

Evaluar el Comportamiento de Crecimiento de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) Bajo un Modelo de Cubierta Utilizando Tanques plásticos en el Municipio de Barbosa, Vereda Santa Rosa, del Departamento de Santander Colombia, para el Año 2022

Leonardo Fabio Ariza Güiza

Trabajo de Grado para Optar el Título de Administrador Agroindustrial

Director

Carlos Aníbal Vásquez Cardozo

Maestro en Ciencias en Sistemas de Producción Animal

Universidad Industrial de Santander “UIS”

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia “IPRED”

Administración Agroindustrial

Bucaramanga

2022

### **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado a mi esposa Tatiana, también, a mis hijos Matías y Tomas, ya que ellos han sido bastión fundamental para el logro de mis objetivos.

### **Agradecimientos**

Gracias a mis padres por el apoyo incondicional, a mi esposa e hijos por la paciencia y acompañamiento en este proceso de formación, al profesor Carlos Aníbal Vásquez Cardozo como director del proyecto por su inigualable actitud positiva frente al proceso educativo y por estar siempre a disposición de sus estudiantes, y agradezco a la Universidad Industrial de Santander (UIS) por brindarme el espacio para cumplir el sueño de ser profesional.

## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	11
1. OBJETIVOS .....	13
1.1 Objetivo General.....	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. CUERPO DEL TRABAJO.....	14
2.1 Marco Referencial.....	14
2.1.1 Marco contextual.....	14
2.1.2 Marco conceptual.....	18
2.1.3 Marco legal .....	19
2.1.4 Marco teórico.....	21
2.2 Método. ....	22
2.2.1 Paradigma de investigación .....	22
2.2.2 Enfoque de investigación .....	23
2.2.3 Metodología.....	23
2.2.4 Población y muestra .....	28
2.2.5 Instrumentos y técnicas de investigación .....	29
2.2.7 Resultados.....	32
3. CONCLUSIONES.....	45
4. RECOMENDACIONES.....	47

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LOS EJEMPLARES DE TILAPIA ROJA DE LA GRANJA PISCÍCOLA KALLUUN	5
---	---

BIBLIOGRAFÍA.....	48
-------------------	----

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Tabla de alimentación para Tilapia utilizada.....	26
<b>Tabla 2.</b> Cronograma de actividades .....	27
<b>Tabla 3.</b> Equipos y materiales utilizados para la investigación.....	29
<b>Tabla 4.</b> Monitoreos de la temperatura del agua de T1 y T2 .....	34
<b>Tabla 5.</b> Monitoreos del pH del agua de T1 y T2.....	35

### Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Producción mundial de Tilapia cultivada con precios representativos de importación a los Estados Unidos para filetes congelados (línea roja), 1992 a 2021e .....	15
<b>Figura 2.</b> Marco normativo del permiso de cultivo .....	20
<b>Figura 3.</b> Siembra de los alevinos de Tilapia Roja ( <i>Oreochromis sp</i> ).....	25
<b>Figura 4.</b> Aclimatación de los alevinos a la temperatura del agua de los tanques del estudio .....	25
<b>Figura 5.</b> Monitoreo de pH y temperatura del agua T1 .....	27
<b>Figura 6.</b> Monitoreo de pH y temperatura del agua T2 .....	28
<b>Figura 7.</b> Tipo de tanque utilizado para la investigación.....	30
<b>Figura 8.</b> Soplador de diafragma en combo utilizado en la investigación.....	31
<b>Figura 9.</b> Medidor de pH y temperatura digital.....	31
<b>Figura 10.</b> Análisis de la temperatura del agua de T1 y T2.....	33
<b>Figura 11.</b> Análisis del pH del agua de T1 y T2 .....	37
<b>Figura 12.</b> Calibración de la báscula .....	38
<b>Figura 13.</b> Pesaje de los peces de T1 .....	38
<b>Figura 14.</b> Pesaje de los peces de T2.....	39
<b>Figura 15.</b> Calibración de la báscula pesaje dos .....	40
<b>Figura 16.</b> Pesaje dos de los peces de T1.....	40
<b>Figura 17.</b> Pesaje dos de los peces de T2.....	41
<b>Figura 18.</b> Calibración de la báscula pesaje tres .....	42
<b>Figura 19.</b> Pesaje tres de los peces de T1 .....	42

**Figura 20.** Pesaje tres de los peces de T2 .....43

**Figura 21.** Análisis estadístico del peso promedio de los peces en los tres pesajes .....44

## Resumen

**Título:** Evaluar el comportamiento de crecimiento de la tilapia roja (*oreochromis sp*) bajo un modelo de cubierta utilizando tanques plásticos en el municipio de Barbosa, vereda Santa Rosa, del departamento de Santander Colombia, para el año 2022

**Autor:** Leonardo Fabio Ariza Güiza

**Palabras Clave:** Tilapia roja (*oreochromis sp*), piscicultura, temperatura del agua, talla, peso

**Descripción:** El presente trabajo de titulación expone la investigación realizada en la vereda Santa Rosa, del municipio de Barbosa, departamento de Santander, Colombia, a las variaciones de temperatura y pH del agua del sistema productivo de la granja piscícola Kalluun, el cual consiste en comparar dichas variaciones de temperatura y pH del agua de dos tanques de los cuales uno de ellos está cubierto con una estructura plástica (T1) y el otro esta descubierto al aire libre (T2), además de las variaciones de temperatura y pH del agua de los tanques T1 y T2, se observó el comportamiento de los ejemplares de tilapia roja (*oreochromis sp*) sembrados en estos tanques, midiendo el peso de estos ejemplares y determinando las diferencias de los dos tanques involucrados en el proyecto de investigación.

Los resultados obtenidos tendrán una incidencia significativa en la región, ya que estos podrán ser utilizados como guía en la toma de decisiones de nuevos proyectos o de proyectos que ya estén en funcionamiento, en lo referente a la importancia de incrementar la temperatura del agua de los sistemas productivos dedicados a la explotación piscícola de tilapia roja (*oreochromis sp*).

La participación de los sistemas productivos de tilapia roja en la producción piscícola del país es muy alta, por esta razón, este tipo de investigaciones son de gran importancia para fortalecer aún más este sector.

---

Evaluar el Comportamiento de Crecimiento de la Tilapia Roja (*oreochromis sp*) Bajo un Modelo de Cubierta Utilizando Tanques plásticos en el Municipio de Barbosa, Vereda Santa Rosa, del Departamento de Santander Colombia, para el Año 2022

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia - Posgrado y Pregrado - IPRED. Director: Carlos Anibal Vásquez Cardozo.

### **Abstract**

**Title:** Evaluate the growth behavior of red tilapia (*oreochromis sp*) under a cover model using plastic tanks in the municipality of Barbosa, Santa Rosa district, department of Santander Colombia, for the year 2022

**Author:** Leonardo Fabio Ariza Güiza

**Key Words:** Red tilapia (*oreochromis sp*), fish farming, water temperature, size, weight

**Description:** The present titling work exposes the investigation carried out in the village of Santa Rosa, in the municipality of Barbosa, department of Santander, Colombia, to the variations in temperature and pH of the water of the production system of the Kalluun fish farm, which consists of comparing said variations in temperature and pH of the water in two tanks, one of which is covered with a plastic structure (T1) and the other is exposed to the open air (T2), in addition to the variations in temperature and pH of the water in the tanks T1 and T2, the behavior of the specimens of red tilapia (*oreochromis sp*) stocked in these tanks was observed, measuring the weight of these specimens and determining the differences between the two tanks involved in the research project.

The results obtained will have a significant impact on the region, since they can be used as a guide in decision-making for new projects or projects that are already in operation, regarding the importance of increasing the water temperature of the productive systems dedicated to the fish farming of red tilapia (*oreochromis sp*).

The participation of red tilapia production systems in the country's fish production is very high, for this reason, this type of research is of great importance to further strengthen this sector.

---

Evaluar el Comportamiento de Crecimiento de la Tilapia Roja (*oreochromis sp*) Bajo un Modelo de Cubierta Utilizando Tanques plásticos en el Municipio de Barbosa, Vereda Santa Rosa, del Departamento de Santander Colombia, para el Año 2022

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia - Posgrado y Pregrado - IPRED. Director: Carlos Aníbal Vásquez Cardozo.

## Introducción

“La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae Originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento” (Legua, 2013).

“El desarrollo de este híbrido permitió obtener muchas ventajas sobre otras especies, como alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento rápido, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura y coloración de carne, con muy buena aceptación en el mercado” (Legua, 2013).

La tilapia roja es considerada uno de los peces con mayor futuro comercial, debido a su corto período de crecimiento y a su alta adaptabilidad a los ambientes de producción a los que se enfrenta. La importancia de la cadena de la tilapia radica en su representatividad para el agro en el país, cuya capacidad está representada por el aumento en sus niveles de producción, en la generación de empleo rural y en su potencial exportador, lo que la ha posicionado como una de las cadenas más promisorias (Vásquez-Salazar et al., 2014).

En el municipio de Barbosa, en la vereda Santa Rosa del departamento de Santander, no se encuentran las características ideales de temperatura para la producción comercial de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), “ya que su temperatura promedio oscila entre los 12 – 25 grados centígrados” (Spark, s.f.), por tal razón, es indispensable implementar sistemas de producción donde se pueda aumentar la temperatura del agua.

El proyecto “Granja Piscícola Kalluun” quiere identificar las variaciones de la temperatura del agua del sistema productivo, también, desea estabilizar dichas temperaturas utilizando un

modelo bajo cubierta, garantizando con esto pequeñas variaciones de temperatura del agua del sistema en el día y la noche.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Evaluar los efectos que se producen en la temperatura del agua, también, en el crecimiento y desarrollo de los peces de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) mediante la implementación de un modelo bajo cubierta en el sistema de producción de la “Granja Piscícola Kalluun” en el municipio de Barbosa, vereda Santa Rosa del departamento de Santander, Colombia.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Describir los cambios de temperatura del agua del sistema de producción de la “Granja Piscícola Kalluun” en el día y en la noche, realizando muestreos de temperatura del agua durante 2 meses.
- Identificar el peso promedio de los peces de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) en tres pesajes distribuidos en un lapso de dos meses.
- Analizar el peso final de la biomasa a los 2 meses de iniciado el estudio.

## **2. Cuerpo del Trabajo**

### **2.1 Marco Referencial**

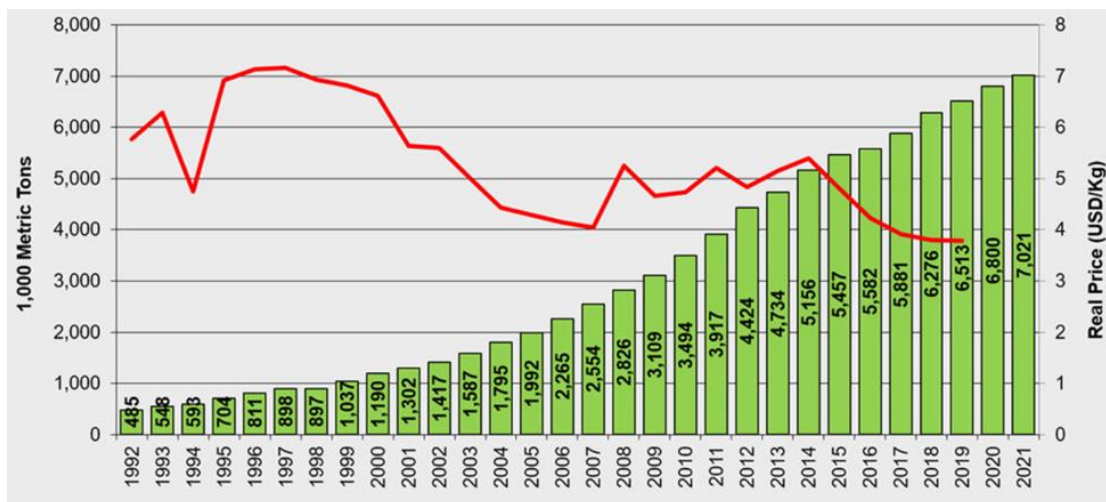
#### ***2.1.1 Marco contextual***

El proyecto “Granja Piscícola Kalluun” se llevará a cabo en el municipio de Barbosa, vereda Santa Rosa del departamento de Santander, Colombia. Este municipio tiene una posición geográfica estratégica ya que su corredor vial lo comunica fácilmente con todo el país, en especial con la capital Bogotá.

En el contexto internacional, la producción de Tilapia es el sector piscícola más difundido a nivel mundial. Se esperaba que la producción en el año 2020 alcanzara 6,8 millones de toneladas métricas, un crecimiento del 4.18 por ciento en comparación con el año 2018, a pesar de las pérdidas significativas por enfermedades (alrededor de 300.000 toneladas métricas, o MT, debido a infecciones por *Streptococcus* spp.) reportadas para Asia y con un costo aproximado de 500 millones de dólares en valor perdido (Global Aquaculture Alliance, 2020).

Para el año 2021, se esperaba que la producción mundial de Tilapia cultivada volviera a crecer alrededor de un 4.31 por ciento y alcanzara 7.021 millones de TM. Esto sigue siendo significativamente más bajo que la tasa de crecimiento promedio durante el período comprendido entre los años 2010 y 2019, que fue del 7,7 por ciento (Global Aquaculture Alliance, 2020).

**Figura 1.** Producción mundial de Tilapia cultivada con precios representativos de importación a los Estados Unidos para filetes congelados (línea roja), 1992 a 2021e



*Nota.* Reproducida de gráfico de Producción mundial de Tilapia cultivada con precios representativos de importación a los Estados Unidos para filetes congelados (línea roja), 1992 a 2021e, Global Aquaculture Alliance, 2020 (<https://www.globalseafood.org/advocate/goal-2019-revision-y-pronostico-de-la-produccion-mundial-de-peces/>)

En el ámbito nacional, la Tilapia y la trucha colombiana cada vez se expanden a más mercados. De hecho, Colombia se posicionó en 2018 como el primer proveedor de Tilapia fresca de Estados Unidos, repuntó en mercados como Perú y Canadá. Además, ese año entró por primera vez a Islandia (Procolombia, 2019).

Ahora, y para continuar con esa senda de crecimiento, el país suramericano apunta a nuevos mercados como el europeo, en donde hay demanda por el producto, así como en algunos

países asiáticos y latinoamericanos, entre ellos Japón, Corea del Sur, Aruba, Chile, Honduras, Panamá y Curazao (Procolombia, 2019).

Colombia cuenta con un clima estable que permite la producción durante todo el año en gran parte del territorio nacional. Un país que tiene múltiples y diversos ecosistemas hidrológicos marinos, de agua dulce y salobre, y una amplia variedad de condiciones climáticas relativamente estables, esta riqueza se traduce en uno de los más altos índices de biodiversidad y la mayor diversidad de peces en el planeta. La Tilapia roja representa el 61,25% de la producción piscícola colombiana, la trucha el 15,35% y la cachama el 20,15% (Procolombia, 2019).

“En este mismo año, las exportaciones colombianas de productos acuícolas y pesqueros alcanzaron los 115,8 millones de dólares, presentando un crecimiento del 23,5%. Los principales destinos fueron Estados Unidos, Francia y España” (Procolombia, 2019).

En el contexto departamental, “Santander y el Magdalena Medio cuentan con un recurso hídrico para el desarrollo pesquero en cautiverio que envidiaría los proyectos de Betania, en el Huila, que se han caracterizado por ser los mayores cultivadores de Tilapia para exportación del país. “La región nororiental del país (Santander y Norte de Santander) tiene una riqueza hídrica muy grande, superior a Cauca, Antioquia y Boyacá, que son los fuertes productores de trucha” (Riaño Pacanchique, 2017).

Estudios preliminares adelantados por Fedecua dan cuenta de que en los embalses de Santander y Norte de Santander se tendría un potencial de producción en piscicultura que podría estar entre las 15.000 y las 20.000 toneladas al año. En el departamento se tiene agua

en todos los pisos térmicos, lo que permite el cultivo de peces apetecidos por el mercado externo, como lo son la Tilapia y la trucha.

La AUNAP – Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, indica que en el Magdalena Medio se tienen fuentes hídricas permanentes y de gran importancia, como por ejemplo las contenidas en los ríos La Miel, Negro, Carare, Opón, Cimitarra, Sogamoso y Lebrija. En ellas es posible desarrollar estanques, tal y como se hace a gran escala en Huila y el Tolima. Ese producto se podría colocar en Estados Unidos y Europa, mercados insatisfechos de alta demanda. Para atender el mercado local, se puede trabajar con acuicultura a pequeña y mediana escala, a través de núcleos de producción por municipio, modelo que involucra 16 unidades de producción, inversión que no supera los \$300 millones por municipio. El diagnóstico nos permite tener una perspectiva general del comportamiento del sector, acuícola y pesquero, identificando aspectos de gran importancia para la toma de decisiones al momento de formular un proyecto en el que se espera como resultado, la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos pesqueros, toda vez que encaminan la ruta por la cual se debe centrar la idea de negocio, identificar la técnica apropiada, así mismo la legislación existente determina los pasos que se deben seguir para obtener los diferentes permisos y licencias que permitan operar de manera correcta el negocio, sin afectar el desarrollo de la especie y por consiguiente el medio ambiente. (Diana Riaño Pacanchique, 2017).

### ***2.1.2 Marco conceptual***

#### **2.1.2.1 Reseña histórica de la Tilapia**

“La Tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae Originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento” (Legua, 2013).

Es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno, es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques, y puede ser manipulado genéticamente (Legua, 2013).

Actualmente se cultivan con éxito unas diez especies. Como grupo las tilapias representan uno de los peces más ampliamente producidos en el mundo. Las especies más cultivadas son *O. Aureus* *O. Niloticus* *O. Mossambicus*, así como varios híbridos de éstas especie. La menos deseable es *O. Mossambicus* a pesar de que fue la primera especie en distribuirse fuera de África; tanto *O. Aureus* como *O. Niloticus* crecen más rápido y alcanzan mayor tamaño que *O. Mossambicus*, aunque requieren mayor tamaño para su reproducción (Legua, 2013).

“La Tilapia roja es un híbrido proveniente de líneas mejoradas partiendo de las cuatro especies más importantes del género *O. Oreochromis*” (Legua, 2013).

“Las especies parentales del híbrido son:

*O. Aureus*, *O. Niloticus*, *O. Mossambicus*, y *O. Urolepis Hornorum*. Por estar emparentadas entre sí, sus comportamientos reproductivos y alimenticios son similares” (Legua, 2013).

El desarrollo de este híbrido permitió obtener muchas ventajas sobre otras especies, como alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento rápido, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura y coloración de carne, con muy buena aceptación en el mercado (Legua, 2013).

### ***2.1.3 Marco legal***

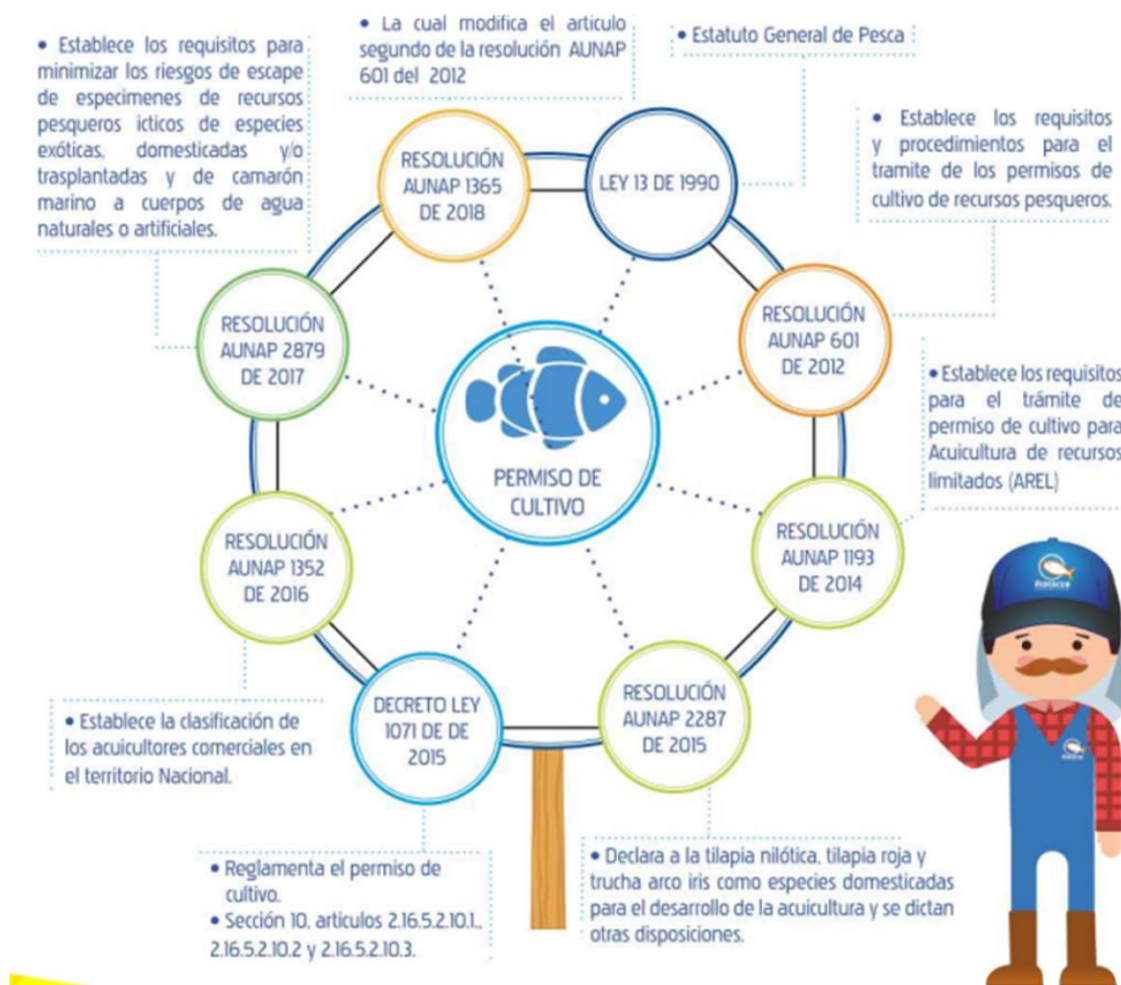
“La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), es el ente encargado de adjudicar el permiso de cultivo, el cual es de obligatoriedad para todos los productores acuícolas del país” (5. *Permiso de Cultivo.Pdf*, n.d.).

“El permiso de cultivo es el acto administrativo por el cual la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), autoriza el derecho para ejercer la actividad de la acuicultura en el territorio colombiano, la cual envuelve la actividad de piscicultura” (5. *Permiso de Cultivo.Pdf*, n.d.).

El permiso de cultivo se otorga posterior a la obtención de la concesión de aguas emitida por la Autoridad Ambiental competente o el respectivo concepto técnico de la misma que demuestre la no necesidad de tramitar concesión de aguas, para su otorgamiento un funcionario de la AUNAP debe realizar una visita de inspección ocular al proyecto en construcción o a la finca de piscicultura ya establecida, con el fin de evaluar los aspectos técnicos para viabilizar o no el permiso de cultivo (5. *Permiso de Cultivo.Pdf*, n.d.).

El marco normativo del permiso de cultivo se evidencia a continuación:

Figura 2. Marco normativo del permiso de cultivo



Nota. Reproducida de gráfico el marco normativo del permiso de cultivo, Formalización de la piscicultura en el departamento de Nariño, 2018 (<https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2018/11/Cartilla-5-Permiso-de-cultivo-Nari%C3%B1o.pdf>)

#### ***2.1.4 Marco teórico***

El rango óptimo de temperatura del agua para el cultivo de tilapia es de 28-32 grados centígrados, cuando disminuye a los 15 grados centígrados los peces dejan de comer y cuando desciende a menos de 12 grados centígrados no sobreviven mucho tiempo (Saavedra, 2006).

Durante los meses fríos los peces dejan de crecer y el consumo de alimento disminuye, cuando se presentan cambios repentinos de 5 grados centígrados en la temperatura del agua, el pez se estresa y algunas veces muere. Cuando la temperatura es mayor a 30 grados centígrados los peces consumen más oxígeno. Las temperaturas letales se ubican entre los 10-11 grados centígrados (Saavedra, 2006).

Los sistemas de producción para la acuicultura en tanques de geomembrana con tecnología Biofloc, surgen como una alternativa viable y rentable con el propósito de disminuir la cantidad de alimento, agua y espacio, en comparación con los métodos tradicionales en estanques de tierra, que demandan mayores extensiones en tierra, condiciones físicas adecuadas del suelo y suministro constante de agua (AUNAP, 2022).

Igualmente, vale la pena destacar que en los sistemas intensivos de acuicultura el mayor costo en la producción es la alimentación, con la desventaja que aproximadamente un 60% del alimento que se suministra no es aprovechado por los peces, causando que diferentes compuestos químicos permanezcan en el agua y sean expulsados del sistema mediante el recambio del agua, aumentando los costos y contaminando otros cuerpos de agua (AUNAP, 2022).

Con la implementación de la tecnología Biofloc esta limitante desaparece porque las bacterias presentes en el cultivo, aprovechan estos desperdicios, mantienen una buena calidad del agua y a su vez sirven como proteína microbiana que es utilizada como alimento para los peces, y de esta manera se evitan los recambios de agua (AUNAP, 2022).

Sin embargo, a pesar de las bondades ya enunciadas, hay que tener en cuenta que este sistema de producción requiere para su establecimiento y operación, una alta inversión en equipos e infraestructura y altos costos operativos por el uso permanente de aireadores que demandan energía eléctrica las 24 horas del día, personal disponible y previamente capacitado (AUNAP, 2022).

Sumado a lo anterior se debe contar con una inversión adicional de una planta eléctrica, en caso de un corte inesperado de electricidad; por las anteriores razones es necesario hacer una proyección económica real que garantice la sostenibilidad y viabilidad del proyecto (AUNAP, 2022).

## **2.2 Método.**

### ***2.2.1 Paradigma de investigación***

La investigación tuvo como base epistemológica el positivismo, y el método científico como guía o ruta crítica para su elaboración. La causa de la escogencia de este paradigma fue porque este es el que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

El positivismo busca “explicar causalmente los fenómenos por medio de leyes generales y universales. Para el positivismo, la realidad es objetiva, por lo cual se puede medir a través de técnicas del enfoque cuantitativo” (Torres, 2018).

El paradigma positivista y su consecuente enfoque cuantitativo permitió medir los resultados obtenidos del peso de los ejemplares de Tilapia utilizados en el modelo bajo cubierta de la Granja Piscícola Kalluun, con la utilización de tanques plásticos, en el municipio de Barbosa, vereda Santa Rosa del departamento de Santander, Colombia.

### ***2.2.2 Enfoque de investigación***

El presente trabajo estuvo diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, puesto que éste es el que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

El enfoque cuantitativo “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, 2014).

Del enfoque cuantitativo se utilizó la técnica de guías de observación, para describir los diferentes rangos de temperatura del sistema en estudio (tanque cubierto y tanque descubierto), además, del incremento de peso de los ejemplares de Tilapia utilizados en el modelo bajo cubierta de la Granja Piscícola Kalluun empleando tanques plásticos, en el municipio de Barbosa, vereda Santa Rosa del departamento de Santander, Colombia.

### ***2.2.3 Metodología***

La metodología que se trabajó de acuerdo al enfoque seleccionado fue la del cuantitativo experimental, ya que es la que mejor que se adapta a las características y necesidades de la investigación.

El término experimento tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias

(Babbie, 2014). Este uso del término es bastante coloquial; así, hablamos de “experimentar” cuando mezclamos sustancias químicas y vemos la reacción provocada, o cuando nos cambiamos de peinado y observamos el efecto que causa en nuestras amistades. La esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados (Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, 2014).

La metodología cuantitativa experimental utilizada en esta investigación fue del tipo preexperimental, ya que este tipo de diseño de la investigación “consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en éstas” (Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, 2014).

Cabe aclarar que, este diseño no cumple con los requisitos de un experimento “puro”. No hay manipulación de la variable independiente (niveles) o grupos de contraste (ni siquiera el mínimo de presencia o ausencia). Tampoco hay una referencia previa de cuál era el nivel que tenía el grupo en la o las variables dependientes antes del estímulo. No es posible establecer causalidad con certeza ni se controlan las fuentes de invalidación interna. (Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, 2014).

El proyecto de investigación inició el día 23 de septiembre del año 2022, ese día se realizó la siembra de los peces en los tanques seleccionados para la investigación, en cada tanque se sembraron 60 alevinos de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*).

**Figura 3.** *Siembra de los alevinos de Tilapia Roja (oreochromis sp)*



**Figura 4.** *Aclimatación de los alevinos a la temperatura del agua de los tanques del estudio*



La alimentación de los peces de Tilapia Roja involucrados en el proyecto de investigación se llevó a cabo siguiendo una tabla de alimentación suministrada por la empresa Dyma sas, esta tabla se obtuvo por la realización de un curso de piscicultura intensiva realizado.

**Tabla 1.** *Tabla de alimentación para Tilapia utilizada*

Producto	Peso del pez (g)	Temperatura del agua °C					
		20	22	24	26	28	30
Ración (% de biomasa/día)							
<b>Mojarras iniciación 45% harina</b>	0.1 – 0.5	4	5	6	7	7.5	8
<b>Mojarras iniciación 45% extruido</b>	0.5 - 5	3	4	4.5	5	5.5	6
<b>Mojarras prelevante 40%</b>	5 - 10	2	3	3.5	4	4.5	5
<b>Mojarras levante 35%</b>	10 - 20	1.8	2.7	3.1	3.6	4	4.5
	20 - 50	1.6	2.2	2.7	3	3.4	4
	50 - 75	1.4	1.9	2.2	2.4	2.9	3.1
<b>Mojarras 30%</b>	75 - 110	1.3	1.6	1.9	2	2.3	3
	110 - 150	1.1	1.4	1.6	1.8	2	2.3
	150 - 200	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2
<b>Mojarras 24%</b>	200 - 250	0.85	1.15	1.35	1.55	1.7	1.9
	250 - 325	0.8	1.1	1.3	1.5	1.65	1.8
	325 - 400	0.75	1.05	1.25	1.45	1.6	1.7
	> 400	0.7	1	1.2	1.4	1.5	1.6

*Nota.* *Tabla de alimentación para Tilapia, 2022, Dyma sas*

Para la obtención de los distintos resultados se realizó una serie de muestreos aleatorios en diversos días, en el agua de los tanques (T1 - Tanque cubierto, T2 - Tanque descubierto) para la obtención de los parámetros pH y temperatura del agua.

**Tabla 2.** Cronograma de actividades

Actividades/Tiempo	Mes 1 (septiembre)				Mes 2 (octubre)				Mes 3 (noviembre)			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Adecuación de tanques de agua para la prueba (T1, T2).												
Siembra de los alevinos de Tilapia.												
Monitoreos de pH y temperatura del agua de los tanques (T1, T2).												
Control de peso de los peces.												
Cosecha de los peces (a los 6 meses de la siembra).												

En las figuras 5 y 6 se puede apreciar como el aparato medidor de pH y temperatura muestra dichos parámetros tomados en el agua de los tanques T1 y T2.

**Figura 5.** Monitoreo de pH y temperatura del agua T1



**Figura 6.** *Monitoreo de pH y temperatura del agua T2*



Los datos recolectados se consolidaron en un documento Excel, en este documento se encuentra toda la información de los monitoreos realizados, con esta información se realizó un cuadro estadístico.

## **2.2.4 Población y muestra**

### **2.2.4.1 Población**

La población se define como “un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones” (Levin & Rubin, 1996).

La población de estudio está conformada por los ejemplares de Tilapia utilizados en el sistema productivo de la Granja Piscícola Kalluun, en el municipio de Barbosa, vereda Santa Rosa del departamento de Santander, Colombia.

**2.2.4.2 Muestra**

La muestra es, en esencia, “un subgrupo de la población”. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, 2014).

En los dos primeros pesajes se tomaron al azar 10 individuos de Tilapia Roja por tanque, de estos pesajes se obtuvo el promedio de peso de los animales, en el tercer y último pesaje se tomaron todos los peces teniendo en cuenta la mortalidad, que redujo ostensiblemente la población, por tal razón se pesaron todos los individuos resultantes de cada tanque (T1 y T2) involucrados en la investigación y se promediaron sus pesos.

**2.2.5 Instrumentos y técnicas de investigación**

En la investigación se utilizaron las guías de observación, en las cuales se registraron los datos recolectados de las mediciones de temperatura y pH del agua de los tanques, además de las mediciones de peso de los ejemplares seleccionados al azar en los dos primeros pesajes de T1 y T2, en el tercer pesaje se involucraron todos los individuos resultantes de T1 y T2, se promediaron sus pesos por tanque.

Estos datos recolectados fueron los resultados finales de la investigación.

**2.2.5.1 Equipos y materiales utilizados para la investigación**

**Tabla 3.** *Equipos y materiales utilizados para la investigación*

Tanques plásticos 1000 litros c/u, con accesorios.	2 unidades	\$ 1.115.000 =
Soplador de diafragma en combo, incluye (un HJ, seis metros de manguera jardinera, dos minis llaves de	1 unidad	\$ 801.000 =

paso, dos racores plásticos, una Tee de polietileno, diez abrazaderas metálicas, dos parrillas difusoras tipo trébol compuestas por manguera difusora de tres metros y un conector estrella.		
Medidor de pH y temperatura.	1 unidad	\$ 302.000 =
Alevinos de Tilapia Roja.	150 unidades	\$ 28.000 =
Plástico de 4 metros cuadrados.	1 unidad	\$ 25.000 =
Total.		\$ 2.271.000 =

**Figura 7.** Tipo de tanque utilizado para la investigación



*Nota. Reproducida de grafico de tanques de almacenamiento de agua, 2022*  
 ([https://www.easy.com.co/p/tanque-acuaviva-1000-l-negro/?gclid=CjwKCAjwqJSaBhBUEiwAg5W9p0F5LH4om7YopyKIRWvrZHsB4c6PSF1YSPwg odm8GScbbtQiCdnfthoCDrgQAvD\\_BwE](https://www.easy.com.co/p/tanque-acuaviva-1000-l-negro/?gclid=CjwKCAjwqJSaBhBUEiwAg5W9p0F5LH4om7YopyKIRWvrZHsB4c6PSF1YSPwg odm8GScbbtQiCdnfthoCDrgQAvD_BwE))

**Figura 8.** *Soplador de diafragma en combo utilizado en la investigación*

**SOPLADOR DE DIAFRAGMA EN COMBO**

Referencia:	<b>HJ-80 COMBO</b>	✓	<b>HJ-120 COMBO</b>
Precio:	\$801.000		\$1.087.000

**Incluye:** Un HJ, seis metros de manguera de jardinería, dos mini llaves de paso, dos racores plásticos, una Tee en polietileno, 10 abrazaderas metálicas y dos parrillas difusoras tipo trébol, compuestas por manguera difusora y un conector estrella. El HJ-80 incluye 3 metros de manguera difusora y el HJ-120 4 metros.



The image shows a grey rectangular diaphragm blower unit with the brand name 'Agraair' on top. Below the unit are two coiled hoses, one green and one black, along with various fittings and connectors including red plastic elbows, a black tee fitting, and metal clamps.

*Nota. Reproducida de grafico soplador de diafragma en combo, 2022, Agroestankes EQUIPOS DE MEDICIÓN*

**Figura 9.** *Medidor de pH y temperatura digital*



*Nota. Reproducida de grafico medidor de pH y temperatura digital Agraair, 2022, Agroestankes EQUIPOS DE MEDICIÓN*

El medidor de temperatura y pH trae dos sondas, una mide la temperatura y esta ya viene calibrada, la otra sonda mide el pH y se debe calibrar, la forma de calibrarla es disolviendo un polvo buffer, este polvo buffer se disuelve en 250 mililitros de agua destilada, el polvo buffer utilizado viene con el equipo adquirido, este trae una concentración de pH de 7.

### ***2.2.7 Resultados.***

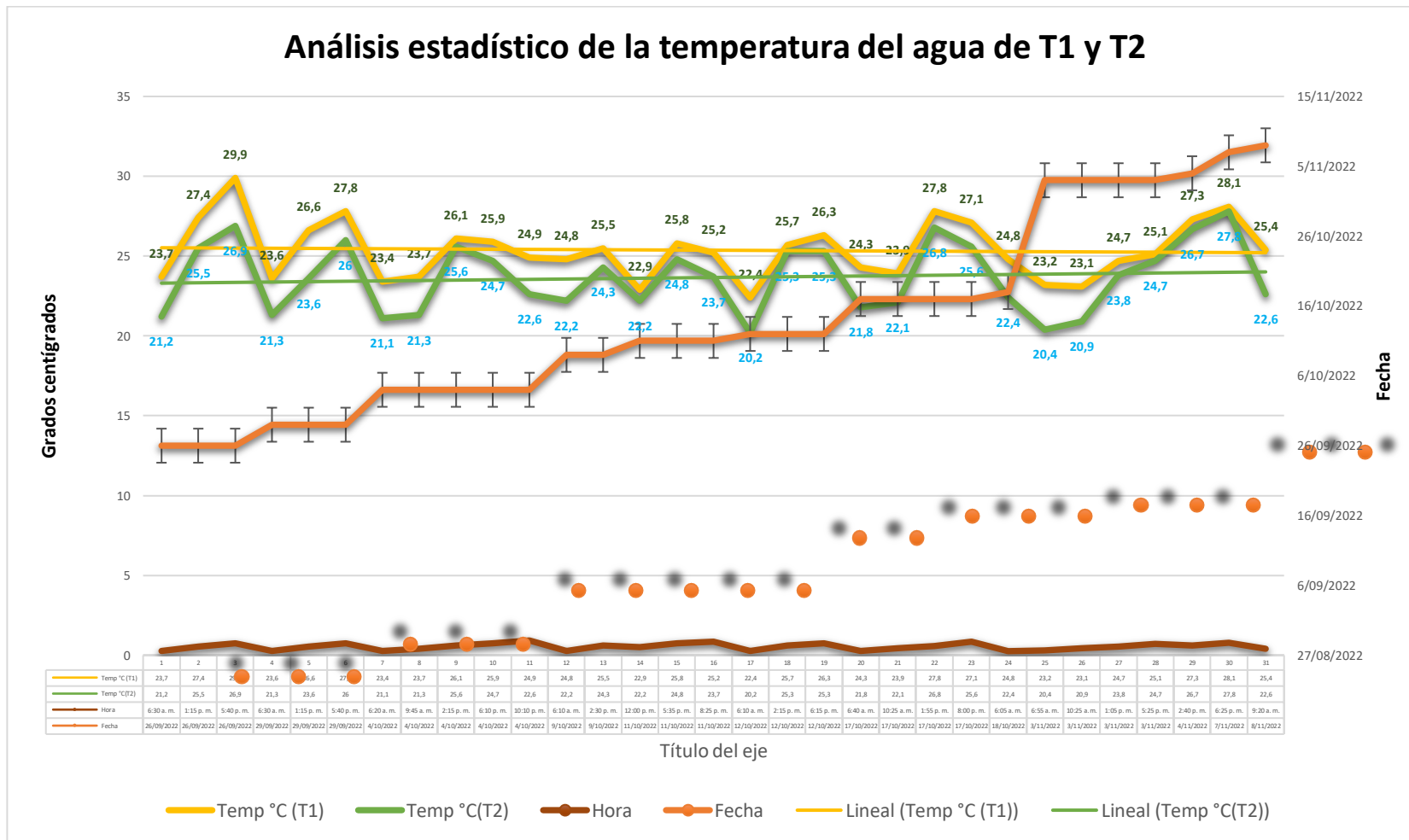
Los resultados obtenidos son soportados por los distintos monitoreos realizados al agua de los tanques involucrados en la investigación, tanque cubierto (T1), tanque descubierto (T2).

En la figura 10 (Análisis de la temperatura del agua de T1 y T2) se pueden observar 31 monitoreos realizados en distintas fechas desde el 26 de septiembre del 2022 hasta el 8 de noviembre del mismo año.

En este análisis se puede observar que la temperatura del agua del tanque cubierto (T1) siempre estuvo por encima de la temperatura del agua del tanque descubierto (T2), este factor de mayor temperatura del agua en (T1) derivó en que los alevinos de Tilapia Roja sembrados en este, tuvieron un mejor comportamiento productivo, puesto que al ser mejores las condiciones del agua de este tanque referente a temperatura, los peces estaban activos y dispuestos a comer desde las primeras horas del día, observándose una mayor voracidad en estos animales comparados con los peces sembrados en (T2), estos peces eran más letárgicos, a primeras horas del día los peces no comían, se activaban hasta que la temperatura del tanque (T2) incrementaba.

A simple vista se pudo observar un mayor crecimiento de los peces sembrados en T1 comparados con los peces sembrados en T2.

Figura 10. Análisis de la temperatura del agua de T1 y T2



**Tabla 4.** *Monitoreos de la temperatura del agua de T1 y T2*

Fecha	Temp °C (T1)	Temp °C(T2)	Hora
26/09/2022	23,7	21,2	6:30 a. m.
26/09/2022	27,4	25,5	1:15 p. m.
26/09/2022	29,9	26,9	5:40 p. m.
29/09/2022	23,6	21,3	6:30 a. m.
29/09/2022	26,6	23,6	1:15 p. m.
29/09/2022	27,8	26	5:40 p. m.
4/10/2022	23,4	21,1	6:20 a. m.
4/10/2022	23,7	21,3	9:45 a. m.
4/10/2022	26,1	25,6	2:15 p. m.
4/10/2022	25,9	24,7	6:10 p. m.
4/10/2022	24,9	22,6	10:10 p. m.
9/10/2022	24,8	22,2	6:10 a. m.
9/10/2022	25,5	24,3	2:30 p. m.
11/10/2022	22,9	22,2	12:00 p. m.
11/10/2022	25,8	24,8	5:35 p. m.
11/10/2022	25,2	23,7	8:25 p. m.
12/10/2022	22,4	20,2	6:10 a. m.
12/10/2022	25,7	25,3	2:15 p. m.
12/10/2022	26,3	25,3	6:15 p. m.
17/10/2022	24,3	21,8	6:40 a. m.
17/10/2022	23,9	22,1	10:25 a. m.
17/10/2022	27,8	26,8	1:55 p. m.
17/10/2022	27,1	25,6	8:00 p. m.
18/10/2022	24,8	22,4	6:05 a. m.
3/11/2022	23,2	20,4	6:55 a. m.
3/11/2022	23,1	20,9	10:25 a. m.
3/11/2022	24,7	23,8	1:05 p. m.
3/11/2022	25,1	24,7	5:25 p. m.
4/11/2022	27,3	26,7	2:40 p. m.
7/11/2022	28,1	27,8	6:25 p. m.
8/11/2022	25,4	22,6	9:20 a. m.
<b>Promedio de temperatura</b>	<b>25,37</b>	<b>23,65</b>	

En la tabla 4 (Monitoreos de la temperatura del agua de T1 y T2) se puede observar que la temperatura promedio de T1 fue mayor que la de T2, la diferencia de temperatura entre T1 y T2 fue de 1,72 °C promedio, esta diferencia de temperatura puede parecer mínima a simple vista, pero para la investigación es un dato importante puesto que esta diferencia de 1,72 °C a favor de T1 demuestra que implementando sistemas de cubierta a distintos tipos de tanques destinados para la piscicultura se puede incrementar la temperatura del agua de los sistemas productivos, con esto, se podría cultivar Tilapia Roja en la vereda Santa Rosa del municipio de Barbosa del departamento de Santander, Colombia.

Es importante destacar, que la temperatura del agua de T1 tuvo una menor variación entre el día y la noche que la temperatura del agua de T2.

En lo referente al pH del agua de los tanques T1 y T2, se observó que la diferencia es casi nula, puesto que los monitoreos realizados arrojaron como resultado que los pH promedio para T1 de 7,79 y para T2 de 7,87 son casi iguales, lo que indica que el pH del agua no se ve afectado por la implementación de cubiertas para los tanques en los sistemas productivos de Tilapia Roja como se puede observar en la tabla 5 (Monitoreos del pH del agua de T1 y T2).

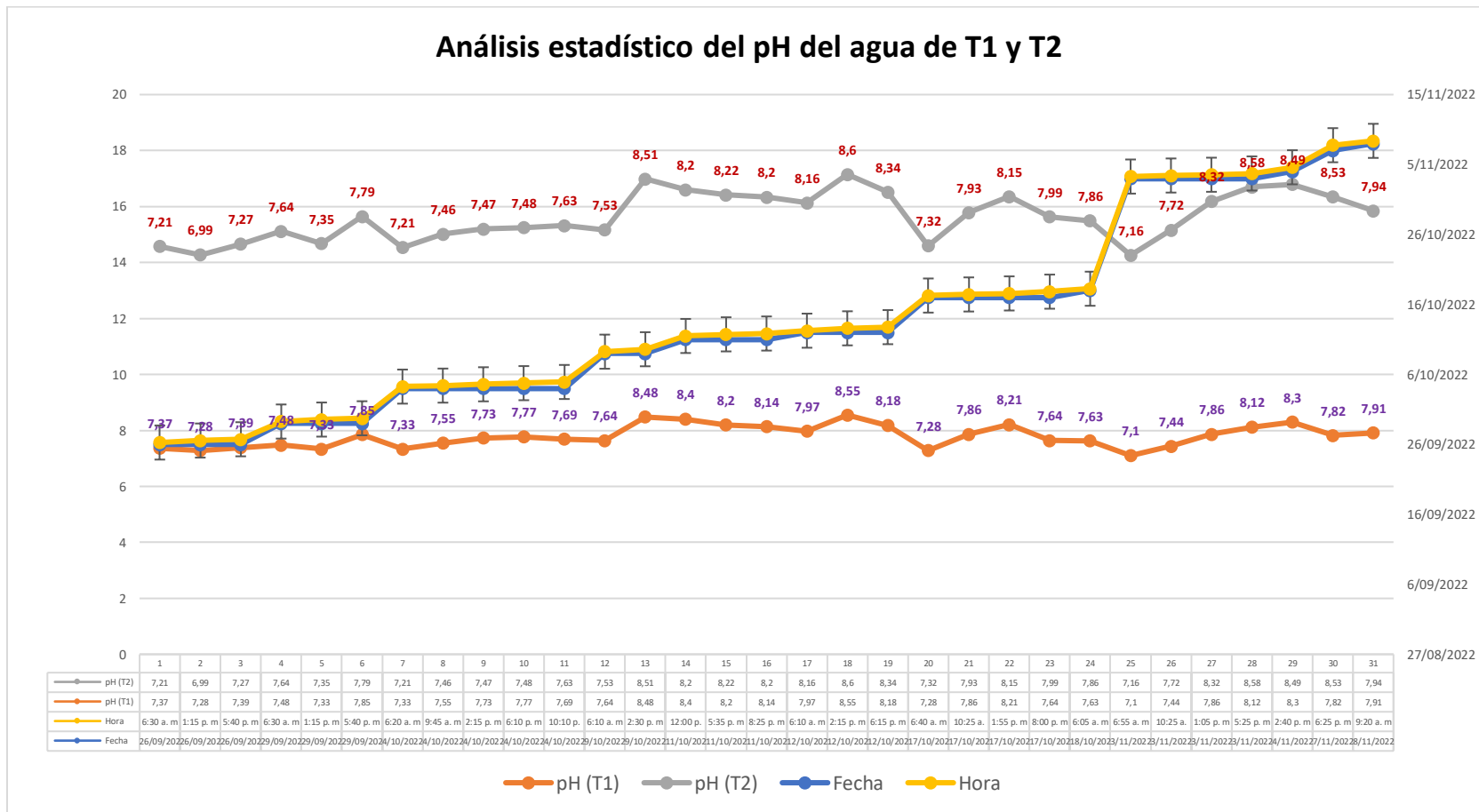
**Tabla 5.** *Monitoreos del pH del agua de T1 y T2*

Fecha	pH (T1)	pH (T2)	Hora
26/09/2022	7,37	7,21	6:30 a. m.
26/09/2022	7,28	6,99	1:15 p. m.
26/09/2022	7,39	7,27	5:40 p. m.
29/09/2022	7,48	7,64	6:30 a. m.
29/09/2022	7,33	7,35	1:15 p. m.
29/09/2022	7,85	7,79	5:40 p. m.
4/10/2022	7,33	7,21	6:20 a. m.
4/10/2022	7,55	7,46	9:45 a. m.
4/10/2022	7,73	7,47	2:15 p. m.

4/10/2022	7,77	7,48	6:10 p. m.
4/10/2022	7,69	7,63	10:10 p. m.
9/10/2022	7,64	7,53	6:10 a. m.
9/10/2022	8,48	8,51	2:30 p. m.
11/10/2022	8,4	8,2	12:00 p. m.
11/10/2022	8,2	8,22	5:35 p. m.
11/10/2022	8,14	8,2	8:25 p. m.
12/10/2022	7,97	8,16	6:10 a. m.
12/10/2022	8,55	8,6	2:15 p. m.
12/10/2022	8,18	8,34	6:15 p. m.
17/10/2022	7,28	7,32	6:40 a. m.
17/10/2022	7,86	7,93	10:25 a. m.
17/10/2022	8,21	8,15	1:55 p. m.
17/10/2022	7,64	7,99	8:00 p. m.
18/10/2022	7,63	7,86	6:05 a. m.
3/11/2022	7,1	7,16	6:55 a. m.
3/11/2022	7,44	7,72	10:25 a. m.
3/11/2022	7,86	8,32	1:05 p. m.
3/11/2022	8,12	8,58	5:25 p. m.
4/11/2022	8,3	8,49	2:40 p. m.
7/11/2022	7,82	8,53	6:25 p. m.
8/11/2022	7,91	7,94	9:20 a. m.
<b>Promedio de pH</b>	<b>7,79</b>	<b>7,87</b>	

En la figura 11 (Análisis del pH del agua de T1 y T2) se evidencia la paridad de los resultados de los 31 monitoreos realizados en distintos días desde el 26 de septiembre del 2022 hasta el 8 de noviembre del mismo año, en diferentes horas del día, además, estos monitoreos fueron realizados en distintos tipos de clima, días de sol, días de lluvia, días nublados, etc.

Figura 11. Análisis del pH del agua de T1 y T2



En pesaje realizado el 21 de octubre de 2022, 28 días después de realizada la siembra de los peces en T1 y T2, se evidencio que los alevinos de Tilapia Roja sembrados en el tanque cubierto (T1), tuvieron una mayor ganancia de peso que los peces sembrados en el tanque descubierto (T2).

En el pesaje se escogieron al azar 10 peces de cada tanque para realizar el pesaje y sacar el promedio de peso de los mismos.

**Figura 12.** *Calibración de la báscula*



**Figura 13.** *Pesaje de los peces de T1*



**Figura 14.** *Pesaje de los peces de T2*



El promedio del peso de los diez ejemplares escogidos al azar de T1 fue de 3,8 gramos por animal, en los diez ejemplares escogidos al azar de T2 el peso promedio fue de 2,3 gramos.

Vale la pena mencionar, que los alevinos de Tilapia Roja fueron adquiridos en una agropecuaria ubicada en Barbosa Santander, se desconoce la procedencia de los peces, también se desconoce la homogeneidad de los mismos, ya que la semilla de Tilapia Roja se clasifica en cabeza (los mejores ejemplares), cuerpo (ejemplares homogéneos) y cola (alevinos más pequeños de lo normal), dependiendo de la calidad de la semilla, es la ganancia de talla y peso de los ejemplares.

Pesaje dos, realizado el 8 de noviembre del 2022, 46 días después de la siembra de los peces en T1 y T2.

**Figura 15.** *Calibración de la báscula pesaje dos*



**Figura 16.** *Pesaje dos de los peces de T1*



*Figura 17. Pesaje dos de los peces de T2*



En el pesaje dos se seleccionaron al azar 10 ejemplares de Tilapia Roja de cada tanque (T1 y T2), en este pesaje se pudo evidenciar la diferencia significativa del peso promedio de los ejemplares seleccionados de T1 respecto a los ejemplares seleccionados de T2, el peso promedio de T1 fue de 7,8 gramos por animal, mientras que los ejemplares de T2 tuvieron un peso promedio de 4,1 gramos por animal.

El pesaje tres se realizó el día 22 de noviembre del 2022, 60 días después de sembrados los alevinos de Tilapia Roja, en este último pesaje realizado en la investigación se comprobó que el incremento de peso de los ejemplares de Tilapia Roja del tanque cubierto T1 fue mayor que el incremento de peso de los ejemplares de Tilapia Roja del tanque descubierto T2.

En este pesaje participaron todos los peces de cada tanque involucrado en la investigación, en T1 se pesaron 15 peces sobrevivientes, los cuales pesaron 228 gramos en total, con un promedio de peso de 15,2 gramos por animal.



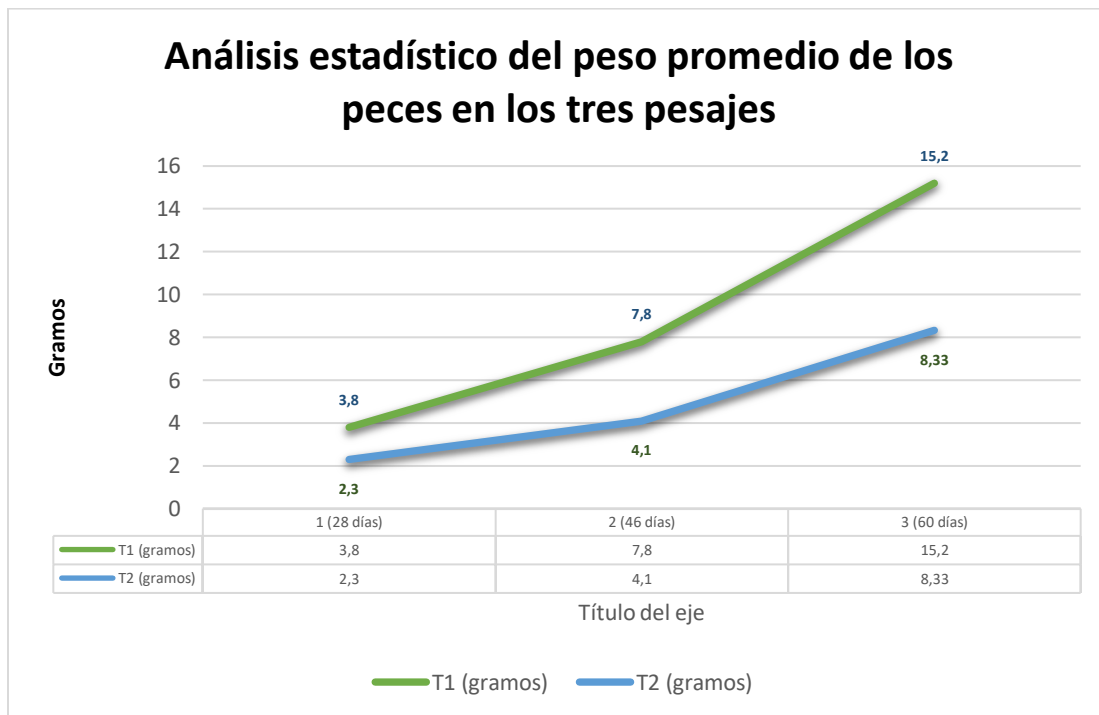
**Figura 20.** *Pesaje tres de los peces de T2*



En las primeras semanas de iniciado el proyecto de investigación se presentó un alto porcentaje de mortalidad de los peces, esto debido a la inexperiencia en el manejo del sistema de oxigenación empleado, también debido a la poca o nula experiencia en el manejo de proyectos piscícolas.

La mortalidad fue del 77,5%, esta cifra dista en demasía de la mortalidad esperada en condiciones normales de un proyecto piscícola, esta mortalidad oscila entre un 5 a 10%.

**Figura 21.** Análisis estadístico del peso promedio de los peces en los tres pesajes



En la figura 21(Análisis estadístico del peso promedio de los peces en los tres pesajes) se puede observar que desde el primer pesaje realizado a los 28 días de sembrados los peces, pasando por el segundo pesaje realizado a los 46 días de sembrados los peces y terminando en el pesaje realizado a los 60 días de realizada la siembra de los peces, se evidenció la mejor ganancia de peso de los ejemplares de T1.

### **3. Conclusiones**

El análisis de la investigación concluyó que la implementación de cubiertas en los sistemas productivos de Tilapia Roja donde el factor temperatura del agua es una limitante, es una opción real para mejorar dicho parámetro.

Se comprobó mediante los muestreos realizados al agua de los tanques (T1 y T2) que la implementación de cubiertas a los tanques de producción de Tilapia Roja ubicados en la zona de influencia del municipio de Barbosa departamento de Santander, Colombia, es una opción real y viable para mejorar la temperatura del agua, por consiguiente, los ejemplares de Tilapia Roja producidos bajo este sistema tendrán condiciones más favorables para expresar su máximo potencial productivo, sin olvidar muchos otros factores de manejo que también se deben tener en cuenta.

El país y el mundo entero necesitan mejorar sus sistemas productivos, el renglón de la piscicultura y en este caso la producción de Tilapia Roja no es ajeno a mejorar, por tal razón, implementar sistemas productivos que sean capaces de ofrecer las condiciones óptimas para que estos ejemplares expresen su máximo potencial, y sistemas que se adapten a las distintas características de las regiones sin olvidar el adecuado y mesurado manejo de los recursos hídricos, es el reto que tenemos las personas que estamos involucrados de una u otra forma en este maravilloso mundo de la piscicultura.

Colombia en estos momentos está comenzando a sentir una fuerte recesión económica, esto nos invita a construir país, a que todos aportemos soluciones para superar esta crisis, mejorando los sistemas productivos y en especial todo lo relacionado con el sector agropecuario y

agroindustrial, el país podrá paulatinamente ser potencia en producción de alimentos, es tarea de todos llegar a ese fin.

#### **4. Recomendaciones**

Para la producción de Tilapia Roja (*oreochromis sp*) en sistemas intensivos y super intensivos se recomienda que las personas involucradas en dichos proyectos se capaciten en todo lo referente a madurez del agua, en tomas de muestras del agua en factores tales como pH, nitritos y nitratos, oxígeno disuelto, etc.

Es importante que los productores adquieran las semillas de Tilapia Roja en granjas certificadas por el ICA y la AUNAP, esto garantiza en un alto porcentaje la homogeneidad y sanidad de los alevinos.

Otro de los factores a tener en cuenta es la alimentación, la escogencia de casas comerciales reconocidas y que brinden asistencia técnica son puntos a favor para los productores.

Brindarles a los peces de Tilapia Roja (*oreochromis sp*) las condiciones ideales en el agua para que estos expresen su máximo potencial es el ideal de todas las explotaciones, esto se logra conociendo dichas necesidades de los peces, por tal motivo las capacitaciones son esenciales para el adecuado manejo de los sistemas productivos.

### **Bibliografía**

- AUNAP. (10 de Febrero de 2022). AUNAP. Obtenido de AUNAP:  
<https://www.aunap.gov.co/2022/02/10/aunap-entrega-proyectos-productivos-de-cultivo-de-tilapia-en-tanques-de-geomembrana/>
- Cartilla Didáctica 5. Formalización de la piscicultura en el departamento del Huila. (s.f.).  
Formalización de la piscicultura en el departamento del Huila. Huila.
- Diana Riaño Pacanchique, E. H. (2017). Evaluar el estudio de factibilidad de producción y comercialización de tilapia roja en el municipio de Barbosa, Santander. Bogota: Universidad Católica de Colombia.
- FAO. (2009). Obtenido de  
[https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es\\_niletilapia.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_niletilapia.htm)
- Global Aquaculture Alliance. (2020). Global Aquaculture Alliance.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación.
- Levin, & Rubin. (1996).
- Nicovita. (s.f.). Manual de CRIANZA TILAPIA. Obtenido de Manual de CRIANZA TILAPIA:  
<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
- Procolombia. (03 de mayo de 2019). Procolombia, exportaciones turismo inversión marca país. Obtenido de <http://www.procolombia.co/noticias/colombia-muestra-en-seafood-lo-mejor-de-su-tilapia-y-trucha>

Riaño Pacanchique, D. (2017).

Spark, W. (s.f. de s.f. de s.f.). Weather Spark. Obtenido de  
<https://es.weatherspark.com/y/24302/Clima-promedio-en-Barbosa-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Torres. (2018).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. (30 de Noviembre de 2021). Agencia UNAL.  
Obtenido de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/sistema-biofloc-produce-mas-peces-y-reduce-el-impacto-ambiental>