtración del agua. Las tuberías que conduce el agua pueden ser en manguera de poliducto o PVC (sus dimensiones depende es del volumen de agua a transportar para el recambio de los estanques). Para una mayor eficiencia, se debe instalar estos sistemas en un terreno cuyo desnivel esté en un 3% favoreciendo la oxigfenación del agua''.

**Recambios de agua en el estanque:**

Según la (FAO, 2014) expone 'Es lo que dura en renovarse toda el agua de un estanque en un tiempo determinado. Una manera de saber cada cuanto es que se renueva el agua, es

através de la observación. Ej. Si hay un estanque de 25 m de largo por 4m de ancho y 1m de profundidad, el volumen total es de 100 metros cúbicos (Volumen: ancho x largo x profundidad).

Ahora, con eo estanque vacío se inicia el llenado, así si el estanque se llena en 1h, significa que tiene 24 recambios al día (24h del día dividido en 1h), o puede ser que dure en llenarse 6h, entonces habrían 4 reecambios al día (24h del día dividido en 6h)''.

### **Reutilización de agua en el estanque:**

''Es el agua que se sale de los estanques ( de engorde) y puede ser reutilizada., estanque agua viene con alimento, baja en oxígeno, heces, por esta razón lo ideal es que sea recogida en un estanque llamada Estanque de sedimentaci+on (de área pequeña y sirve para que entre el agua y vaya disminuyendo la velocidad, chocando conn diferentes obstáculos construidos), permitiendo que los sedimentos se depositen en el fondo y de aquí sale el agua y es enviada por un canal abierto (preferiblemente de cemento), que contenga en el fondo piedras haciendo que se golpee el agua. La entrada del agua a los estanques debe estar a una altura de 80cm ayudando así a la oxigenación (FAO, 2014, p.12).

### **Sistema de tratamiento de agua:**

#### **Aireación y Oxigenación:**

De acuerdo con (Maraver, 2013) aporta, que durante el engorde se pueden calcular la necesidad de oxígeno mediante la alimentación y claramente el oxígeno depende del grado de temperatura. Pero algo importante para tener en cuenta, es que la oxigenación de peces en temperaturas frías se necesita que menos cantidad de agua y en temperatura cálida, mayor cantidad de agua.

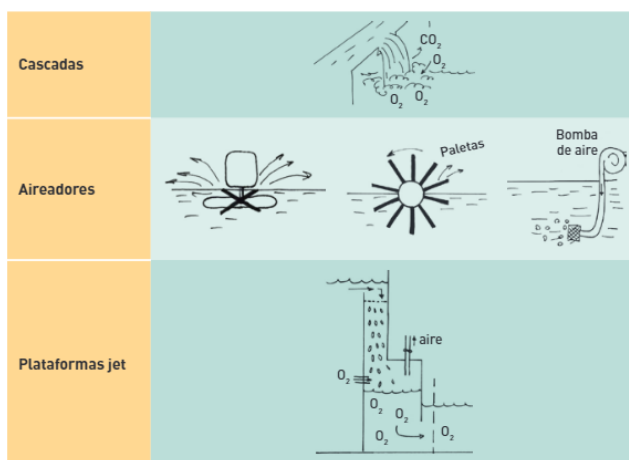
**Tabla 3.** *Valores de Temperatura, Oxígeno y caudal*

Temperatura	Oxígeno mg/L (según tablas de Colt, 1984, para salinidad 0 ppm, 760 mmHg)	Caudal para 21 Kg O <sub>2</sub> /h
6°C	12,436	469 L/s
12°C	10,766	541 L/s
20°C	9,077	642 L/s

*Nota.* Tabla sobre temperatura, oxígeno y caudal, según tablas de colt 1984, Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013.

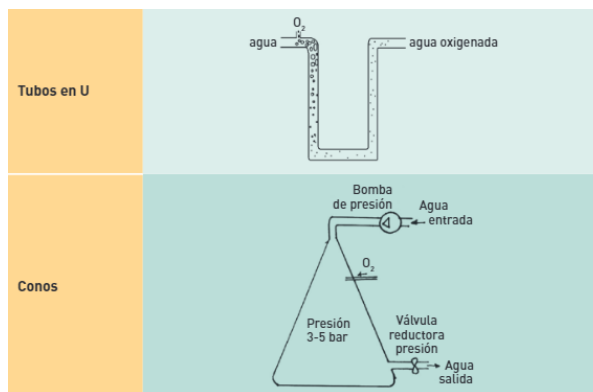
“Por esta razón, en los climas templados se debe disponer de un sistema de bombeo de agua, porque su aireación u oxigenación es un complemento al aporte natural que se tiene de la captación. Con esta ayuda la saturación alcanza el 130-140%, lo cual aumenta significativamente la cantidad de oxígeno que está disponible para la trucha, una manera de oxigenar son las cascadas, sino hay desnivel, se puede recurrir a los aireadores mecánicos de otra forma, si se necesita sobresaturar agua de O<sub>2</sub>, se puede escoger aireadores de flujo (ej. Conos, plataformas)” (Maraver, 2013, p.58).

La siguiente imagen muestra diferentes maneras de oxigenar.

Figura 6. *Diferentes maneras de oxigenación I*

*Nota.* La figura muestra tres maneras de oxigenar el agua. Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013, a partir de Mountounet (2007) y Lekang (2013).

**Figura 7. Diferentes maneras de oxigenación II.**



*Nota.* La figura muestra otras maneras de oxigenar el agua. Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013 a partir de Mountounet (2007) y Lekang (2013)

### **Eliminación de CO<sub>2</sub>:**

“La concentración de CO<sub>2</sub>, depende de la alcalinidad de la cantidad de carbono orgánico total, pH, temperatura y salinidad”. Es indispensable controlarlo en sistemas de recirculación.

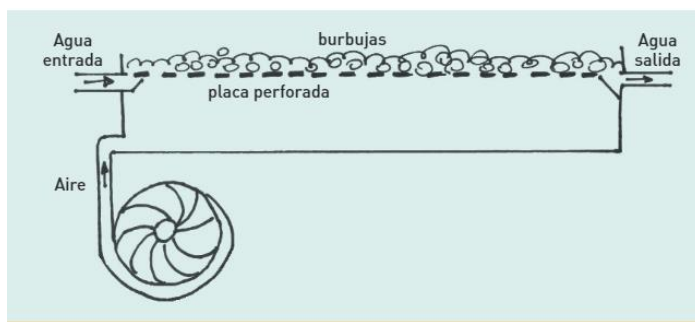
La desgasificación (mayor de gas y lo contrario con el agua). El método es igual a la aireación. Y el otro método, el caudal de gas y del agua son bajos” (Maraver, 2013, p.60).

### **Eliminación de Sólidos:**

“La materia orgánica que queda en los estanques hay que eliminarlas porque entre más tiempo en el estanque permanezca, empieza a ponerse en pequeñas partículas llegando a

desaparecer y esto ocasiona que se consuma el oxígeno y libere compuestos nitrogenados al agua, generando así que la calidad del agua baje, como del afluyente. Por esta razón hay filtros mecánicos o también se realiza un sistema de decantación (depende del tamaño de la partícula a eliminar)''(Maraver, 2013, p.60;61).

**Figura 8. Esquema de desgasificador**

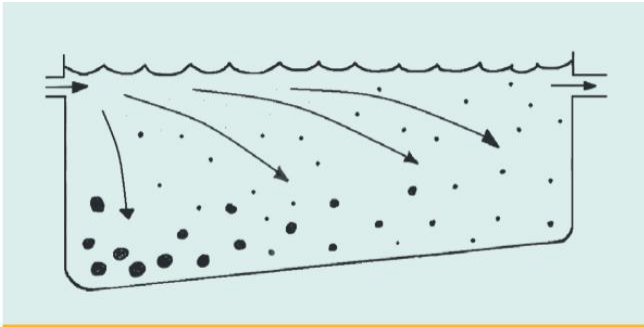


*Nota.* La Figura muestra el Esquema de desgasificador. Tomado de Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013 a partir de según Lekang (2013).

Acerca de ''Los sólidos de gran tamaño se eliminan mejor con sedimentación, los más pequeños con filtros mecánicos''. Para controlar los sedimentos, se puede colocar en un tanque barreras y de esta manera disminuir la velocidad del agua haciendo que los sedimentos se queden ''quietos'' y se puedan sentar en el fondo del mismo. También, se puede hacer tanques rectangulares y se aumenta el área así también se disminuye la velocidad del agua. ''Los hidrociclones utilizan la fuerza centrífuga para separar los sólidos''. Además, son eficaces para sólidos de alta densidad, como arena, lodo, pero son difíciles de utilizar con grandes flujos o sólidos que tienen una gravedad específica cercana a la del agua, tales como heces de peces. La

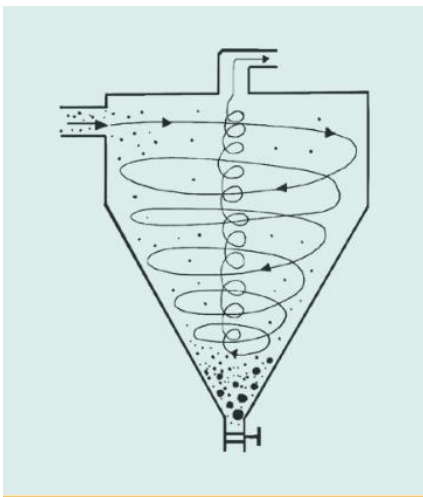
turbulencia al aumento de velocidad del agua, también contribuye a la degradación de las heces''(Maraver, 2013, p.61).

**Figura 9.** *Esquema de balsa de decantación*



*Nota.* La Figura muestra, el esquema de balsa de decantación, Tomado de Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013 a partir de según Lekang (2013).

**Figura 10.** *Ilustración Esquema de hidrociclón*

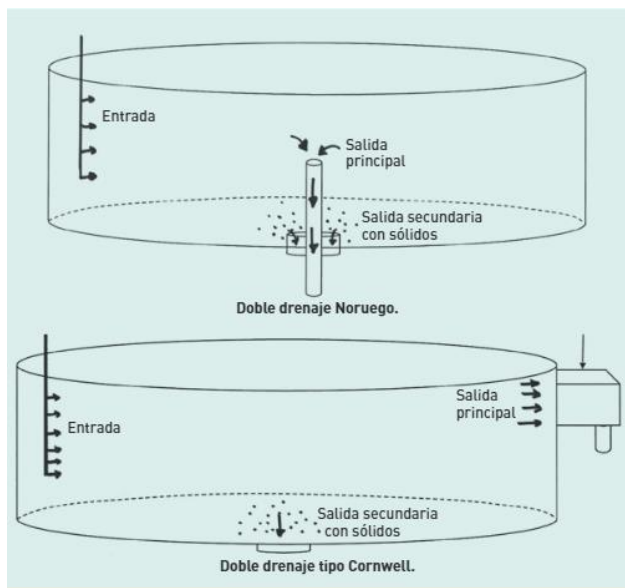


*Nota.* La figura muestra, el esquema de hidrociclón. Tomado de Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013 a partir de Lekang (2013).

Ahora bien, por la carencia de espacio se acostumbra elegir los sedimentos cónicos, porque la velocidad del agua no aumenta.

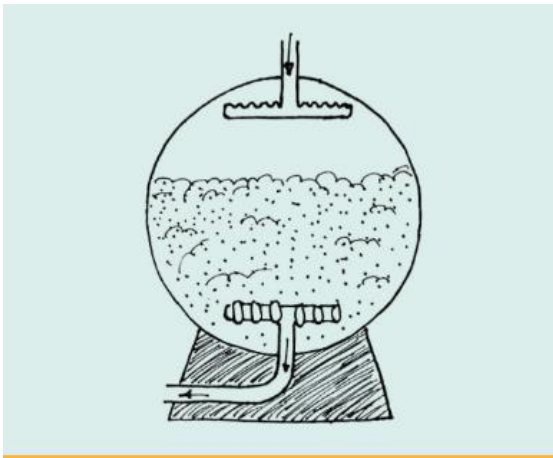
Es necesario aclarar que lo ideal es retirar los sedimentos cuando aparezcan y se empieza por los estanques donde están las truchas. A su vez, se están “generalizando los tanques de doble drenaje. Tienen conos localizados entre los peces y la salida donde proporciona una velocidad reducida para el depósito de sólidos”. De igual manera, los conos tienen una llave para retirar periódicamente los sedimentos. Estos filtros mecánicos, mediante barreras (arena, malla), separan los sólidos del agua permitiendo que lo menos denso siga y se detenga lo más consistente. “pueden necesitar para trabajar presión de bombeo para su funcionamiento o trabajar por gravedad” (Maraver, 2013, p.63).

**Figura 11.** Esquema del funcionamiento de tanques de doble drenaje



*Nota.* La figura detalla el esquema del funcionamiento de tanques de doble drenaje. Tomado de Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013, a partir de Piedrahita (2012).

**Figura 12.** *Esquema de filtro de arena*



*Nota.* La figura demuestra el esquema de filtro de arena, Tomado de Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013, según de Lekang (2013).

De igual modo, existen otros filtros, como el tambor que sí son más eficientes y más utilizados en este campo. Según, (Maraver, 2013) afirma “ el agua pasa axialmente en un tambor de acero inoxidable, la pared interior está hecha de plástico o malla de metal a través de la cual el agua pasa por gravedad, permitiendo que las partículas de sólidos queden en suspensión atrapado en el interior de la malla”. Aunque sí se necesita un filtro de presión para poder tener mayor limpieza, se suele recurrir a los filtros de arena. “los más grandes disponibles son de 3m de diámetro y 3m de altura; pueden filtrar hasta 50L/s, con una filtración de 50mm y un flujo de

entrada que contenga <10mg/L de sólidos suspendidos''. Se llevan a contracorriente automática o manual (Maraver, 2013, p.64).

### **Eliminación de compuestos nitrogenados del agua:**

Según, (Maraver, 2013), afirma ''Se puede utilizar: 1. Oxidación bacteriana (el residuo se transforma en gas y se adiciona para nutrientes de plantas) 2. Filtros biológicos (retira el nitrógeno amoniacal y su proceso se llama nitrificación (que consiste en la sucesiva oxidación del amoniaco primero del nitrito y luego del nitrato) ''.

Por el momento, no existe el biofiltro que tenga todas las características perfectas que ayudan en a la asimilación de todo el proceso; pero los biofiltros desarrollan bacterias nitrificantes a través del agua y lo que hacen es absorber el oxígeno y producen sólidos. En acuicultura se utilizan los lechos móviles o percoladores; como ''material de soporte puede utilizarse casi cualquier cosa, los hay específicamente diseñados para esta función, pero a veces se utilizan huesos de frutos, conchas, plásticos, grava, etc. Su eficacia se mide por superficie disponible en unidad de volumen ((m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) de diámetro) '' (Maraver, 2013, p. 66).

''Para el biofiltro de lecho móvil o dinámico, se usa un soporte consistente en pequeñas formas de polietileno flotantes de 7mm de largo y 10 mm de diámetro), en una cama sumergida extremadamente bien aireada (Rusten et al., 1998). Por lo tanto, el medio tubular tiene aletas internas y externas para aumentar la superficie, y una sección interior dividida para proteger las bacterias. Del mismo modo, la intensa aireación mantiene el lecho en permanente movimiento y minimiza los problemas de oxigenación y acumulación de sólidos'' (Maraver, 2013, p.66).

Ahora, para los ´biofiltros percoladores, el agua residual fluye hacia abajo sobre el medio y mantiene la película bacteriana mojada, pero nunca completamente sumergida (Wheaton et al. 1991). Ya que los espacios vacíos son rellenados con aire en lugar de agua, a las bacterias nunca les falta oxígeno. Los filtros percolares son muy efectivos para desgasificar dióxido de carbono´´(Maraver, 2013, p.69).

### **Humedales Artificiales**

Según, (Maraver, 2013) afirma ´´No se conoce con exactitud su función, pero son muy eficaces para eliminación de sólidos y compuestos nitrogenados del agua.

Se componen de:

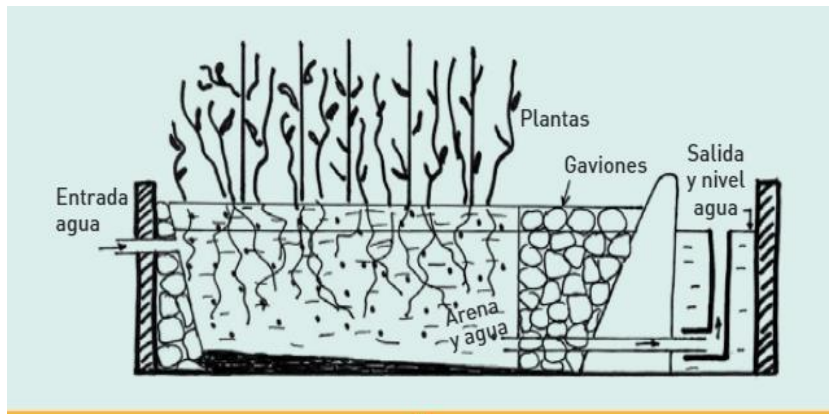
Un hueco sencillo en el suelo o construcción generalmente rectangular, y a veces lineal.

Un lecho mineral que sirva de sustrato para las poblaciones microbianas activas.

Una capa superficial de tierra vegetal

La superficie se siembra o se deja colonizar de forma natural con plantas tolerantes al agua.

El agua cargada de nitrógeno, se introduce para que discurra a lo largo del hueco/estructura y salga a través de un punto de vertido controlado. Se debe mencionar que el diseño debe permitir la regulación activa del caudal de entrada y salida´´.

**Figura 13. Esquema de Humedal Artificial**

*Nota.* La figura muestra el esquema de Humedal Artificial. Tomado de Tomado de El cultivo de la trucha arcoíris de Luz Aguerri Maraver, 2013, a partir de ilustraciones de Aquatreat.

Según otras investigaciones, (Vimifos, 2020), afirma "se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

#### **Re-oxigenación por medios artificiales:**

Fórmula:

$$(OD \text{ sat} - OD \text{ sobre cascada} / OD \text{ sat} - OD \text{ bajo cascada}) = 1 + (0,3 (1,6)) (h(1 - 0,11h))$$

$$(1 + 0,046T)$$

Donde: h= altura de cascada

OD sat= en tabla anexo 1

T= T°C

OD sobre cascada= O<sub>2</sub> salida estanque anterior

**Figura 14.** *Demostración de medidas para cascadas en un estanque*

- 1)OD Sobre cascada: 5mg/lt.
- 2)Altura:0,8 mm
- 3)OD bajo cascada: ``X`` mg/lt

*Nota.* La figura demuestra, un ejemplo sobre medidas para una cascada en un estanque, tomado de Cultivo de truchas, según en VIMIFOS,2020.

Ahora bien, para las cascadas múltiples que es un método que se utiliza para re-oxigenar con más de una cascada antes de llegar como tal al estanque, se realiza con esta fórmula:

$$C=K(C_s-C_b)+C_b$$

**C**= concentración aguas abajo

**C<sub>s</sub>**= concentración de oxígeno a saturación, está dado por tablas según la T° (anexo 1)

**C<sub>b</sub>**= concentración de oxígeno al entrar el agua a la cascada

**K**=constante que asocia la altura (n) con la T° (anexo 2)

**T**= 12°C (Vimifos, 2020, P.26).

### **Oxigenación por medios artificiales:**

Se debe agregar que se utilizan los difusores para inyectar O<sub>2</sub> en el agua generando burbujas que ``transfieren por difusión el oxígeno que contienen el agua que las rodea``. El más utilizado es el que ``disminuye aire comprimido en los estanques procedente de un compresor a través de difusores que disponen en el fondo del estanque``(Vimifos, 2020, p.28).

Por otro lado, se debe señalar que es importante realizar limpieza a los estanques y para ello, se necesita las siguientes partes en los estanques:

**Sifón para limpieza de estanques:**

“En el caso de los estanques de alevinos, para el mantenimiento si son estanques de cemento, deben limpiarse usando una manguera como sifón.

Para esto, se consigue una manguera., luego se llena con agua y después se tapan los extremos con las palmas de las manos. Ahora, para ejecutar la limpieza, se “introduce, uno de los extremos tapados de la manguera en el agua de la pila que queremos limpiar y la otra persona baja el otro extremo tapado de la manguera a nivel del piso. Se libera el extremo de la manguera que está en el agua de la pila y posteriormente se libera el extremo de la manguera que está cerca del suelo, esto crea una corriente de agua por gravedad que aspira las heces y restos de alimento que hay en el fondo de la pila. Con este sistema se va limpiando toda la pila con el cuidado de que no se maltraten los peces”. Generalmente con esta técnica se requiere de dos personas. Y es importantísimo mantener limpios los estanques porque ayuda en la calidad y crecimiento de los peces”(FAO, 2014, p.28).

Del mismo modo, se necesita adicionar que hay una serie de parámetros fundamentales para el diseño del módulo básico de trucha.

### **2.2.4 Parámetros para el cultivo**

#### **Recurso Hídrico**

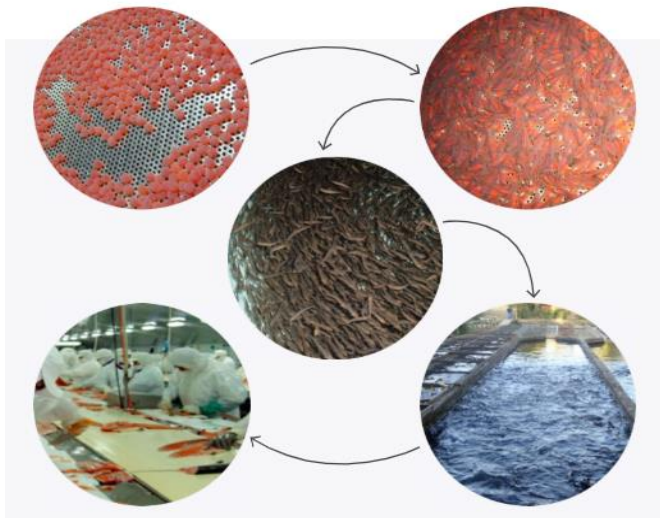
El agua debe tener unas características adecuadas en su cantidad (caudal) y en su calidad'' (factores físicos (temperatura, oxígeno, pH, turbidez, etc.), químicos (son más estables, pero en algunos casos si la contaminación es muy fuerte puede producir efectos irreversibles) y biológicos (presencia o ausencia de organismos vivos, así como mayor o menor presencia de agentes patógenos)).

Se debe tener en cuenta que los factores físicos pueden estar afectados por factores externos como atmosféricos y climáticos (Giraldo, 2007, P.26).

Con respecto a las diferentes etapas, edades de las truchas, se diferencian así, según, (Vimifos, 2020) afirma:

#### **Etapas del cultivo**

''Reproducción (Desove y Fecundación), recepción de ovas embrionadas, incubación y Eclosión, alevinaje, engorda''.

**Figura 15. Edades de la trucha**

*Nota.* La figura muestra el proceso de producción n de la trucha, según Cultivo de truchas, a partir de Vimifos.

### Edades de la Trucha:

**Tabla 4. Datos alevinaje**

Ancho	1.0m
Altura	1.0m
Tirante de agua	0.8
Volumen de útil	8m <sup>3</sup>
R/A/H (Recambios de agua por hora)	3
T° media del agua	11°C
Caudal/estanque	6.6 l/s
Caudal batería	26.4 l/s

*Nota.* Datos tomados de Manual de crianza de trucha n ambientes convencionales, según el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero.

**Tabla 5. Datos Juveniles**

Ancho	2.0m
Altura	1.2m
Tirante de agua	1.0m
Volumen de útil	40m <sup>3</sup>
R/A/H	1
T° media del agua	11°C
Caudal7-estanque	11 L/S
Caudal batería	33 l/S

*Nota.* Datos tomados de Manual de crianza de trucha n ambientes convencionales, según el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero.

**Tabla 6. Datos Engorde**

Ancho	3.0m
Altura	1.3m
Tirante de agua	1.1m
Volumen de útil	99m <sup>3</sup>
R/A/H	1
T° media del agua	11°C
Caudal/estanque	27 l/s
Caudal batería	108 l/s
Carga de cultivo	25 Kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Datos tomados de Manual de crianza de trucha n ambientes convencionales, según el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero.

A su vez, según, (Correa, 2003) afirma que ´la talla a producir, significa el tamaño de las truchas que haya a producir dependerá de las preferencias del mercado. Se debe tener en cuenta

que “ resulta más rentables truchas pequeñas, de tres o cuatro ejemplares por kilo. La razón es que a medida que los peces crecen aumentan la necesidad de energía para su mantenimiento orgánico, como consecuencia en los cual la conversión alimenticia va desmejorando paulatinamente. Producir truchas grandes cuesta más”.

### **Manejo de engorde de truchas:**

Considerando que “generalmente son rectangulares y su entrada del agua son el lado opuesto de la salida del agua.

Cuando ingresa agua al estanque, debe tener una altura al tubo que alimenta al estanque, debe tener una altura al tubo que alimenta al estanque para generar más caída y por ende oxigenación. Claramente la salida del agua debe ser por el fondo del estanque pues de esta manera se separa el agua que no posee tanto O<sub>2</sub> así mismo desechar las heces y residuos de alimento” (FAO, 2014, p.17).

Es necesario conocer el equipo personal y artes de pesca para las labores que se llevan a cabo en la producción de trucha, según (FAO, 2014) afirma:

### **Equipo personal y artes de pesca:**

“Para poder llevar a cabo la labor del manejo de las truchas de manera adecuada como son: “la limpieza de los estanques, piletas, muestreos, selección de peces, alimentación y cosecha; se requiere de un equipo básico para el bienestar del personal, este equipo contiene botas de hule altas al pecho, capas, guantes, protector solar, anteojos y sombreros”. En este equipo se da relevancia a la radiación solar que algunas veces en zonas altas es mayor y el agua que es a temperaturas bajas, las artes de pesca son. “ las redes, atarrayas, baldes, tinas y quechas

facilitan muchísimo la captura de las truchas. Disminuyendo el maltrato y estrés que se le puede acarrear a los peces'' (FAO, 2014, p.29)

### **2.3 Marco Conceptual**

#### **Parámetros fundamentales para el desarrollo óptimo de la trucha:**

##### **Control de efluentes:**

''El tratamiento de los efluentes en la acuicultura persigue la eliminación de sustancias inerte, destrucción de gérmenes, patógenos y la recuperación del oxígeno disponible'' (Vimifos, 2020, p.19).

También, (Vimifos, 2020), expone ''Todos estos materiales sólidos son arrastrados por la corriente del agua desde los estanques hasta las quebradas y ríos''.

''Una manera de poder controlar todos esos sedimentos que comienza a tener el estanque a partir de la iniciación de la producción es utilizar de alimento de alta digestibilidad, puesto que disminuye de forma importante; facilitando dos cosas, la primera que permite así que los estanques no tengan tanta cantidad de sedimento, y la segunda, que de esta manera, baja la conversión de alimento, porque este mismo se va a perder, ya que todos los peces no se lo comen y queda como residuo, haciendo que la disminución de contaminación de los ríos sea notoria evitando que los ríos se puedan autolimpiarse y ''lo que genera sedimentación de estos desechos en los cauces, que alteran y modifican la flora y fauna del río''(Vimifos, 2020, p.20).

**Cantidad y calidad del agua:**

“Es indispensable para la vida, crecimiento y funcionalismo del pez” (Vimifos, 2020, p.19).

**Temperatura:**

“La temperatura del agua tiene una incidencia directa sobre los aspectos reproductivos de las truchas, el ritmo de crecimiento de los alevinos y adultos, y especialmente sobre el grado de actividad metabólica”. Se debe tener en cuenta que las altas temperatura no se deben provocar en los estanques para evitar situaciones de salud y desarrollo progresivo” (Aquino Martínez, Wordpress, 2019).

“De forma natural, las condiciones de la temperatura del agua que vive la trucha arcoiris son de 0°C a 23°C. esto no quiere decir que sean adecuados para su desarrollo y crecimiento, pero de igual manera, se aclara que los mejores grados de temperatura son de los 9°C a los 18°C. (Maraver, 2013). Y por esta razón la temperatura óptima es de 15 °C (Standard Enviromental Temperature, SET), Haskell, señala que cada gradi cenígrado por debajo del SET, decrece el índice de crecimiento óptimo en 8,28%. Por lo tanto, la trucha como otros peces no regula su temperatura corporal haciendo que el agua sea la total responsable de la vida de ella. (Vimifos, 2020, p.22)

“En cuanto a la sanidad animal, las bajas temperaturas tienen menos incidencia, sin embargo, el movimiento de los peces decrece pues disminuye el apetito. Por otra parte con respecto al agua, sucede lo contrario, las altas temperaturas aumentan el apetito de los peces

ocasionando una digestión no tan eficaz pero mayor cantidad de sólidos y finalmente en el agua adquiere condiciones adecuadas para proliferación de patógenos y menor resistencia a enfermedades, generando estrés y muchas veces conlleva al pez a gastar su energía que le servirá para el aumento de peso. (Vimifos, 2020, p.22)

En vista de que los peces son poiquilotermos, quiere decir que su temperatura corporal varía según la temperatura del agua. Hay que mencionar además que también son termófilos, significa que dependientes y sensibles a los cambios de temperatura. Considerando que la trucha arcoíris soporta temperatura de 20°C durante un tiempo prolongado, esto no es beneficioso. Entonces, se dice que el rango óptimo fluctúa entre los 12°C y los 17°C para explotaciones de engorde. Y de 8°C a 12 °C para granjas de reproducción (desove de reproductores e incubación de ovas). Así mismo, conforma parte de que se pueda disolver el oxígeno en el agua, hace que el metabolismo de los peces cambie pues los peces pueden estar más activos, consumen más alimento y oxígeno; por eso es indispensable conocer la temperatura más baja en épocas de lluvia y la más alta en épocas de sequía. (Correa, 2003, p.53)

### **Oxígeno disuelto:**

Depende de la fase que se encuentre el pez, entre más joven más necesita oxígeno. El oxígeno disuelto en el agua será utilizado por los peces, plantas y todos los organismos aerobios que se encuentren en el agua. Generalmente se expresa en miligramos por litro de agua, la cantidad máxima de oxígeno disuelto en el agua (saturación), depende principalmente de la temperatura. A mayor temperatura, menor cantidad de oxígeno disuelto y viceversa. La trucha arcoíris, necesita altas cantidades de oxígeno durante su alimentación y digestión. Cuando no hay

suficiente oxígeno disuelto, por instituto los peces se quedan en la superficie del estanque. (Maraver, 2013, p.13)

Según, (Pesquero, 2014), menciona que “el O<sub>2</sub> ingresa por las branquias, luego pasa a la sangre y después al corazón y de allí lo bombea a todo el torrente sanguíneo. Se recomienda que para una alta producción se mantenga un oxígeno de 5.5mg/L. (60% cd oxígeno) ”.

En relación a la difusión del aire del ambiente, se logra por aireación del agua que recorre y cae por sobre saltos y como producto de desecho de la fotosíntesis”. Además, muchos científicos han investigado que la cantidad mínima de oxígeno disuelto en buenas aguas es de 8,5 mg/L. los gases que se producen en el agua por los peces no deberían de exceder del 110%. Si hay muchos gases los peces pueden sufrir “la enfermedad de la burbuja”, que consiste en que las burbujas “bloquean el flujo de la sangre a través de los vasos sanguíneos y causar la muerte”. Es muy importante conocer los miligramos de oxígeno por litro de agua porque si se tiene el dato de la entrada del agua y la salida de los estanques se tiene un mayor control en la cantidad y calidad del agua, de esta manera se podrá determinar cuántos peces pueden vivir en el estanque, teniendo en cuenta que el tamaño del mismo también es fundamental saberlo; para ello se puede guiar por la siguiente fórmula “O<sub>2</sub> entrada-O<sub>2</sub> salida=O<sub>2</sub> disponible” (Vimifos, 2020, p.24)

Así mismo, “Se estima que los peces en crecimiento deben de tener continuamente tasas mínimas de oxígeno de 5 a 5.5 mg/L (miligramos/litro), si las cifras son más bajas la trucha

presenta dificultades para extraer el oxígeno del agua y transportarlo a través de las branquias'' (Vimifos, 2020, p.24)

### **Re oxigenación**

Por otro lado, según (Vimifos, 2020) menciona''la Re-oxigenación se puede dar de manera más efectiva si hay un grado de inclinación o pendiente. Sino es posible entonces se debe recurrir a medios artificiales. Y se debe en este caso comprar el precio por los beneficios obtenidos''.

### **Oxigenación por medios artificiales**

Inyecta oxígeno en forma de burbujas al estanque permitiendo que los peces consuman el oxígeno y que puedan convivir de manera adecuada. Se coloca en el fondo de los estanques. (Vimifos, 2020, p.28)

### **pH:**

Significa el Potencial de Hidrógeno. Es de gran relevancia conocer los valores de pH, porque van de la mano de la temperatura y el oxígeno. ''Los valores de hidrógeno se representa desde el 0 al 14. Dentro de la escala, si el valor es de 7, indica que el agua es neutra, si es menor a 7, agua es ácida y si es superior a 7, entonces es alcalina. Para la cría de la trucha los valores apropiados son de 6.5 a 9 para la producción''. Si llega a ser menor o mayor la reproducción, disminuye. Y si es por debajo de ''4 genera muerte ácida'' de los peces al ser mayor de ''11 es muerte alcalina'' (Aquino Martínez, Wordpress, 2019, p.12).

Según, (Correa, 2003), afirma “hay que mencionar además que la composición química es importante, puesto que, en aguas alcalinas, que se encuentran en un rango de 6,5 a 8,0. A diferencia de las aguas ácidas se deben evitar a toda costa y su superficie es inferior a 6.0 porque el ion férrico que está en el agua se solubiliza afectando los arcos branquiales y así bajando los procesos de respiración, generando la muerte por asfixia”.

“Por esta razón los valores por debajo o por encima de los anteriormente mencionados causan cambios que inciden en el comportamiento, tales como “letargia, inapetencia, retraso en la reproducción y el crecimiento”. Y peores son los “valores inferiores a 5.0, porque causan muerte en los peces, ya que en el medio se les dificulta respirar e incremento de secreción de mucus en branquias y epidermis”, pérdida de pigmentación” (Correa, 2003, p.54).

### **Turbidez:**

“La turbidez es un factor negativo que en ocasiones se presenta en los estanques. Es causada por “partículas generalmente arrastradas desde el suelo o de la vegetación adyacente, así como organismos planctónicos”. Los negativos de este aspecto es que “disminuye la absorción de oxígeno por parte de las truchas, puesto que las branquias son las que se ven afectadas”. En cambio, en los alevinos se nota más si tiene anomalía y por ser pequeños tienen a ser propensos a dar origen a infecciones, por las mismas partículas suspendidas que pueden generar contacto con las branquias de los pececitos, irritándolas y provocando que luego no puedan respirar de forma correcta.

Si se habla de productividad la turbidez causa es la “reducción en la tasa de crecimiento de las truchas”. Hay que prestarle mayor atención en épocas lluviosas” (Aquino Martínez, Wordpress, 2019, p.12)

### **Amonio**

“En el caso del amonio, los componentes químicos de las aguas, se ve afectada por el metabolismo de los peces, degradación de la materia prima.

La cantidad de amoniaco determina la toxicidad y consecuencias sobre los organismos de los peces, teniendo en cuenta el pH y la temperatura. “ Los efectos tóxicos son debido a la forma no ionizada del amoniaco, que es perjudicial para los peces. Existen 3 factores: pH, temperatura y salinidad del agua, determinan la toxicidad del amoniaco no ionizado. Uno de los más importantes en este caso es el pH pues si causa que se incremente 10 veces la producción de amonio tóxico.

Estas sustancias son fruto de heces de los peces, así que se debe tener muy preciso la cantidad de peces en el estanque para evitar que haya más carga de la que conviene” (Aquino Martínez, Wordpress, 2019, p.)

“También se puede definir como “producto de excreción de os peces y descomposición de materia orgánica (degradación de la materia vegetal y del alimento no consumido). El amonio no ionizado es aquel que se forma gaseosa y primer producto de excreción de los peces y por ende es tóxico”. Cuando está así no ionizado aumenta con una concentración baja de oxígeno,

un pH alto (alcalino) y una temperatura alta. Estos valores deben estar entre 0.01 ppm a 0.015ppm. (valores cercanos a 0.06 ppm son críticos). Si hay una gran cantidad de amonio genera bloqueo del metabolismo, daño en branquias y en tejidos vivos, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción del crecimiento y la sobrevivencia y exoftalmia (ojos brotados) `` (Correa, 2003, p.56).

### **Materia en suspensión:**

``Se conocer que las truchas necesitan de aguas limpias y claras para la incubación y la alimentación. Pero en ocasiones estas partículas en suspensión suelen están asociados a las acciones humanas, porque hay presencia de actividades humanas o agropecuarias. Se debe estimar que no todos lo tipos de sólidos en suspensión provocan los mismos efectos ni tampoco en todas las etapas de la trucha. Dependiendo de la concentración, el tamaño y la naturaleza ocasiona desórdenes branquiales y genera asfixia a las truchas`` (Maraver, 2013, p.17)

Además, según (Correa, 2003) afirma ``estos sólidos producen la turbidez del agua y se deben evitar pues afecta el oxígeno y así la alimentación y después el crecimiento de la trucha. Para evitar se debe recurrir a desarenadores y filtros, las concentraciones de estos sólidos dispuestos en suspensión deben ser menores de ``30mg (Lt; Y si hay cantidades mayores repercute en el balance osmótico y el funcionamiento branquial``. Si el agua presenta mucho sedimento y no hay tantas lluvias y se aumenta mucho la temperatura en verano hay que reconsiderar la estadía del estanque n esa zona. El agua puede estar expuesta a algún contaminante que no lo disuelva trayendo graves consecuencias a las truchas``.

**Dureza total:**

“Hace referencia a elementos químicos como el Calcio, Magnesio que contribuyen a la calidad del agua. “Los rangos de dureza adecuados para el agua son de 60 a 300ppm, y estos permiten un mejor crecimiento de la trucha, de la misma manera, si el nivel de la dureza es bajo, indica que la capacidad de taponar es baja y el pH puede variar considerablemente durante el día” (Pesquero, 2014, p.13).

“Por otra parte, un agua dura es aquella que contiene cantidades importantes de carbonato, bicarbonato de calcio, otras sales como las de magnesio que pueden contribuir a la dureza. Este contenido mineral varía en el terreno, por la sustancia que se haya disuelto en el agua como rocas, y lo que trae la atmósfera. “las aguas duras tienden a tener mas equilibrado el pH que las aguas blandas”. Pero no tiene nada que ver con el crecimiento que puede tener la trucha. Además, Frost y Brown establecen que “hay un umbral de dureza de unas 150 ppm de carbonato de calcio por encima del cual las truchas prosperan, pero por debajo del cual se desarrollan menos”. El rango óptimo está entre “70 a 500 ppm” Y “por debajo de 10 ppm ocasionan problemas de crecimiento, pérdida de escamas, problemas de aletas y fecundidad de reproductoras. Y ese puede controlarse pasando el agua a través de un manto o lecho de cloruro de calcio o carbonato de calcio. Adicionando que, si hay durezas por encima de 500 ppm, se puede controlar con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada a sistema de filtración” (Correa, 2003, p.55).

**Nitritos**

Según (Correa, 2003) afirma “ es un agente contaminante y hay que prestarle mucha atención pues da bastante toxicidad al agua, éstos se generan en el proceso de transformación de amoníaco a nitritos y la toxicidad depende es de la cantidad de cloruros, de la temperatura y del oxígeno que esté el agua. Si hay alta concentración de esto genera en el pez una enfermedad de sangre marrón (producida por la hemoglobina a metahemoglobina de color pardo), evitando el transporte de oxígeno a los tejidos; lo cuál crea una anemia crónica. Así que es necesario mantener la concentración por debajo de 0.1 ppm; valores cercanos a 0,15 ppm causan estrés en las truchas y cuando se acercan 0.3 ppm puede ser letal”.

**Dióxido de carbono:**

También llamado CO<sub>2</sub>, significa el “producto de la respiración de los peces y ls plantas, así como de la descomposición de la materia orgánica. En truchicultura no se recomienda que la concentración de CO<sub>2</sub> en el agua exceda de 2 ppm”, ya que así disminuye la cantidad de O<sub>2</sub> disuelto, el pH y por ende baja el desarrollo de la crianza de las truchas. (Pesquero, 2014, p.13)

Para el diseño, se necesita una serie de estructuras para poder producir la trucha.

**Estructuras requeridas para la explotación****Sistemas de captación de aguas:**

Como (Correa, 2003) menciona, “es la primera estructura fundamental pues de aquí se toma el agua para llevar a los estanques. La idea es captar el agua para poder elevarla en el caso

de que se necesite, porque no hay tanta pendiente y también donde hay escasez de agua para evitar riesgos en las épocas de lluvia”.

“Se llama bocatoma al sistema que controla el ingreso del agua al canal que conduce la misma. Lo que hace es captar, regular, atrapar mediante una rejilla o una compuerta, la cantidad de agua que se necesite para los estanques de producción. En este caso se debe construir de forma lateral o perpendicular al cause para evitar que se golpee directamente del agua, en época de fuertes lluvias”. Ya que pueden bajar sedimentos muy grandes que hasta generen obstrucción en el ingreso del agua o incluso de la estructura (así que por eso es que se debe hacer la infraestructura con materiales de muy buena calidad para evitar daños a corto o largo plazo) (Correa, 2003, p.58).

#### **Tanque desarenador o sedimentador**

Después de la captación viene un tanque que su función es permitir que cualquier cosa que arrastre el agua, sobre todo en las épocas de lluvia se pueda mantener en este lugar, así el agua llegue a los estanques lo más depurado posible y por ende libre de todo tipo de partículas en suspensión. “el diseño y el tamaño del tanque desarenador o sedimentador dependen fundamentalmente de cuatro factores:

“Tiempo de retención, cantidad de sólidos presentes en el agua, velocidad del agua, volumen del agua” (Correa, 2003, p.59).

#### **Canales de conducción y distribución**

Todo el proyecto debe estar en continua comunicación mediante unos canales para distribuir a los diferentes estanques que haya en una unidad productiva y/o para devolvernos al cause de la misma quebrada o río. “estos canales deben ser abiertos superficiales recubiertos de

cemento para evitar el deterioro por roce con el flujo normal del agua''. La idea es que siempre se tenga en los canales fácil acceso para tener un control adecuado sobre el agua de que se distribuye. Además, se debe controlar el agua con.: ''cuchillas exclusivas de madera o metálicas''. (Correa, 2003, p.60)

### **Sistemas de estanques**

Según, (Correa, 2003) afirma''La forma, el tamaño, la distribución de los estanques depende del caudal disponible y la topografía del terreno. Se debe tener y cumplir con ciertos requisitos pues permiten un mejor funcionamiento como: Mantener una corriente a lo largo y sobre todo hacia la parte del fondo para permitir un mejor arrastre de sedimento hacia la salida.

El cultivo de trucha puede darse en estanques o tanques, inclusive para mejor recirculación del agua se aconseja que se haga en estanques circulares sobre todo para alevinos y juveniles y rectangulares pero angostos para cualquier clase de tamaño''.

### **Estanque de alevino:**

''Pueden ser rectangulares, estos pueden ser excavados (dependiendo del suelo), pero es preferible que se construyan estanques ya sea en: concreto vaciado o ladrillo revocado. El ancho puede ser de 2.0 a 3.0 metros, pisos inclinados del 2 o 3%, creando un sistema de movimiento de circulación muy eficiente en el arrastre de excrementos y residuos alimenticios hace el desagüe central, y muy conveniente para el constante ejercicio físico de los peces. Es conocido como de autilimpieza y su profundidad promedio es de 0,60 metros; puede ser de 4 a 9 metros de largo, donde la proporción ancho versus largo es de 10 a 1, con una profundidad promedio en agua es

de 0,50 metros. Los canales rectangulares tiene ventajas por el movimiento dinámico del agua y muy pocas zonas muertas, lo que permite un manejo más fácil y rápido de los lotes'' (Correa, 2003, p.61;62)

Ahora bien, dependiendo de la cantidad de agua que se maneje en el estanque, la pendiente debe estar entre 0,5 a 1''; según el autor confirma un dato que lo arroja una entidad de los estados unidos acerca de la velocidad del agua para tener óptimos resultados; debe ser del 1,4 metros por segundo.

Si se realizan canales excavados en el terreno el corte debe ser trapezoidal con paredes de talud en proporción de 2:1, el piso se puede pavimentar. Ahora, si son canales en concreto o ladrillo las paredes pueden quedar verticales, si se hace de esta manera sale reducido el costo de la inversión, además de que se hace una especie de ''autodepuración, pues al ser de tierra, los desechos se van descomponiendo de forma natural y además se reincorporan al agua y al fondo del estanque, y el oxígeno es mucho más estable en este tipo de estanque; las desventajas es que su vida útil es corta por el tema de erosión del agua que deteriora los taludes, generando mayores costos por el mantenimiento, algunas veces se mantiene el estanque de tierra pero se dan alternativas de recubrir con plástico o cemento. Ahora si se llega a manejar la geomembrana, es importante que los taludes estén empadizados para evitar la erosión. (Correa, 2003)

#### **Estanques para levante y engorde:**

''Los canales rectangulares pueden ser excavados en terreno, si la textura del suelo lo permite, pero es preferible construirlos íntegramente en concreto vaciado o ladrillo revocado. Su

longitud no debe ser mayor de 30 metros y ancho de 3.0 metros. La profundidad de la columna de agua 0.90 metros; según el flujo de agua disponible. La inclinación debe ser de 0.5 a 1%. Así mismo el departamento de agricultura de los estados unids, servicio de conservación de suelos de IDAHO, para resultados óptimos se procura que la velocidad del agua sea de 1,4 metros por segundo''. (Correa, 2003, p.63)

''Hay otras clases de estanques como son los de cemento o concreto y tienen estas ventajas: pueden ser conostruidos en cualquier terreno, su vid útil es larga y los gastos de mantenimiento bajos, presentan mejores condiciones sanitarias, el manejo es mucho más fácil, tienen mayor capacidad de carga. Este tipo de estanque puede ir enterrado, semienterrado o superficial.

''No obstante, cualquier tipo de estanqu se vaya a fabricar lo más importante es que el manejo del agua debe hacerse por gravedad, desde donde empieza la distribución y luego ingresa con cascada a los estanques, tratando de que sea de la anchura del estanque; y se evita las zonas muertas (donde no hay tanta corriente y no se renueva el agua, lo que pasa frecuentemente en las esquinas) y es más uniforme. Claramente, sí se pueden hacer modificaciones en las entradas y salidas del agua, pero el objetivo siempre es que se eviten los probleas anteriores y que la velocidad del agua aumente para que haya un mejor rendimiento'' (Correa, 2003, p.64;65).

''Por lo tanto se debe recordar que para la salida del agua, hay que prestarle mucha atención al agua que está en el fondo, así que para renovarla se puede hacer de la siguiente forma: se utiliza un desagüe de doble compuerta o de pantalla o de un codo de balancín.entonces,

con el primer sistema de regulación del nivel se efectúa mediante el manejo de compuertas que constan de varias tablas de madera, que permite disminuir la lámina del agua hasta lograr un vaciado total del estanque. Con el segundo la inclinación del tubo acodado regula el nivel, aquí es importante construir un rebosadero en la parte superior del estanque para evacuar las aguas sobrantes en caso de que se presente una obstrucción de la rejilla'' (Correa, 2003,p.65).

Por esto, si en llegado caso cuando ''se destruye el agua a los estanques y no hay un llenado completo, se puede colocar en serie de tal forma que el rebosadero del anterior sea del punto de entrada del agua para el siguiente. Se recomienda usar entre los dos estanques una caída para facilitar la Re-oxigenación''. (Correa, 2003, p.66)

### **Lagunas de oxidación y decantación**

Según, (Correa, 2003), afirma ''es un lago que se encuentra después de la salida de todo el proyecto, por allí pasan las aguas que fueron utilizadas en el proceso. Su función es retener toda la materia de suspensión que vengan de los estanques con el fin de que no vayan a dar al cauce del río o quebrada.

Allí, las abundantes aguas del cultivo cesan su velocidad, para así poder detectar los sedimentos ya sea por alimento, heces, etc. Además, es con el fin de que haya un proceso de oxidación para después verter el agua al cause normal en mejores condiciones, libre de cualquier tipo de contaminación. Las medidas son de profundidad está entre ''80 c a 1,20 metros''. Y el agua '' debe tener entre 45 a 60 minutos de retención allí en la laguna''. Y el tamaño depende de la cantidad de agua que se maneje en la producción''.

### **Sistemas de producción**

“Se basa en condiciones técnicas (topografía, calidad, cantidad del agua y comerciales), tales como buscar y encontrar el alimento para los peces y que tengan salida económica.

Entonces es importante tener en cuenta, para definir que tan grande es el proyecto y así poder conocer y decidir qué sistema de producción se va a implementar.

Semilla a utilizar, disponibilidad y lugar de aprovechamiento, presentación y tamaño del producto a comercializar, cantidad del producto a comercializar, Periodicidad de entregas, ciclo de producción para las condiciones del lugar.

Así que el sistema de producción recomendado es aquel que se puede y se utiliza el que hay en la zona, para poder llevar a cabo el proyecto. (Correa, 2003, p. 67).

### **Ciclo de producción para las condiciones del lugar**

#### **Alevinaje:**

“Etapa durante la cual los pequeños peces luego de reabsorber el saco vitelino, se transforman en peces totalmente formados y pasan de 0.5gr a 1,5 gr de peso y oscila entre 2 a 5 cm de longitud”.

Se reciben en tanques, puede ser “circulares de 2 a 3 metros de diámetro o canales de 6 metros de largo por 0,9 metros de ancho, donde se manejan de 30 por 40 días”; a una densidad de 4 kilos por metro cúbico y recambios de 0,033 a 0,066 litros/segundo/1000peces”. Estos

estanques deben mantenerse bajo sombra ya sea en galopes o al aire libre o con malla (poli sombra), para evitar que los rayos penetren directamente a los peces. (Correa, 2003, p.68).

### **Dedinaje:**

“cuando los peces alcanzan un tamaño de 5 cm y 2 grados de peso aproximadamente, se les llama dedinos; hasta que crecen del tamaño de 12 a 13 cm y aproximadamente 40 gr de peso. Se pueden manejar en los mismos estanques de la siembra (alevinos). Los que se debe cambiar es la densidad de agua que queda en 6,0 a 8,0 Kl por metro cúbico; el caudal también se regula entre 0,083 a 0,0901 litros/segundo/1000 peces. (Correa, 2003, p.69).

### **Juveniles**

“Cuando pesan 40 gr y tiene unos 14 cm de longitud, son juveniles; hasta que llegan a los 20 o 22 cm un peso entre 100 y 120 gr de peso. Allí se trasladan y se seleccionan por talla y peso en estanques rectangulares que oscilan entre 8 a 15 metros de largo por 1,2 a 1,5 metros de ancho, con una profundidad de 0,9 metros. La densidad de siembra es variada entre los 15 a 16 kilos por metro cúbico y los caudales que se manejan son de 2 a 3 recambios por hora en cada estanque. (Correa, 2003,p.69).

### **Adultos o etapa de engorde:**

“Comprende entre los 130 a 450 gramos de peso vivo (apto para el sacrificio). Con una longitud de 228 a 32 cm. Se maneja el estanque de 12 a 15 metros de largo por 2,0 a 2,5 de ancho con una profundidad de 1 metro. La densidad de siembra varía entre los 24 a 44 kilos por metro cúbico con recambios de 3 por hora (mínimo).

Em esta etapa hay más trabajo y se resume en: “traslados, rotaciones de estanques, selección por tallas y contenidos durante las clasificaciones, para llevar un detallado control de los lotes, y registro del número de peces por estanque, movimientos, mortalidades y el seguimiento del rendimiento semanal”. (Correa, 2003, p.70).

En relación con las condiciones para el cultivo, existen unas unidades acuícolas productivas que se necesitan y hace parte de las instalaciones del proyecto.

### **Condiciones para el cultivo**

#### **Unidades Acuícolas productivas:**

Se utiliza: abastecimiento de agua, “La disponibilidad de agua que ingresa a la unidad productiva, determina el nivel de producción a obtener, y con base a ello, se diseñará la infraestructura hidráulica necesaria como son, la bocatoma; canal principal, secundario; filtros, desarenadores y otros. Los ambientes convencionales al ser utilizados en una unidad productiva son de varios tipos, su diseño y construcción depende de la disponibilidad económica de los productores de trucas y/o interesados en incursionar en la crianza de trucha, estos son los siguientes: estanques de concreto, mampostería de piedra y de tierra”. (Pesquero, 2014, p.15)

### **Tipos de Estanques**

#### **Estanque en concreto:**

Se fabrican baterías de diferentes dimensiones dependiendo de la etapa del cultivo de la trucha (alevinaje, dedinos, juveniles, engorde). De esta manera “ayudará al desarrollo del trabajo de los operadores y así también ayuda a un buen aprovechamiento en los ambientes sobre todo

de crianza y ayudando al buen manejo técnico, las buenas prácticas acuícolas. (Pesquero, 2014, p.15).

#### **Estanque de Mampostería de piedra:**

Ambientes de crianza son elaborados con materias de la zona, puede ser en las orillas de los ríos, se utiliza en reemplazo de la arena y el cemento, es para que los costos sean bajos (hasta un 60%). Al mismo tiempo se debe estimar una "pendiente promedio de 2% en el fondo". Hay que tenerse en cuenta que el número de estanques depende del caudal que ingresa al predio, biomásas. Es necesario realizar limpieza con frecuencia. (Pesquero, 2014, p.16).

#### **Estanque de Tierra:**

"No son tan comunes para la trucha, porque tienen problemas de sólidos en suspensión de manera constante y perjudica a las truchas en su crecimiento. Igualmente, según el suelo, donde se construya el estanque puede tener filtración; así que se debería de colocar una capa de arcilla para mantener el agua allí porque se caracteriza por su plasticidad y su comportamiento como coloide, dando buenos resultados como impermeabilización.

También son de bajos costos, pero presenta obstáculos en el manejo y la limpieza, pues se da la aparición de generación por el perímetro y esto contribuye a focos de contaminación" (Pesquero, 2014, p.16).

### **Instalaciones necesarias en una piscifactoría para truchas**

#### **Presa o dique de toma de agua:**

“Permite regular el paso permanente del volumen de agua necesario a través de una compuerta, presenta la ventaja de mantener el agua más limpia”. (Giraldo, 2007, p.32).

#### **Canal general de conducción del agua:**

“Lleva el agua desde la toma hasta los estanques. Debe estar bien construido a fin de evitar derrumbes. Deben tener inclinación suave para permitir la fácil circulación de los volúmenes de agua requeridos por la truchifactoría. Es conveniente colocar obstáculos o escalonar el canal, para que el agua llegue más oxigenada al estanque de distribución”. (Giraldo, 2007, p.32)

#### **Estanque de decantación y distribución del agua:**

“Es conveniente que el agua destinada a alimentar los estanques de alevinaje, cría y engorde, pase primero por un estanque de decantación y distribución. La distribución del agua a los estanques se puede hacer por tubería o canales, Los tubos tienen la ventaja de controlar los caudales de agua mediante válvulas o grifos y la desventaja de que si ocurre cualquier obstrucción, es más difícil localizarla y repararla”. (Giraldo, 2007, p.32)

#### **Estanque de Alevinaje**

“Deben estar parcialmente a la intemperie para ir acostumbrando a los alevinos a la luz; la fabricación puede ser en concreto, fibra de vidrio o cualquier material de superficie lisa (para evitar rápido deterioro), debido a la circulación del agua. Su forma puede ser circular 8como está

en constante movimiento, permite que no haya zonas muertas, ofrece mayor limpieza por recogerse en el centro todas las deyecciones y residuos alimenticios, se puede hasta duplicar la cantidad de peces) o rectangular también puede ser (dimensiones recomendadas: 5 a 7 m de longitud por 0,60-1m de ancho y 0,40-0,60 m de altura). (Giraldo, 2007, p.33)

### **Estanque para crí, engorde y reproductores**

#### **Estanque circular:**

“Este tipo de estanque, normalmente construido en cemento; el diámetro varía de 3,5 a 7 metros; el fondo no es plano sino inclinado, con pendiente de 3 a 4 % y una profundidad de 0,80 a 1 metro. Este tipo de estanque muestra m mejores condiciones para los requerimientos de trucha”. (Giraldo, 2007, p.33)

**Estanque rectangular.** “Puede construirse por simples excavaciones en tierra, o hacerse de concreto armado, ladrillos, etc. “. (Giraldo, 2007, p.33)

**Estanque de tierra de fondo natural.** “Su anchura debe tener una distancia que permita distribuir el alimento regularmente. Este tipo de estanque tiene la ventaja de ofrecer a las truchas un ambiente más a fin de su hábitat natural; además la notable economía que se obtiene más a fin a su hábitat natural y además la notable economía que se obtiene en su construcción. Por otro lado, respecto a los construidos en cemento presenta las siguientes desventajas: mayor mano de obra para mantenerlos limpios, necesidad de mayor superficie útil, mayor dificultad para control y prevención de enfermedades infecciosas, mayores pérdidas de alimento”. (Giraldo, 2007, p.33)

**Estanque de hormigón o concreto armado.** “Este tipo de estanque precisa de una mayor inversión. La longitud varía entre 10 a 50 metros, la profundidad 1 a 1,20 metros y la anchura 3 a 6 metros”. (Giraldo, 2007, p.33)

**Tanque o silos de engorde.** “La crianza de truchas en una unidad vertical, nos sólo reduce la superficie ocupada por los estanques tradicionales, sino que las truchas se desarrollan más vigorosamente debido a su corriente de agua ascendente; este tipo de silo es interesante en zonas accidentadas o cuando el precio del terreno es muy elevado. En otros países se han realizado experiencias con silos a escala comercial. Una de ellas es la siguiente: un tanque cilíndrico de 5 metros de altura y 2,3 metros de diámetro; al mismo tiempo se instala una plataforma que lo mantiene elevado del suelo con una capacidad de unos 20.000 litros es alimentado por medio una bomba con 30 litros de agua por segundo. La renovación del agua es, por consiguiente, cada 11 minutos aproximadamente. El agua se introduce en el tanque por medio de un tubo central, que la deposita a 2° cm, de fondo del mismo, para ascender por el silo y evacuarse por su parte superior”. (Giraldo, 2007, p.34)

#### **Canales o tuberías particulares de suministro de agua para cada grupo de estanques**

“Las tuberías o canales que van a alimentar a cada grupo de estanques deben partir del embalse de decantación o distribución del agua. Si son tuberías debe estar provistas de llaves o válvulas dobles y si son canales deben poseer compuertas verticales graduadas. Para que el agua circule con facilidad se requiere una pendiente mínima de 4%. (Giraldo, 2007, p.34)

### **Canales de desagüe**

“Los canales de desagüe están en el lado opuesto a la entrada del agua.” La pendiente mínima indicada es del 6% para facilitar la salida de los residuos y el rápido vaciado del estanque cuando sea necesario. El agua procede de este desagüe irá a dar a la parte más baja del termo, donde se forma una especie de depósito y de aquí pasa al río o frente de agua. Sólo en caso de emergencia este volumen de agua se puede Re-oxigenar y por bombeo pasar a los estanques de engorde, solamente”. (Giraldo, 2007,p.34)

### **Instalaciones para el Cultivo:**

#### **Estanque**

Según, (Giraldo, 2007), afirma “Recinto cerrado donde se almacena y circula una determinada cantidad de recurso hídrico, con el fin de confinar a la trucha para lograr su crianza y desarrollo, ofreciendo alimento al pez”.

#### **Tipos de estanque**

**Estanque semi natural.** “Se llama así cuando un cuerpo de agua confinada sufre ciertos acondicionamientos por parte del hombre y se utiliza de preferencia aquel que se encuentra sobre terrenos arcillosos, a fin de evitar filtraciones”. (Giraldo, 2007, p.22)

**Estanque artificial.** “Este tipo de estanque está construido especialmente con fines piscícolas, puede ser a tajo abierto o con material de concreto armado (cemento, ladrillo, refuerzo de piedras, etc.)”. (Giraldo, 2007, p.22)

**Estanque de presa.** “ Se puede construir de forma embalse y también de una secuencia de estanque aprovechando un declive del terreno, también es conocido como estanque con dique o de interceptación, generalmente se instala en la parte más baja de un valle, contrayéndose un muro transversal que forma una pequeña presa de contención, el agua para este estanque proviene generalmente de un manantial o pequeños cursos de agua”. (Giraldo, 2007)

**Estanque de derivación.** “Se construye aprovechando las características topográficas del terreno, de tal manera que el agua que los abastece es derivada del río, riachuelo o manantial hacia los estanques mediante un canal”. (Giraldo, 2007, p.23). Según la topografía del terreno y cantidad de agua a utilizar dentro de los estanques de derivación se pueden clasificar en:

**Estanque de rosario o serie:** “se encuentra unos a continuación del otro, unido por un solo canal, el abastecimiento de agua se produce mediante la llegada del canal al primer estanque y el agua que sale de este ingresa la siguiente y así sucesivamente”. (Giraldo, 2007,p.23)

**Estanque en paralelo:** “Se construye uno al costado del otro en forma paralela presentando cada uno de ellos abastecimiento y desagüe, independiente que facilita la limpieza”. (Giraldo, 2007, p.23)

**Estanque mixto:** “Son estanques en paralela y continuos”. (Giraldo, 2007, p.23)

### Forma y tamaño de los estanques

Según, (Giraldo, 2007), menciona “depende de la topografía del terreno y de cada una de las etapas de crianza de trucha arcoíris, los estanques más utilizados pueden ser rectangulares o circulares. Los estanques de menores dimensiones se utilizan para la fase de alevinaje, medianos para juveniles y mayores para adultos y reproductores. Los estanques de tierra pueden tener cualquier tamaño, pero deben ser manejables frecuentemente tiene dimensiones de 30 metros de largo a 10 de ancho”.

### Dimensiones recomendadas de los estanques para cada una de las etapas:

**Tabla 7.** Dimensiones recomendadas de los estanques para cada una de las etapas

<b>Etapas biológica de la trucha</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Nivel del agua</b>
<b>Alevinos iniciales</b>	1,0-5,0	0,4-0,5	0,5-1,0	0,4-0,8
<b>Alevinos</b>	5,0-10,0	1,0-2,0	0,8-1,0	0,6-0,8
<b>Juveniles</b>	15-20	2,0-3,0	1,0-1,2	0,8-1,0
<b>Engorde</b>	25-30	3,0-5,0	1,0-1,2	0,8-1,0
<b>Reproductores</b>	30-40	4,0-5,0	1,5-2,0	1,2-1,5

*Nota.* Datos tomados de Crianza de truchas, a partir de Wilbert Eladio Liñán Giraldo.

### Limpieza y desinfección de estanques:

“En el caso de los estanques de concreto” deben ser limpiados una vez a la semana” pues así se mantiene un buen estado de salud de los peces.

La limpieza se realiza bajando la cantidad del agua a unos 50 cm, porque el movimiento de las truchas, la corriente del agua, puedan salir todos esos desperdicios y sedimentos acumulados en el fondo.

En el caso de los estanques de tierra ``deben ser desinfectados exponiéndolos al sol por 8 días, una vez al año, después de las cosechas``.

De la misma manera, se puede usar cal viva (controla: hongos, insectos, huevos y larvas), para desinfectar (80 gr por medio cuadrado) en estanques de ``tierra que hayan sido drenados y están húmedos``. Por otro lado, los residuos de alimento y sedimentos que están en el fondo de los estanques, ``aumenta la concentración de sustancias nocivas en el agua``. De esta manera disminuye la calidad, generando una baja salud de los peces hasta la mortalidad (FAO, 2014, p.28).

### **Mantenimiento del sistema de conducción de agua**

``La toma de agua, las tuberías y los canales de alimentación del agua deben ser inspeccionados diariamente para detectar problemas de fugas, rupturas o bloqueo del paso del agua, que puedan comprometer la llegada del agua a los diferentes estanques. La falla de agua por unos pocos minutos, puede causar altas mortalidades o predisponer a los peces para la aparición de enfermedades``(FAO, 2014,p.28).

## **Infraestructura Complementaria**

### **Almacén de alimento balanceado**

“Allí se va almacenar el alimento para la crianza de las truchas. Como es alimento balanceado debe ser diseñado y construido dependiendo de las condiciones ambientales del medio de crianza.

Para un eficiente manejo del almacén de alimentos, se debe realizar las siguientes acciones:

Se debe almacenar utilizando parihuelas de madera o de PVC, con una separación de los lotes para una óptima ventilación, para evitar que el alimento esté en contacto con el suelo húmedo.

Preparase para las épocas de lluvia, mantenimiento el techo en buen estado. Revisar las goteras y el estado de las canaleras colectoras.

Evitar el humedecimiento de los sacos de alimento ya que el agua será absorbida, formándose grumos con manchas que señalan la presencia de hongos.

No se debe permitir la entrada directa de los rayos del sol.

Almacenamiento por periodos cortos - Máximo recomendable 03 meses.

Se debe almacenar por tipo y tamaño de alimento: Inicio (1,), crecimiento (1,2,3), engorde (con pigmento, sin pigmento) e ir utilizando en la alimentación los lotes con fechas más antiguas.

Evitar arrastrar los sacos sobre superficies ásperas ya que se romperá debido a la fricción.

Proveer las necesidades de alimento y adquirir solamente lo que va a ser consumido en los dos meses siguientes.

Revisar constantemente las existencias ya que permitirá percatarse de las infestaciones por roedores o insectos y a la vez le dará una impresión sobre los lotes almacenados.

Aplicar el principio “ primero en llegar, primero en salir” con todos los tipos de alimento debidamente separados por lotes. No colocar las bolsas recién llegadas las que ya estaban antes en el almacén”. (Pesquero, 2014, p.21)

### **Oficina Administrativa**

Infraestructura con el fin de suministrar las actividades administrativas, sobre la producción; es de tamaño pequeño (12m<sup>2</sup> a 25m<sup>2</sup>). Puede ser construido en adobe revestido de yeso. (Pesquero, 2014, p.22)

### **Almacén de materiales acuícolas**

Pequeño almacén para los implementos y materiales que se utilizan en todo el proceso de la trucha. Su tamaño puede ser de 6 m<sup>2</sup> a 12 m<sup>2</sup>. Y se construya depende de los materiales que se tengan en la unidad productiva. (Pesquero, 2014, p.22)

### **Vivienda**

El predio de producción debe contar con una vivienda, “ dotada con las condiciones básicas par que se pueda vivir”. Como una habitación, cocina, servicios higiénicos. El tamaño puede ser de 20 m<sup>2</sup> hasta 30 m<sup>2</sup>. (Pesquero, 2014, p.22)

**Ventajas de la Piscicultura:**

El cultivo de peces proporciona una alimentación de alto valor nutritivo. El pescado es una fuente de proteína de alta calidad y mejor digestibilidad otras carnes. Estudios han demostrado que una dieta a base de pescado, disminuye los niveles de colesterol en el cuerpo. La grasa del pescado es insaturada, permitiendo que sea más bajo que otras carnes como son las carnes rojas. (Correa, 2003, p.17)

**Mejora la utilización del terreno porque diversifica la producción y permite utilizar suelos no aptos para otras labores.**

Hay estanques que los construyen en suelo fértiles y tiene mucha productividad, sin embargo, otros debido al entorno donde se encuentran deben construirlos en suelo no aptos incluso para la agricultura, cuando son muy pantanosos o húmedos como son el caso de las zonas montañosas que se dificulta la siembra, altos niveles de sal o en su defecto suelos muy arcillosos, tomando esto como una ventaja pues se puede realizar construcciones de estanque. Permitiendo usar los recursos que hay en el lugar, generando la integración de actividades pecuarias y agrícolas, diversificando la productividad a la granja, predio o unidad productiva. Por ejemplo, el agua que se utiliza para los estanques como vida y desarrollo de la trucha, se puede usar también para riego de huertas, consumo animal, uso doméstico. En el caso del cultivo, se puede llevar a cabo la selección por tamaño y número de peces que se desee. Incrementando así otra fuente de ingresos, al mismo tiempo que en el lugar donde se produce también se puede consumir el pescado, disminuyendo así la compra de otras carnes y por ende otros gastos (Correa, 2003, p.18).

### **Conservación de recursos naturales**

“El represamiento del agua y la acuicultura pueden contribuir significativamente a la conservación de los recursos naturales, especialmente el agua y el suelo”. Es importante aprovechar el agua, pero sobre todo ayudar a que no se desperdicie y se gaste, porque en muchos países se reutiliza el agua de escorrentía; como otros países que no le dan importancia a esta agua y que sí debería de implementarse, represarla para poderla almacenar y así generar un beneficio, puesto que en piscicultura se necesita de abundante recurso hídrico para los estanques. Ahora, bien, hay que tener en cuenta que “los estanques reducen el peligro de inundaciones río abajo y la erosión causada por la escorrentía, pues retiene el exceso de agua de las cuencas, y estos también mantiene la humedad del suelo y de esta forma, mantienen la vegetación” (Correa, 2003, p.19).

### **Ventajas del cultivo de trucha arcoíris:**

#### **Biológicas y Tecnológicas:**

Según (Aquino Martínez, Wordpress, 2019), menciona “la trucha es una especie que se puede cultivar en mayor parte en las zonas montañosas. Además, cuenta con tasas de crecimiento altas, que se permite hasta tener dos cosechas cada año (dependiendo de la producción). Existe tecnología diseñada especialmente para la trucha y que se adapta a este tipo de cultivo, y está hecha en cada una de las fases para asegurar el éxito en las actividades y genera una alta rentabilidad”.

**Económicas:**

Según (Aquino Martínez, Wordpress, 2019) afirma ‘‘Este cultivo no demanda la construcción de estanques o instalaciones de altos costos, así se puede ejecutar estanques rudimentarios que producen también rendimiento y rentabilidad. Tiene facilidad de cultivo y su impacto es bajo además su inversión puede ser mínima tanto para los inversionistas como los inversionistas como los productores. Así mismo, La uniformidad en tallas y que tiene también una calidad en a la carne hace que el producto sea llamativo y traiga clientes tanto nacional como internacional’’.

**2.4 Marco Legal**

La normatividad en la producción piscícola busca disminuir el impacto ambiental mejorando los recursos naturales y la aplicabilidad de las mismas en cada uno de los procesos productivos, garantizando la efectividad de dichas normas en los sistemas acuícolas.

- Ley 13 de 1990: Estatuto General de Pesca. Fedecua (2018)
- Decreto 1071 de 2015. Reglamenta el permiso del cultivo
- Resolución AUNAP 601 de 2012: establece requisitos y procedimientos para el trámite de los permisos de cultivo de recursos pesqueros.
- Resolución AUNAP 1352 de 2016: establece la clasificación de los acuicultores comerciales en el territorio Nacional.
- Decreto 561 de 1984: captura, procesamiento, transporte, expendio de los productos de la pesca.
- Resolución 064 de 2016 del ICA: establece requisitos para obtener el registro pecuario de los establecimientos de Acuicultura. Minagricultura (2016)

- Resolución 2674 Invima: Buenas Prácticas de Manufactura. MinSalud (2013)
- CAS: Licencia concesión de aguas.

### 3. Método

Para llevar a cabo la presente investigación , lo primero que se realizó fue investigar los requerimientos técnicos básicos para la construcción del módulo de trucha arcoíris de acuerdo a la información asociada en las bibliografía y descrita por varios autores, donde se despejaron dudas de cuáles son exigencias fundamentales para poder diseñar el módulo de producción que permita el buen funcionamiento del agua, del suelo, y el desarrollo de la trucha arcoíris, teniendo en cuenta la técnica que contribuya con el cuidado y la preservación del entorno y la sanidad animal.

Avanzando en este razonamiento, se determinó cuáles eran las exigencias primordiales par el módulo de producción, y se determinó lo que es básico para una producción de trucha que mantenga la calidad de peces en los estanques de manera adecuada, generando una alta producción rotacional escalonada.

Por consiguiente, se calcularon los costos tanto técnicos, como base para la fabricación de la infraestructura y de la producción que reúne los siguientes aspectos como son la cantidad de peces, su alimentación, número de empleados para realizar las labores, indumentaria para los empleados, el equipo para los oficios, entre otros y de esta forma, se pudo estudiar el análisis económico donde se presentó la rentabilidad del módulo, conociendo los detalles básicos para poder llevar acabo el diseño de un módulo básico y por ende probar si es viable el proyecto.

#### 4. Resultados

Mediante el proyecto se determinó que el diseño básico para un módulo de producción de trucha arcoíris es de 500 kilos mes, según la investigación realizada, operando de manera rotacional escalonada, de esta manera se requiere tener para la producción los siguientes parámetros, que hicieron parte para el cálculo de costos técnicos y de producción.

Con respecto a los cálculos de los costos, se presentó los parámetros de infraestructura, pues es la base para desglosar que cantidad se necesita para la ejecución del proyecto. De esta manera, los Parámetros técnicos de infraestructura en el cultivo de trucha, se manejaron 4 etapas del crecimiento de la trucha, a su vez, cada estanque tiene una forma específica para la crianza, desarrollo y cosecha, igualmente, hay un número determinado para la cantidad de estanques que se requieren para el cultivo, junto con sus áreas definidas.

#### Parámetros técnicos de infraestructura

**Tabla 8.** *Sistema de estanque*

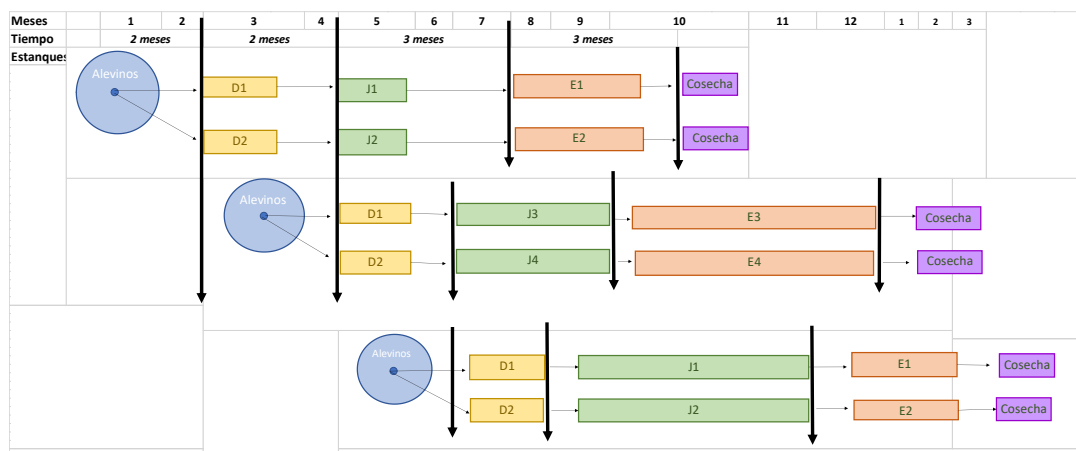
<b>Sistema de estanques</b>			
<b>Etapas</b>	<b>Forma</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medidas</b>
Alevinaje	circular	1	4 metros de diámetro y 0.60 metros de profundidad
Dedinos	rectangular	2	6 metros de largo, 1.5 metros de ancho y 0.90 metros de profundidad

			8 metros de largo, 2 metros de ancho y 0.90 metros de
Juveniles	rectangular	4	profundidad
			23 metros de largo, 2,5 metros de ancho y 1,0 metros
Engorde	rectangular	4	de profundidad

*Nota.* Datos calculados para el proyecto. Referencia de Piscicultura, por Helman Eduardo Cabra Correa,2003, 2023.

Por otro lado, los cálculos técnicos, detallaron la modalidad de siembra, crianza, desarrollo y cosecha que se implementó en los estanques, teniendo como base la etapa de la trucha y los meses en que se desarrolló, y se mostró la modalidad escalonada para el proyecto.

**Figura 16. Cálculos Técnicos**



*Nota.* La figura muestra los cálculos técnicos del proyecto, la manera en como son los estanques para las diferentes edades, la forma y el tiempo de siembra, desarrollo, engorde y cosecha.

Tomado de Piscicultura, a por Helman Eduardo Cabra Correa,2003, 2023.

### Sistemas Anexos

Los sistemas anexos, son aquellos que se necesitaron para la infraestructura hidráulica fueron la bocatoma, sedimentador, filtro, canal de conducción, que son indispensables para el proyecto, porque estos alimentan el agua a los estanques. También, una laguna de oxidación, donde se descargan todos los desechos, producto del sistema de producción. Hay que mencionar, además, que el almacén de materias acuícolas, la sala de sacrificio y un baño, que hicieron parte de la logística para poder mantener el orden y la inocuidad en el proyecto; además, cuenta con la cantidad necesaria de infraestructura y sus respectivas medidas.

**Tabla 9. *Sistemas Anexos***

<b>Sistema Anexos</b>		
<b>Infraestructura</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medidas</b>
<b>Hidráulica</b>		
Bocatoma	1	80 cm de largo, 80 cm de ancho, 80 cm de profundidad
Sedimentador	1	90 cm de largo, 90 cm de ancho, 90 cm de profundidad
Filtro	1	90 cm de largo, 90 cm de ancho, 90 cm de profundidad
Canal de conducción o acequia	1	100 metros de largo, 40 cm de ancho, 40 metros de profundidad
Laguna de oxidación en tierra	1	25 metros de largo, 4 metros de ancho, 1,5 metros de profundidad

Almacén de materiales acuícolas	1	3 metros de largo, 3 metros de ancho
Sala de proceso de sacrificio	1	4 metros de largo por 2 metros de ancho
Baño	1	2 metros de largo, 2 metros de ancho

*Nota. Datos calculados para el proyecto. Referencia de Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales a partir del Fondo Nacional de Desarrollo y Pesquero, 2014 y Piscicultura, por Helman Eduardo Cabra Correa, 2003.*

### Costos de Infraestructura

Los costos de Infraestructura por etapas, es vital para el proyecto, de esta manera se calculó cuánto cuesta los materiales para los estanques, la infraestructura hidráulica, sistemas anexos, mano de obra para todo lo mencionado anteriormente y laguna de oxidación mas mano de obra de la misma.

**Tabla 10. Materiales para el estanque de alevinos**

<b>Materiales para estanque de Alevinos</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medidas</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Total</b>
Arena	2	metros	\$ 120.000	\$ 240.000
Malla electrosoldada	4	metros	\$ 16.000	\$ 64.000
Ladrillo	150	unidad	\$ 1.500	\$ 225.000
Cemento	10	bultos	\$ 31.000	\$ 310.000
Triturado	1	metros	\$ 130.000	\$ 130.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 969.000</b>

*Nota.* Datos tomados de maestro de construcción, cotización.

**Tabla 11.** *Materiales para el estanque de dedinos*

<b>Materiales para estanque de Dedinos</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medidas</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Total</b>
Arena	3	metros	\$ 120.000	\$ 360.000
Malla electrosoldada	10	metros	\$ 16.000	\$ 160.000
Ladrillo	750	unidad	\$ 1.500	\$1'125.000
Cemento	20	bultos	\$ 31.000	\$ 620.000
Triturado	2	metro	\$ 130.000	\$ 260.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$2'525.000</b>
<b>Total, para los 2 estanques</b>				<b>\$5'050.000</b>

*Nota.* Datos tomados de maestro de construcción, cotización.

**Tabla 12.** *Materiales para el estanque de juveniles*

<b>Materiales para el estanque de Juveniles</b>					
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medidas</b>	<b>Precio por Unidad</b>	<b>Total</b>	<b>Número de estanques</b>
Arena	4	metros	\$120.000	\$480.000	
Malla electrosoldada	17	metros	\$16.000	\$272.000	
Ladrillo	1000	unidad	\$1.500	\$1'500.000	
Cemento	30	bultos	\$31.000	\$930.000	
Triturado	2	metro	\$130.000	\$260.000	
<b>TOTAL</b>				<b>\$3'442.000</b>	<b>4</b>
<b>Total, para los 4 estanques</b>				<b>\$13'768.000</b>	

*Nota.* Datos tomados de maestro de construcción, cotización.

**Tabla 13.** *Materiales para el estanque de engorde*

<b>Materiales para el estanque de Engorde</b>					
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medidas</b>	<b>Precio por Unidad</b>	<b>Total</b>	<b>Número de estanques</b>
Arena	7	metros	\$120.000	\$840.000	
Malla electrosoldada	31	metros	\$16.000	\$496.000	
Ladrillo	1500	unidad	\$1.500	\$2'250.000	
Cemento	40	bultos	\$31.000	\$1'240.000	
Triturado	4	metro	\$130.000	\$520.000	
<b>TOTAL</b>				<b>\$5'346.000</b>	<b>4</b>
<b>Total, para los 4 estanques</b>				<b>\$21'384.000</b>	

*Nota.* Datos tomados de maestro de construcción, cotización.

**Tabla 14.** *Sistemas Anexos*

<b>Sistemas Anexos</b>						
<b>Sistemas Anexos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medidas</b>	<b>Precio por Unidad</b>	<b>Total</b>	<b>Total, por sistema</b>
Bocatoma	Arena	0,5	metros	\$ 120.000	\$ 60.000	\$ 378.000
	Ladrillo	150	unidad	\$ 1.500	\$ 225.000	
	Cemento	3	bultos	\$ 31.000	\$ 93.000	
Sedimentador	Arena	0,5	metros	\$ 120.000	\$ 60.000	\$ 393.000
	Ladrillo	160	unidad	\$ 1.500	\$ 240.000	
	Cemento	3	bultos	\$ 31.000	\$ 93.000	
Filtro	Arena	0,5	metros	\$ 120.000	\$ 60.000	\$ 393.000
	Ladrillo	160	unidad	\$ 1.500	\$ 240.000	
	Cemento	3	bultos	\$ 31.000	\$ 93.000	
Canal de conducción o acequia	Arena	12	metros	\$ 120.000	\$1'440.000	\$5'480.000

	Piedra	12	metros	\$ 130.000	\$ 1'560.000	
	Cemento	80	bultos	\$ 31.000	\$ 2'480.000	
Almacén de materiales acuícolas	Arena	6	metros	\$ 120.000	\$ 720.000	\$ 3'090.000
	Ladrillo H10	720	unidad	\$ 2.000	\$ 1'440.000	
	Cemento	30	bultos	\$ 31.000	\$ 930.000	
Sala de proceso y deshuesado	Arena	4	metros	\$ 120.000	\$ 480.000	\$ 3'470.000
	Ladrillo	160	unidad	\$ 1.500	\$ 240.000	
	Varilla de 3/8	32	unidad	\$ 25.000	\$ 800.000	
	Varilla de 7 ml	32	unidad	\$ 25.000	\$ 800.000	
	Alambre negro	25	kg	\$ 15.000	\$ 375.000	
	Cemento	25	bulto	\$ 31.000	\$ 775.000	
<b>TOTAL</b>						<b>\$13'204.000</b>

*Nota.* Datos tomados de maestro de construcción, cotización.

**Tabla 15.** Costos de Mano de obra para todos los estanques

Mano de obra para los estanques					
	Cantida d	Número de Meses	Número de semanas	de Precio por semana de trabajo	Total
Maestro de construcción	1	3	12	\$500.000	6'000.000
Obreros	2			\$300.000	7'200.000
Adicional				\$3'000.000	
<b>TOTAL</b>					<b>16'200.000</b>

*Nota.* Datos tomados de maestro de construcción, cotización.

**Tabla 16.** Costos para realización de la laguna de oxidación en Tierra

Costos para realización de la laguna de oxidación en Tierra				
Medidas	Cantidad de días	Precio Jornal	Cantidad de Jornales	Total
5 mts largo, 3 mts ancho y 1 mts de profundidad	16	\$40.000	12	\$480.000

*Nota.* Datos tomados de trabajador (jornalero), cotización.

#### Cuadro Resumen de Costos de Infraestructura

El cuadro resumen, mostró los costos, para tener un contexto más específicos de los costos de infraestructura.

**Tabla 17.** Cuadro Resumen de costos de Infraestructura

Cuadro Resumen de Costos de Infraestructura			
Infraestructura	Cantidad	Precio Unitario	Total
Alevinos	1	\$969.000	\$969.000
Dedinos	2	\$2'525.000	\$5'050.000
Juveniles	4	\$3'445.000	\$13'768.000
Engorde	4	\$5'346.000	\$21'384.000
Sistemas Anexos	6	--	\$13'204.000
Mano de obra	--	--	\$16'200.000
Laguna de oxidación de tierra	12	\$40.000	\$480.000
<b>TOTAL</b>	---	---	<b>\$71'055.000</b>

*Nota.* Datos tomados agropecuarias, maestro de construcción y trabajador (jornalero).

### Parámetros técnicos de producción

Los parámetros técnicos de producción, son aquellos que son indispensables para el proyecto. Se mostró los parámetros esenciales para poder tener una producción adecuada necesaria para el diseño del proyecto.

A su vez, con respecto a cada siembra, requiere un estanque en la fase de alevinaje, dos para dedinaje, dos para juveniles y dos para engorde, y por ende el ciclo de producción es de 10 meses cuantificado en 2 meses en alevinaje, 2 meses en dedinaje, 3 meses en juveniles, 3 meses en engorde; así mismo, las siembras bimensuales de 4500 alevinos, cuya cosecha es mensual de 500 kilos trucha entera deshuesada.

**Tabla 18.** *Parámetros técnicos de producción*

<b>Parámetros técnicos de producción</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Medidas</b>
Cantidad de agua	
Temperatura del agua	12-18°C
Densidad de siembra en alevinaje	360 p/m <sup>3</sup>
Densidad de siembra para dedinos	115 p/m <sup>3</sup>
Densidad de siembra para juveniles	65 p/m <sup>3</sup>
Densidad de siembra final de cosecha	40 p/m <sup>3</sup>
Peso de siembra en alevinaje	3gr

Índice de mortalidad total	19%
Índice de conversión alimenticia	1,80%
Porcentaje de pérdida por evisceración y deshuesada	18%
Peso final de cosecha para comercializar: 250 gr	250 gr
Precio de venta	\$17.000 kg

*Nota.* Datos tomados de Piscicultura, por Helman Eduardo Cabra Correa, 2003.

### Cálculos de producción para el proyecto

Los cálculos producción para el proyecto, permitieron tener una base tanto de la infraestructura (número de estanques y el área de los estanques), como de producción (densidad de siembra de la trucha, peso promedio, número de peses y duración de meses de la producción).

**Tabla 19.** *Cálculos de producción para el proyecto*

Cálculos producción para el proyecto						
Fase	Densidad/siembra	Peso promedio	Número de estanques	Área de estanques	Número de Peces	Duración Producción meses
Alevinos	360/m <sup>2</sup>	15 gr	1	12,5	4500	2
Dedinos	115/m <sup>2</sup>	90 gr	2	9	2025	2
Juveniles	65/m <sup>2</sup>	180 gr	4	15	1923	3
Engorde	40/m <sup>2</sup>	325 gr	4	27	1890	3

*Nota.* Datos obtenidos de Piscicultura, por Helman Eduardo Cabra Correa, 2003

**Costos de materia prima:**

Estos cálculos ayudaron a conocer los costos de la materia prima que se va a invertir en cada etapa de la trucha y al mismo tiempo el valor total de producción por lote.

**Tabla 20.***Costos de Materia prima*

<b>Costos de Materia prima</b>				
<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medidas</b>	<b>Precio por Unidad</b>	<b>Total</b>
Alevinos	4500	gr	\$200	\$900.000
<b>Alimento por etapas</b>				
Alevinaje	2	bultos (40 Kg)	\$187.000	\$374.000
Dedinos	10	bultos (40Kg)	\$164.500	\$1'645.000
Juveniles	14	bultos(40Kg)	\$155.000	\$2'170.000
Engorde	25	bultos(40Kg)	\$135.000	\$3'375.000
<b>Total, producción por lote</b>				<b>\$8'464.000</b>

*Nota.* Datos obtenidos de Agropecuaria

**Otros Costos**

Fueron los que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del proyecto completo en la parte de producción, como los servicios públicos, utensilios, herramientas, indumentaria.

**Tabla 21. Otros Costos**

Otros Costos				
Costos	Cantidad	medidas	Precio por unidad	Total
<b>Servicios Públicos</b>				
Agua	12	meses	--	\$25.000
Electricidad	12	meses	--	\$120.000
<b>Utensilios</b>				
cuchillo	3	unidad	10.000	30.000
tabla	3	unidad	12.000	36.000
<b>Herramientas</b>				
Red	2	unidad	45.000	90.000
Balde	4	unidad	15.000	60.000
canastas	10	unidad	35.000	350.000
<b>Indumentaria</b>				
Botas	3	pares	50.000	150.000
Overol	3	pares	70.000	210.000
Guantes	30	pares	1.500	45.000
Tapabocas	30	unidad	500	15.000
Gorro desechable	30	unidad	500	15.000
Gorra	3	unidad	10.000	30.000
Delantal	3	unidad	17.000	51.000
<b>Total</b>	--	--	--	1'227.000

*Nota.* Datos obtenidos de la parte administrativa y productiva del proyecto.

**Costos mano de obra para la producción:**

Fueron los empleados que se contrataron para el desarrollo del proyecto

**Tabla 22.** *Costos mano de obra para la producción*

<b>Costos Mano de obra producción por lote</b>				
<b>Empleado</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Número de Meses</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
Administrador	Completo	12	1'543.000	\$18'217.200
Operario 1	Jornal	4 veces	40.000 x día	\$160.000
Operario 2	Jornal	4 veces	40.000 x día	\$160.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$18'537.200</b>

*Nota.* Datos obtenidos del salario mínimo que obtiene un empleado y trabajador (jornalero), en el año 2023.

Cuadros Resumen del primer y segundo año, se expuso todo lo que se requiere para la producción, teniendo en cuenta la diferencia que hay en el primer año y en el segundo.

**Tabla 23.** *Cuadro resumen de requerimientos de producción por lote, primer año*

<b>Cuadro resumen de requerimientos de producción por Lote primer año</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Precio</b>		
			<b>unitario</b>	<b>Precio total</b>	<b>Total</b>
Materia Prima	4500	unidad	200	0	\$900.000

Alimento por etapa	51	bultos	0	\$7'564.000	\$7'564.000
Servicios Públicos	12	meses	0	0	\$145.000
Utensilios	2	unidad	0	\$66.000	\$66.000
Herramientas	16	unidad	0	\$500.000	\$500.000
Indumentaria	15	unidad	0	\$516.000	\$516.000
Administrador	1	x lote	0	\$1'543.100	\$9'258.600
Operarios	2	x lote	0	\$160.000	\$640.000
<b>Total, de producción</b>					<b>\$19'589.600</b>

*Nota.* Datos obtenidos de agropecuaria, servicio de energía eléctrica, acueducto veredal, cristalería, salario mínimo año 2023 y jornales.

**Tabla 24.** Cuadro resumen de requerimientos de producción por lote, segundo año

<b>Cuadro resumen requerimientos de producción por Lote, segundo año</b>					
	<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>	<b>Total</b>
Materia Prima	4500	unidad	200	0	\$900.000
Alimento para todo el lote	51	bultos	0	\$7'564.000	\$7'564.000
Servicios Públicos	12	meses	0	0	\$145.000

Utensilios	2	unidad	0	\$66.000	\$66.000
Herramientas	16	unidad	0	\$500.000	\$500.000
Indumentaria	15	unidad	0	\$516.000	\$516.000
Administrador	1	x lote	0	\$1'543.100	\$3'086.200
Operarios	2	x lote	0	\$160.000	\$1'920.000
<b>Total, de producción segundo año</b>					<b>\$14'697.200</b>

*Nota.* Datos obtenidos de agropecuaria, servicio de energía eléctrica, acueducto veredal, cristalería, salario mínimo año 2023 y jornales.

### Costos de Producción primer año

Costos de Producción del primer año, fue necesario calcularlo para poder tener un promedio del costo que se generó en el primer año; puesto que es el año de inversión y por ende no hay mayor producción, sino dos lotes.

**Tabla 25.** *Costos primer año de producción*

Costos Primer año de Producción							
Dos Lotes	Alevinos	Alimento	Indumentaria	Administrador	Operarios	Servicios Públicos	Total
<b>Lote 1</b>	\$900.000	\$7.564.000	\$516.000	\$9.107.100	\$320.000	\$85.000	\$18.492.100
<b>Lote 2</b>	\$900.000	\$7.564.000	\$70.000	\$9.107.100	\$320.000	\$60.000	\$18.021.100
<b>Totales</b>	\$1.800.000	\$15.128.000	\$586.000	\$18.214.200	\$640.000	\$145.000	<b>\$36.513.200</b>

*Nota.* Datos obtenidos de tabla de costos de materia prima, otros costos, mano de obra para la producción por lote.

### Costos de Producción segundo año

Costos de Producción del Segundo año, se calculó, tomando como base el segundo lote del primer año, puesto que hay unos costos que bajan, porque son necesarios únicamente para la inversión y por ende para volver a adquirirlos, se demoraría unos cuantos años (indumentaria).

**Tabla 26.** *Costos segundo año de producción*

Costo Segundo año de Producción							
Número de Lotes	Alevinos	Alimento	Indumentaria	Administrador	Operarios	Servicios Públicos	Total
Lote 1	\$900.000	\$7.564.000	\$70.000	\$3.036.200	\$320.000	\$45.000	\$11.925.200
Lote 2	\$900.000	\$7.564.000	\$70.000	\$3.036.200	\$320.000	\$20.000	\$11.910.200
Lote 3	\$900.000	\$7.564.000	\$70.000	\$3.036.200	\$320.000	\$20.000	\$11.910.200
Lote 4	\$900.000	\$7.564.000	\$70.000	\$3.036.200	\$320.000	\$20.000	\$11.910.200
Lote 5	\$900.000	\$7.564.000	\$70.000	\$3.036.200	\$320.000	\$20.000	\$11.910.200
Lote 6	\$900.000	\$7.654.000	\$70.000	\$3.036.200	\$320.000	\$20.000	\$12.000.200
	\$5.400.000	\$45.474.000	\$420.000	\$18.217.200	\$1'920.000	\$145.000	<b>\$71.576.200</b>

*Nota.* Datos obtenidos de tabla de costos del primer año de producción (lote 2), materia prima, otros costos, mano de obra para la producción por lote.

### Inversión Inicial

La inversión inicial, son los costos que se necesitan para empezar el proyecto. Lo que se calculó para el primer año; aunque solo haya dos producciones, se debe pagar administrador, operarios, utensilios y equipos necesarios para la producción.

**Tabla 27.** *Requerimientos para la Inversión Inicial*

Inversión Inicial	
Inversión	Valor
Infraestructura	\$71.055.000

<b>Materiales y Equipo</b>	\$1.007.000
<b>Costos Primer año</b>	\$36.513.200
<b>Total</b>	\$108.575.200

*Nota.* Datos obtenidos de tabla resumen de costos de infraestructura, otros costos (‘solo algunos materiales y equipo), costos primer año.

### Balance 1

El balance se realizó con el fin de promediar cuantos fueron los egresos y al mismo tiempo, hacer un estimado de ventas (con precio), para poder calcular la ganancia o pérdida del proyecto y por ende definir si es viable.

**Tabla 28.** *Balance Estimación de Ingresos y Egresos en el primer año*

<b>Balance primer año</b>	
<b>Balance estimado</b>	<b>Valor</b>
Costo de producción por lote, primer año	\$18.256.600
Precio venta por Kg de trucha fresca, en la finca	\$17.000
Proyección estimada de Ventas por lote	1000 kg
Ingresos netos por lote	\$17.000.000
Ganancia por lote	-\$54.576.200

*Nota.* Datos obtenidos de costos de producción primer año, análisis general de mercado (para calcular el precio de la trucha), proyección estimada de ventas por lote, ingresos proyectados por venta y ganancia adquirida haciendo la diferencia entre los Ingresos y Egresos.

**Balance 2**

El balance se realizó con el fin de poder calcular un promedio de cuánto costó el proyecto en el segundo año. Lo que se realizó fue una estimación que proyecta venta por lote; teniendo en cuenta los ingresos obtenidos y los egresos que se tuvieron en ese segundo año para la continuación del proyecto y definir si es viable el diseño.

**Tabla 29.** *Balance Estimación de Ingresos y Egresos en el primer año*

<b>Balance segundo año</b>			
<b>Balance proyectado</b>	<b>Valor</b>	<b>Por 6 lotes</b>	<b>Valor total por 6 lotes</b>
Costo por producción por lote, segundo año	\$11.929.366	6	\$71'576.196
Precio venta por Kg de trucha fresca, en la finca	\$17.000	\$17.000	
Proyección de Ventas por lotes	1000 Kg	6000 Kg	
Ingresos netos por los lotes	\$17.000.000	6	\$102'000.000
Ganancia por lotes	\$5.070.634	6	<b>\$30'423.804</b>

*Nota.* Datos obtenidos de costos de producción segundo año, proyección estimada de ventas por los 6 lotes (año 2), ingresos proyectados por venta de los 6 lotes y ganancia adquirida haciendo la diferencia entre los Ingresos y Egresos.

Analizando los resultados son favorables, porque se puede tomar el diseño y hacerlo de manera escalonada o se puede realizar completamente la inversión inicial, además que es viable porque genera una ganancia en corto tiempo y por ende se define que es un proyecto rentable.

### **Discusión**

Una de las implicaciones que arrojó esta investigación fue el diseño de un módulo básico para cultivar trucha, con el fin de analizar si es viable realizarlo en la finca y por ende que conllevara a una oportunidad para el sostenimiento familiar y además como fuente de empleo y el beneficio para el consumidor final.

## 5. Conclusiones

Se pudo determinar que el diseño de un módulo básico de trucha necesariamente debe producir 500 truchas al mes o 1000 truchas por lote; aunque el primer año no haya tantas ganancias, estuvo pago las labores de producción y en el segundo año ya se observó las ganancias de producción, teniendo en cuenta que entre más cantidad de lotes se produzca, mayor será la ganancia.

Se pudo estimar el proyecto en el primer año (inversión inicial), hasta el segundo año (producción constante anual), de esta manera se determinó que el diseño se adapta perfectamente a las necesidades y extensiones que se requieran hacer a futuro, puesto que es un diseño rotacional escalonado.

Se concluye que el proyecto es totalmente viable y rentable, porque se calcularon los costos técnicos y de producción, generando así un resultado positivo, porque en el segundo año se empieza generar ingresos de producción y puede ejecutarse con inversiones escalonadas perfectamente.

### Referencias Bibliográficas

- Hernández Cruz, L., Cano Estrada, A., & Trejo García, C. (05 de julio de 2016). *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*. Obtenido de Reportes de investigación o prácticas: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/xikua/article/view/339>
- (FONDEPES), F. N. (Octubre, 2014). *Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales*. Lima, Perú: FONDEPES “Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú”.
- Aquino Martínez, G. (2019). MANUAL BÁSICO PARA EL CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) Manual de capacitación para la participación comunitaria GEM. En G. Aquino Martínez, & M. Hernández (Ed.), *MANUAL BÁSICO PARA EL CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS (Oncorhynchus mykiss) Manual de capacitación para la participación comunitaria GEM* (pág. 7;11). Oaxaca, México.
- Aquino Martínez, G. (febrero de 2019). *Wordpress*. Obtenido de <https://lebascom.files.wordpress.com/2019/02/manual-basico-del-cultivo-de-la-trucha-arco-iris.pdf>
- contributors, E. (09 de mayo de 2018). *Departamento de Santander (Colombia)*. Obtenido de [http://www.ecured.cu/Departamento\\_de\\_Santander\\_\(Colombia\)](http://www.ecured.cu/Departamento_de_Santander_(Colombia))
- Correa, H. E. (2003). *Piscicultura*. Bucaramanga: Instituto de Educación a Distancia.
- FAO. (2014). *Manual práctico para el cultivo de trucha arcoíris*. Guatemala: FAO.

Giraldo, W. E. (2007). *Crianza de Truzas* . Paseo de la Republica- Miraflores, Perú.: Empresa Editor Marco EIRL.

Larousse. (2023). *Diccionario enciclopédico usual* . Bogotá: Ediciones Larousse.

Maraver, L. A. (2013). *El Cultivo de la Trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)*. Madrid, España: FUNDACIÓN OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA.

Martínez, G. A. (s.f.). *Manual Básico para el Cultivo de Trucha Arcoíris (Oncorhynchus mykiis)*.

Pesquero, F. N. (2014). *Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales*. Lima, Perú: FONDEPES.

Vimifos. (febrero de 2020). *Manual Práctico Vimifos truchas. pdf*. Obtenido de <https://pgh.com.mx/wp-content/uploads/2020/02/manual-practico-vimifos-truchas.pdf>