

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
LEVANTE DE ESCALARES (*Pterophyllum scalare*) EN UN ESTANQUE CON
CUBIERTA TIPO INVERNADERO**

**ADRIANA MERCEDES ARCE
DIEGO ALONSO MIRAMAC GELPUD**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
SAN JUAN DE PASTO
2010**

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
LEVANTE DE ESCALARES (*Pterophyllum scalare*) EN UN ESTANQUE CON
CUBIERTA TIPO INVERNADERO**

**ADRIANA MERCEDES ARCE
DIEGO ALONSO MIRAMAC GELPUD**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero en Producción
Acuícola**

**Presidente:
VILMA YOLANDA GÓMEZ NIEVES
Bióloga**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
SAN JUAN DE PASTO
2010**

“Las ideas y conclusiones aportadas en esta tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1º del acuerdo 324 del 11 de octubre de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

VILMA YOLANDA GÓMEZ NIEVES

Firma del presidente

MARIO DAVID DELGADO GÓMEZ

Firma del jurado

JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ BENAVIDES

Firma del jurado

Noviembre, 2010

Dedico a:

A Dios por brindarme la oportunidad de educarme en esta profesión.

A mi mamá Amparo porque con su esfuerzo y amor, me ayudo a cumplir esta meta tan importante en mi vida, a mi abuelita Isaura quien me ha brindado su apoyo durante todo este tiempo, a mi hermana Carmen y a mis demás familiares que me ayudaron cuando fue necesario.

A Diego, mi novio con quien hemos compartido durante este tiempo muchos momentos y ahora éste, que es para los dos la culminación de un logro, a toda la familia cercana a él, les agradezco en esta oportunidad, su ayuda fue siempre incondicional.

ADRIANA ARCE

Dedico a:

A Dios por brindarme la oportunidad de vivir.

A mis padres Aura y Eudoro, por ser las personas incondicionales e incansables en el trabajo de educar a sus hijos en el aspecto social e intelectual, y por estar ahí siempre que los necesito. A mi hermano Jhon Jairo, por enseñarme que los objetivos con trabajo se pueden lograr. A mi tía Susana, mi segunda mamá por ayudarme a cumplir este logro.

A mi novia Adriana, por ser una persona de la cual he aprendido muchas cosas y por brindarme su compañía y apoyo durante este tiempo.

DIEGO MIRAMAC

GRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos a:

Vilma Yolanda Gómez Nieves	Bióloga. Profesora hora cátedra. Departamento de Recursos Hidrobiológicos. Universidad de Nariño.
Mario David Delgado Gómez	Ingeniero en Producción Acuícola. Profesor hora cátedra. Departamento de Recursos Hidrobiológicos. Universidad de Nariño.
Javier Andrés Martínez Benavides	Zoot., Ing. en Producción Acuícola., Msc., Profesor tiempo completo. Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
William Montezuma	Ing. Agrónomo., Esp., Rector de la Institución Educativa Concentración de Desarrollo Rural de Consacá.
Marco Antonio Imúez Figueroa	Zootecnista. Esp., Profesor tiempo completo. Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
Luís Alfonso Solarte Portilla	Zootecnista. Esp., Secretario Académico. Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
Piedad Mejía Santacruz	Secretaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos. Universidad de Nariño.
Oscar Mejía Santacruz	Economista., Auxiliar del Centro de Documentación Especializada del Departamento de Recursos Hidrobiológicos. Universidad de Nariño.
Ruby Córdoba Melo	Zootecnista. Técnico operativo de la Institución Educativa Concentración de Desarrollo Rural de Consacá.
Andrés Echeverry	Director de Colombian Ornamental Fish (CORFISH)

A los Ingenieros Jenni Carolina Cuaical, Daniel Araujo Narváez, Camilo Guerrero Romero, al programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño; y a todas las personas que de una u otra forma apoyaron el desarrollo de esta investigación.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	20
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. MARCO TEÓRICO	23
4.1 ESCALAR	23
4.1.1 Clasificación taxonómica	23
4.1.2 Conocimientos generales de la especie	23
4.1.3 Reseña histórica	24
4.1.4 Origen y hábitat	25
4.1.5 Parámetros físico químicos del agua	25
4.1.6 Alimentación	25
4.1.7 Preparación de estanques	25
4.1.7.1 Preparación de estanques para alevinos	25
4.1.7.2 Manejo del agua	26
4.1.8 Invernadero	26
4.1.8.1 Construcción del invernadero	27
4.1.8.2 Uso de invernaderos en Acuicultura	27
5. DISEÑO METODOLÓGICO	28

5.1 LOCALIZACIÓN	28
5.2 PERIODO DE ESTUDIO	29
5.3 MATERIAL BIOLÓGICO	29
5.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS	29
5.4.1 Invernadero	29
5.4.2 Jaulas	30
5.4.3 Materiales y equipos	31
5.5 PLAN DE MANEJO	32
5.5.1 Manejo del invernadero	32
5.5.2 Recepción de animales	32
5.5.3 Aclimatación	32
5.5.4 Parámetros físico-químicos del agua	33
5.5.5 Muestreos	33
5.5.6 Profilaxis	33
5.6 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN	33
5.6.1 Alimento	33
5.6.2 Alimentación	33
5.7 TRATAMIENTOS	34
5.7.1 Formulación de hipótesis	34
5.7.2 Diseño experimental y estadístico	34
5.7.3 Variables evaluadas	35
5.7.3.1 Incremento de peso	35

5.7.3.2 Incremento de longitud	35
5.7.3.3 Tasa de mortalidad	35
5.7.3.4 Análisis parcial de costos	36
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
6.1 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA	37
6.2 VARIABLES EVALUADAS	40
6.2.1 Incremento de peso	40
6.2.2 Incremento de longitud	41
6.2.3 Tasa de mortalidad	43
6.2.4 Análisis parcial de costos	44
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
7.1 CONCLUSIONES	45
7.2 RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFIA	47
ANEXOS	50

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Valores de oxígeno disuelto en la mañana y tarde.	37
Tabla 2. Valores de pH en la mañana y tarde.	39
Tabla 3. Peso inicial y final para cada tratamiento.	40
Tabla 4. Análisis de varianza para peso inicial.	40
Tabla 5. Análisis de varianza para tasa de crecimiento en peso.	41
Tabla 6. Longitud estándar inicial y final para cada tratamiento.	41
Tabla 7. Análisis de varianza para longitud estándar.	41
Tabla 8. Análisis de varianza para tasa de crecimiento en longitud estándar.	42
Tabla 9. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de los tratamientos.	43
Tabla 10. Análisis parcial de costos	44

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Escalar o ángel (<i>Pterophyllum scalare</i>)	23
Figura 2. Tipo de invernaderos	27
Figura 3. Estación piscícola C.D.R	28
Figura 4. Alevino de escalar (<i>Pterophyllum scalare</i>)	29
Figura 5. Invernadero	30
Figura 6. Unidades experimentales	30
Figura 7. Distribución de las unidades experimentales	31
Figura 8. Llegada de animales y acopio.	32
Figura 9. Aclimatación.	32
Figura 10. Pesaje y medición	33
Figura 11. Comportamiento semanal para oxígeno disuelto	38
Figura 12. Comportamiento semanal para pH.	39

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Registro diario de temperatura	51
Anexo B. Registro de peso en gramos según muestreos realizados durante el período de estudio del tratamiento 1.	52
Anexo C. Registro de peso en gramos según muestreos realizados durante el período de estudio del tratamiento 2.	53
Anexo D. Registro de peso en gramos según muestreos realizados durante el período de estudio del tratamiento 3.	54
Anexo E. Registro de longitud estándar en centímetros según muestreos realizados durante el período de estudios del tratamiento 1.	55
Anexo F. Registro de longitud estándar en centímetros según muestreos realizados durante el período de estudios del tratamiento 2.	56
Anexo G. Registro de longitud estándar en centímetros según muestreos realizados durante el período de estudios del tratamiento 3.	57
Anexo H. Temperatura promedio (grados centígrados) durante el período experimental en el estanque con cubierta tipo invernadero y en un estanque sin cubierta.	58
Anexo I. Prueba de Brand - snedecor para tasa de mortalidad.	59

GLOSARIO

BIOMASA: Total de organismos existentes en cualquier nivel trófico, área o volumen de un ecosistema que se calcula en cantidad de materia viviente por unidad de superficie o volumen.

DENSIDAD DE SIEMBRA: Indica el número de organismos hidrobiológicos cultivados por superficie o volumen de cuerpo de agua.

INVERNADERO: Sistema que se construye utilizando cubiertas principalmente plásticas que ayudan a elevar y mantener la temperatura de un determinado sistema.

MORTALIDAD: Tasa que indica el número de individuos muertos a lo largo de un período.

JAULAS: Estructura de redes flexibles, suspendida en un cuerpo de agua empleada para criar peces ya sea en lagos, bahías o mar abierto.

HOJUELA: Alimento artificial para peces elaborado en capas delgadas que permiten su flotabilidad.

ESTANQUE: Es una extensión de agua artificial construida en tierra o en concreto para criar peces.

CANALETA: Construcción artificial que se caracteriza por ser más larga que ancha por donde pasa un fluido.

ALEVINO: Etapa morfológica, en la cual el pez ya posee las características de un animal adulto.

MUESTREO: Selección de una pequeña parte estadísticamente determinada, utilizada para inferir el valor de una o varias características del conjunto.

PROFILAXIS: Prevención o conjunto de medidas para evitar una enfermedad.

ACLIMATACIÓN: Hacer que se acostumbre un ser vivo a climas y condiciones diferentes de los que le eran habituales.

FITOPLANCTON: Plancton marino o de agua dulce, constituido predominantemente por organismos vegetales, como ciertas algas microscópicas.

INTERACCIÓN: Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, agentes, fuerzas, funciones

RESUMEN

La investigación se realizó durante cuatro meses, comprendidos entre junio y septiembre del año 2009, en un mes se efectuó la adecuación del estanque, construcción del invernadero, instalación de jaulas, adaptación de los ejemplares y en los tres meses siguientes se llevó a cabo la evaluación productiva de tres densidades de siembra en el levante de escalares (*Pterophyllum scalare*), en un estanque con cubierta tipo invernadero que tuvo lugar en la estación piscícola de la Institución Educativa Concentración de Desarrollo Rural (I.E.C.D.R), localizada en el Municipio de Consacá, Departamento de Nariño.

Se utilizaron 264 alevinos de escalar, de 60 días de edad, con un peso promedio de $1.28 \text{ g} \pm 0.17 \text{ g}$, y una longitud estándar promedio de $3.06 \text{ cm} \pm 0.15 \text{ cm}$. Se utilizó un estanque de 122.4 m^2 y una profundidad promedio de un metro, a éste, se le construyó una cubierta tipo invernadero.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por nueve unidades experimentales, representadas en jaulas de 50 L, distribuidas en tres tratamientos y tres réplicas por cada tratamiento, de la siguiente manera:

T1: Densidad de siembra de un pez por cada litro.

T2: Densidad de siembra de un pez por cada dos litros.

T3: Densidad de siembra de un pez por cada cuatro litros.

Se efectuaron seis muestreos quincenales, con el fin de evaluar las variables: incremento de peso, incremento de longitud, tasa de mortalidad y relación beneficio-costos de los diferentes tratamientos.

De acuerdo con el análisis de varianza, se puede afirmar con un 95% de confianza que las tres densidades de siembra evaluadas no generaron diferencias estadísticas significativas para las variables: incremento de peso, incremento de talla y tasa de mortalidad. La relación beneficio-costos obtenida para cada tratamiento fue: para el T1: 2.53, T2: 1.82 y T3: 1.31.

ABSTRACT

The following research was developed during four months, from June to September of 2009, in one of them the adequacy of the pond was realized, the container building, cages installation, adaptation of copies and during the next three months was carried out the productive evaluation of three densities of sowing in the levant of angel fish (*pterophyllum scalare*) in a pond with a greenhouse cover. The study was performed in the station belonged to the Educative Institution Concentration of the Rural Development (E.I.C.R.D) located in the township of Consacá, Nariño Departament.

264 angel fish were sowed, they were 60 days from a trading enterprise with a weigh around $1.28g \pm 0.17g$ an a standard length average of $3.06cm \pm 0.15cm$, in order to develop this research was used a excavated pond with an area of 144m² and a average deepness of a meter, this pond was added a greenhouse cover and the pond was filled.

It was used a design completely at random (DCR), conformed by nine experimental units represented through 50L cages, these were distributed in three treatments and three replicas for each treatments in the following way:

T1: Grow density of a fish per liter.

T2: Grow density of a fish per each two liters.

T3: Grow density of a fish per each four liters.

Six biweekly samplings were carried out, with a main purpose of evaluating variables:

Weight gain, length gain, mortality rate and the relationship benefit- cost of the different treatments.

According to the analysis of variance it is able to declare with a 95% confidence that the three densities of sow do not generate statistical differences meaningful to the variables: Weight gain, length gain, and mortality rate. Regarding the economic analyzes the best relationship benefit – cost was obtained in the T1 2.53, in the T2 1.82 and in the T3 1.31.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento y la comercialización de peces ornamentales en Colombia es una actividad, que se realiza hace más de cuatro décadas y paulatinamente se ha ido integrando con la economía regional y nacional. La demanda mundial de este recurso es alta; esto conlleva a establecer paquetes tecnológicos de todas las especies ícticas requeridas por el mercado y así obtener una oferta constante durante todo el año¹.

Según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)², en el año 2006 ingresaron al país cerca de 7 millones de dólares por exportaciones de peces ornamentales, de los cuales el 90% de los individuos comercializados provinieron de las capturas del medio natural, debido a que aún no se establece la transición del comercio de individuos silvestres a líneas o variedades producidas en cautiverio, situación atribuida principalmente al desconocimiento de los parámetros productivos de las especies ícticas y que no se han desarrollado eficientemente sistemas productivos sostenibles que permitan competir con calidad y exclusividad de productos en el mercado.

Brummet afirma que a diferencia de Colombia, la tendencia mundial entre el 90% y el 95% de los peces ornamentales que se comercializan, provienen de la acuicultura³.

Según el ICA⁴, la familia Ciclidae que tiene como principal especie ornamental, el escalari o pez ángel (*Pterophyllum scalare*), se ubica en la séptima posición con el 2.1% de las exportaciones hechas a Norte América, Asia, Europa, Centro América y Japón; para esta especie también se ha definido una cuota para este año (2010) de 502.323 unidades.

De acuerdo con lo anterior, es importante realizar estudios en esta especie íctica, que contribuyan a establecer una alternativa de levante en estanque, probando tres densidades de siembra en el cultivo, generalmente, porque ésta etapa se realiza bajo condiciones de laboratorio.

¹ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, Propuesta de cuotas globales de pesca y otras medidas de manejo para el aprovechamiento de los recursos pesqueros colombianos [online]. Bogotá, D.C., 2009. [citado Agosto, 2009]. Disponible en Internet : <URL <http://www.ica.gov.co/acuicultura>>

² INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, Op. cit., p.83

³ BRUMMET, Citado por el Sistema de información de pesca y acuicultura, Boletín mensual: Comportamiento de las capturas de peces ornamentales años 2006-2007.[online]. Bogotá, D.C. 2006 [citado mayo 2008]. Disponible en Internet: <URL : http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200893162817_BolMay2008.pdf>

⁴ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Op. cit., p.83

De esta manera, se contribuye a que el costo unitario del pez ornamental se disminuya, se fomente el cultivo bajo condiciones de cautiverio y se reduzca la extracción de peces del medio natural.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Colombia, presenta potencial hídrico y biodiversidad íctica, destacándose en cuanto a peces ornamentales, las cuencas de la Amazonía y de la Orinoquía. Hasta el momento, se desconoce el potencial productivo de estos peces, que no permite su aprovechamiento para la acuicultura, por lo cual es necesario investigar aspectos como: reproducción, incubación, larvicultura, levante, y otros, para la conformación de paquetes tecnológicos en el cultivo bajo condiciones de cautiverio.

En el aspecto productivo, uno de los objetivos es conocer con certeza la cantidad de animales a sembrar por unidad de área o volumen. Para cada región, la densidad de siembra es diferente, porque las propiedades físico-químicas del suelo y del agua cambian de un lugar a otro⁵.

En cuanto al uso de cubiertas tipo invernadero para estanques, desde hace años, se proponen para el cultivo de peces, pero, aún se trabaja en el diseño de una estructura que permita optimizar los recursos disponibles, mejorando la producción de la piscifactoría. Actualmente, se está probando con diferentes sistemas de ventilación, temperatura, altura y material, para que se adapte a las necesidades del pez y sea viable económicamente⁶.

Para el cultivo de escalares (*Pterophyllum scalare*), según Maceda y González⁷, se debe mantener un rango de temperatura entre 24 y 26 °C, para prevenir enfermedades y posible mortalidad, sin embargo, en el lugar de estudio, la temperatura del agua no alcanza este rango y por eso se utilizó una cubierta tipo invernadero en el estanque.

⁵ PISCICULTURA. Cría de Peces [Anónimo]. [online]. Bogotá, 2001. (consultado el 13 de junio de 2009). Disponible en internet, URL: <www.angelfire.com/la2/Ingenieriaagricola/archivos/CAEV6RUH.htm>

⁶ FUNDACION TECNOVA. Tecnova trabaja en el diseño de invernaderos para piscifactorías. [online]. [Citado el 27/03/2009]. (consultado el 13 de junio de 2009). Disponible en internet, URL: <www.fundaciontecnova.com/noticias/detalle.asp?noticias=150>

⁷ MACEDA, Alberto. y GONZÁLEZ, Irene. Escalar, belleza y popularidad en un mismo pez. Alaquarium. [online]. 2003. [citado el 9/Mar/08]. Disponible en Internet, URL: <<http://www.Alaquairum.com/Escalar.htm>>

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué efecto tiene la densidad de siembra en el levante de escalares (*Pterophyllum scalare*), en un estanque con cubierta tipo invernadero teniendo en cuenta los incrementos de peso y talla, la sobrevivencia y la relación beneficio-costos?

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Evaluar tres densidades de siembra en la fase de levante, de la especie íctica nativa ornamental escalar (*Pterophyllum scalare*), bajo condiciones de un estanque con cubierta tipo invernadero.

3.2 ESPECÍFICOS

3.2.1 Determinar el incremento de peso y talla.

3.2.2 Cuantificar el porcentaje de mortalidad durante el período de estudio, en los tratamientos.

3.2.3 Realizar un análisis beneficio-costos de cada uno de los tratamientos.

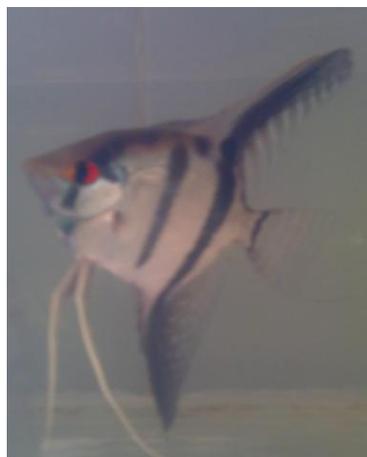
4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ESCALAR (*Pterophyllum scalare*).

4.1.1 Clasificación taxonómica. Según Maceda y González, afirman que los escalares o peces ángel engloban a tres especies: *P. scalare*, *P. dumerillii* *P. altum* y *P. leopoldi*.

Filo: Cordados
Superclase: Gnatostomados
Clase: Actinopterygii
División: Teleósteos
Orden: Perciformes
Familia: Cichlidae
Género: *Pterophyllum*⁸

Figura 1. Escalar ó Angel (*Pterophyllum scalare*)



4.1.2 Conocimientos generales de la especie. Según Agudelo⁹, los escalares que actualmente viven en cautividad, son el híbrido de varias especies silvestres de la región amazónica.

Bustos¹⁰ expresa que: El *P. scalare*, pertenece a la familia Cichlidae que constituye una de las familias de importancia en la acuarifilia. Cuenta con 700 especies en América del Sur y Central, 500 en África y tres en Asia.

⁸ MACEDA, Alberto y GONZALEZ, Irene. Op. cit., p.1.

⁹ AGUDELO, D. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel). [On line]. En: revista Lasallista. 2006. Vol. 2 no. 2,. P. 26. Disponible en Internet, URL: <http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/Revista/vol2n2/p260_ARTICULO%20PEZ%20ANGEL%20O%20ESCALAR.pdf. 2006. p.26>

Swann afirma que dichas denominaciones son: (1) *P. altum*, también conocido como escalara alto, debido a su altura que es superior a otras especies del género, de ahí su denominación “altum”, puede alcanzar los 18 cm de longitud. Y (2) *P. leopoldi*, considerado por muchos como una subespecie o un híbrido entre las otras dos especies de escalares. Fue descrito por primera vez en 1855. Su cuerpo es más corto y menos estilizado que el de sus otros compañeros de género. Tanto el *P. leopoldi* como el *P. altum*, son escasos en los acuarios dada la dificultad de su reproducción en cautiverio y sus altas exigencias en cuanto a calidad del agua, además se estresan con mayor facilidad.¹¹

4.1.3 Reseña histórica.

Los escalares fueron descubiertos en 1831, cuando Cuvier y Valenciennes en la Historia Natural de los peces (*Histoire Naturelle des Poissons*) describen a un pez que bautizan con el nombre de *Platax scalaris*. Sin duda, lo que más llamó la atención a estos autores, fueron las largas aletas verticales de los peces ángel, que les recordaron a las de los peces murciélagos marinos (género *Platax*) y de ahí, que decidieran colocarlos dentro del mismo género, además Hackel, en 1839, revisa la clasificación realizada por los anteriores autores y observa rasgos suficientes para considerarlo perteneciente a la familia de los cíclidos. Por consiguiente, la especie es rebautizada con el nombre de *P. scalare*. El nuevo nombre refleja muy bien las características de este pez. *Pterophyllum* deriva del griego y significa “hoja con alas”, mientras que “scalare” deriva del latín y significa “como en escalera”, en alusión a la forma que presenta la aleta dorsal¹².

La primera importación de escalares la realizó Hamburgo (Alemania) en 1911, siendo posterior su llegada a Estados Unidos (1922). Por aquél entonces, se consideraba que la ciudad del mundo con mayor nivel acuariófilo era Filadelfia, de modo que no fue de extrañar, que un ciudadano de dicha ciudad, consiguiera, por primera vez, su reproducción en cautividad.¹³

¹⁰ BUSTOS, P. Variedades y genética de los escalares. [On line]. [Citado 5/0/2006]. Disponible en internet : URL: <<http://ficheros.acuarioponzano.com/fich1.pdf>>

¹¹ SWANN, L. Reproduction of Angelfish (*Pterophyllum scalare*). En: Aquaculture Extension [On line]. Illinois-Indiana. [Citado 8/01/2006]. Disponible en internet: URL: <<http://aquanic.org/publicat/state/il-in/as-489.pdf>>

¹² MACEDA, Alberto y GONZALEZ, Irene. Op. cit., p.1.

¹³ Ibid., p. 1

4.1.4 Origen y hábitat. Según Norman¹⁴, en su ambiente natural el *P. scalare*, habita en los cursos de agua tranquilos, poco profundas y con abundante vegetación, su distribución geográfica comprende las cuencas geográficas del los ríos Amazonas en el caso del *Pterophyllum scalare* y en el Orinoco el *P. altum*.

4.1.5 Parámetros físico-químicos para la especie. Agudelo¹⁵ reporta que las condiciones ideales para la producción de escalares son las siguientes: pH de 6,8 a 7,2, la dureza no debe ser mayor a 100mg/L de carbonatos, los niveles de nitratos deben estar por debajo de los 100mg/L, en cuanto a la temperatura Maceda y González¹⁶ reportan un rango de 24 – 26°C, pese a esto, los mismos autores afirman que el pez ángel tiene un rango de tolerancia desde los 18 a los 30°C.

4.1.6 Alimentación. El mismo autor¹⁷ afirma, que su dieta está basada en materias de origen animal y vegetal, exceptuando los primeros días de vida en los que se alimentan casi exclusivamente de presas vivas. Por su parte Maceda y González¹⁸, afirman que los escalares aceptan de buen agrado tanto alimento fresco como seco.

4.1.7 Preparación de estanques.

4.1.7.1 Preparación de estanques para siembra de alevinos. Según Argumedo y Rojas, se deben tener en cuenta el encalado que consiste en la adición al voleo de cal agrícola (dolomita) o cal viva al fondo y las paredes del estanque vacío. Permite una acción antiparasitaria, disminuye el crecimiento de algas, elimina insectos (odonata) y peces indeseables, (dentones, mojarra, sardinas y guyumbos), elimina raíces de plantas acuáticas, eleva el pH del agua para mejorar la productividad primaria del estanque, acelera la descomposición de las partículas orgánicas y disminuye el riesgo de propagación de enfermedades bacterianas por la descomposición en el fondo del estanque.

La cal agrícola se usa principalmente para elevar el pH y permitir que el abono pueda actuar, es indicada en aquellos estanques que no tienen problemas de vaciado y que se pueden dejar secar al sol, la dosis recomendada

¹⁴ NORMAN, J. R. A history of Fishers. 3ª ed, London. Ernest Been Limited. 1975. 467 p, Citado por AGUDELO. Op. cit., p. 27.

¹⁵ AGUDELO. Op. cit., p. 27.

¹⁶ MACEDA, Alberto y GONZALEZ, Irene. Op. cit., p.1.

¹⁷ AGUDELO. Op. cit., p. 27.

¹⁸ MACEDA, Alberto. y GONZÁLEZ, Irene. Op. cit., p. 1.

respectivamente son: cal viva de 50 a 80 gramos por metro cuadrado y cal agrícola 100gramos por metro cuadrado¹⁹.

4.1.7.2 Manejo del agua. Waynarovich A. y Waynarovich E.²⁰, Afirman que; el agua que entra en el estanque debe ser filtrada mecánicamente, para prevenir que los peces pequeños entren en él.

Los mismos autores afirman que un estanque debe ser llenado hasta su máxima capacidad. Por lo tanto, el agua que se filtra y evapora debe ser compensada cuando el nivel baje más de 10cm. El drenaje de un estanque también es parte del manejo del agua, el cual debe hacerse a través de estructuras específicas, tales como: un tubo de drenaje o un monje. Un tubo de drenaje puede ser suficiente, pero si es mayor a una hectárea, es aconsejable construir un monje, que pueda drenar volúmenes mayores de agua en un tiempo razonable.

4.1.8 Invernadero. Es un espacio con el microclima apropiado para el desarrollo de una producción específica, por lo tanto, partiendo del diseño deben obtenerse en él, la temperatura, humedad relativa y ventilación apropiadas que permitan alcanzar alta productividad a bajo costo, en menos tiempo, protegiendo el interior de las lluvias, las heladas, los insectos o los excesos de viento que pueden perjudicar el cultivo. La dirección del viento es determinante en función de varios aspectos:

- a) Protección de la estructura porque esta debe situarse en dirección que evite ser dañada por vientos extremos.
- b) Evitar que los gases acumulados en la parte superior.
- c) La orientación del estanque debe tener su lado largo de frente al viento para renovación de aire dentro del invernadero²¹.

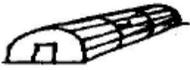
4.1.8.1 Construcción del Invernadero. Los invernaderos pueden construirse con madera, caña guadúa, mixtos o metálicos.

¹⁹ ARGUMEDO, Eric y ROJAS, Hector. Manual de piscicultura con especies nativas. Bogotá D.C.; Produmedios, 2002. p. 85.

²⁰ WAYNAROVICH, Andrés. y WAYNAROVICH, Elek., Reproducción artificial de las especies Colossoma y Piaractus. Lima, Perú: Taller editorial, 1998. p. 56.

²¹ INVERNADEROS. [Anonimo]. [On line]. [Citado 15/05/2009]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.colprocah.com/docsPDF/Secciones/Invernaderos.pdf>. p. 1.>

Figura 2. Tipos de invernaderos

<u>Parabólicas</u>	<u>Techo a dos aguas</u>	<u>Techo desencontrado</u>
		
Estructura: caña ó metal cobertura: polietileno.	estructura: madera cobertura: polietileno	estructura: madera cobertura: polietileno

Fuente: Schinelli, Teresa. 2009

<<http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/forestal/silvicul/hdt19.pdf>. p. 3.>

4.1.8.2 Uso de invernaderos en acuicultura. Calderón²², menciona que aún falta mucho para que la industria pueda contar con un modelo aceptable de invernaderos aptos para la acuicultura. Entre los retos que se deben enfrentar están: el control de la temperatura del agua, control de las pérdidas de calor y entender el efecto de la radiación que penetra en el invernadero en la dinámica del estanque. Dentro de la gama de invernaderos los más económicos de construir son los que tienen estructura en guadua; pero, no se tiene un diseño estándar que garantice una operación correcta del sistema con una amortización razonable de la inversión.

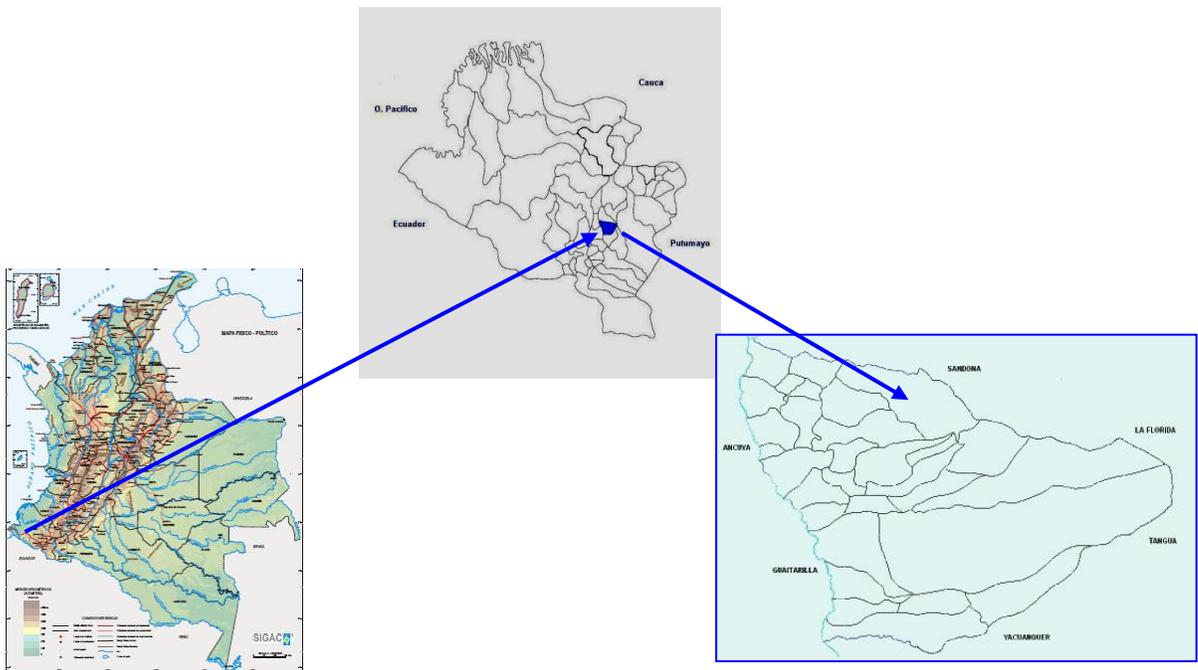
²² CALDERÓN, J. y SONNENHOLZNER. Cultivo de camarón. Experiencias y desafíos en el uso de invernaderos, Citado por CASTILLO Nora Tatiana y MAYA Clara del Rosario. Evaluación comparativa de un prebiótico y un probiótico, en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en un estanque tipo invernadero. Trabajo de grado, Ingeniero en Producción Acuicola. Pasto-Nariño.: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Recursos Hidrobiológicos, 2008. 112p.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en la estación piscícola de la Institución Educativa Concentración de Desarrollo Rural de Consacá (CDR), ubicada a 61 Km de la ciudad de San Juan de Pasto; con una temperatura ambiente promedio en la mañana de 11 °C y en la tarde de 24 °C aproximadamente, con una precipitación anual de 1000 mm, a una altura de 1713 msnm, coordenadas: 1° 12' 15" Latitud Norte y 3° 24' 18" Longitud Oeste²³.(Figura 3).

Figura 3. Estación piscícola de la CDR.



Fuente: Municipios de Colombia. 2009.

<http://consaca-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1m1--&x=9961>

²³ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. Estación Metereológica Granja Ospina Pérez. Nariño, 2009.

5.2 PERIODO DE ESTUDIO

La investigación, se ejecutó durante un período de tres meses, se inicio con la adecuación del estanque, construcción del invernadero, elaboración de jaulas, recepción de material biológico, distribución de ejemplares en las unidades experimentales, alimentación, muestreo y monitoreo de parámetros físico-químicos.

5.3 MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron 264 escalares (*Pterophyllum escalare*) provenientes de una empresa privada²⁴ ubicada en el Departamento de Antioquia, con una longitud promedio de 3.0 cm \pm 0.153 y con una edad aproximada de dos meses (Figura 4). El transporte se realizó vía aérea desde Puerto Berrio a Bogotá y desde Bogotá a Pasto; luego por vía terrestre desde el aeropuerto de Pasto a Consacá, en bolsas de polietileno calibre seis, cada bolsa contenía 50 animales en un volumen de seis litros.

Figura 4. Alevino de escalar (*Pterophyllum scalare*)



5.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS

5.4.1 Invernadero. El ensayo se realizó en un estanque excavado de 17 m de largo por 7.2 m de ancho, cuya área fue de 122.4 m² y una profundidad promedio de 1.0 m., en él se construyó un invernadero que cubrió todo el estanque, con una altura de dos metros (Figura 5). La estructura se construyó con guadua y para la cubierta se utilizó plástico transparente calibre seis.

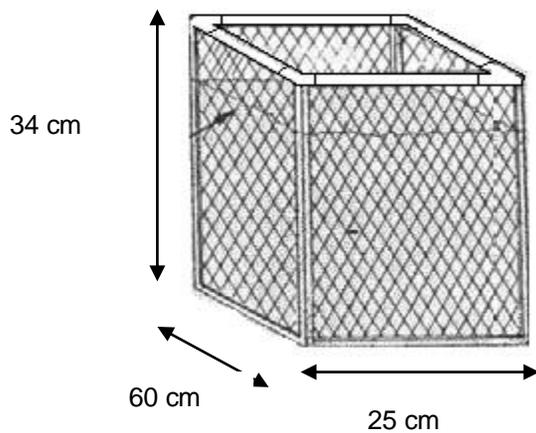
²⁴ CORFISH. Colombian Ornamental Fish. Puerto Berrio, Antioquia.

Figura 5. Invernadero



5.4.2 Jaulas. En el estanque se distribuyeron nueve jaulas con un volumen de 50 L (60 cm de largo x 25 cm de ancho x 34 cm de alto) (Figura 6). Para la estructura flotante de las jaulas se utilizó tubo pvc de $\frac{3}{4}$ ”; para la parte sumergida se empleó malla plástica rígida con un ojo de malla de 2.5 mm, cada una de las jaulas representó una unidad experimental. (Figura 7).

Figura. 6 unidades experimentales

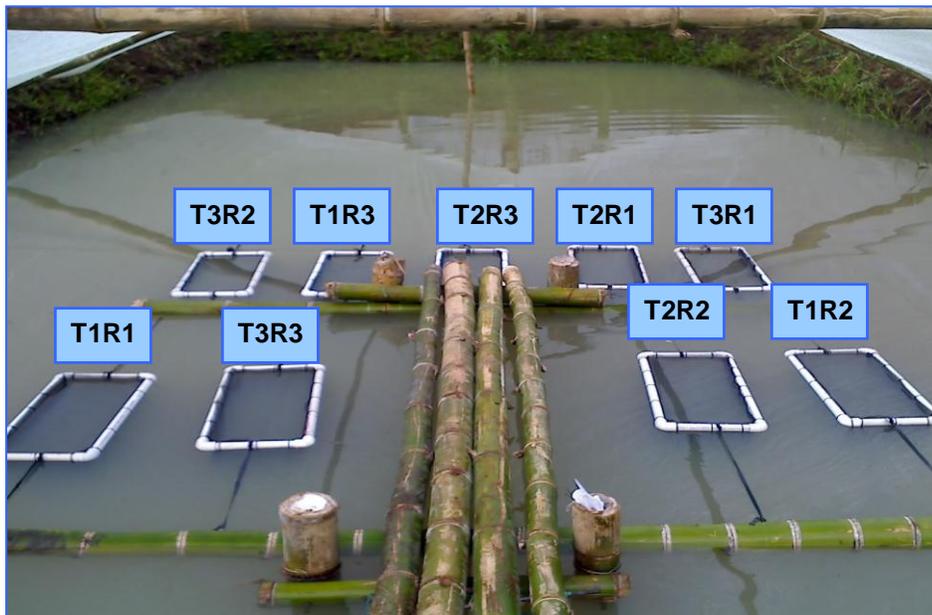


Vista isométrica



Vista lateral

Figura 7. Distribución de las unidades experimentales.



5.4.3 Materiales y equipos.

- Balanza gramera digital. Marca Diamond, modelo 500 rango 0,1 a 500 g.
- Pie de rey
- Plástico para invernadero calibre seis
- Guaduas
- Alambre de amarre
- Clavos de 2"
- Malla plástica
- Codos de 90° de $\frac{3}{4}$ "
- Correas plásticas
- Tiros de pvc de $\frac{3}{4}$ "
- Nasas
- Motores para acuario
- Piedras difusoras
- Manguera 1/8"
- Baldes plásticos
- Alimento en hojuelas
- Cloruro de sodio
- Azul de metileno

5.5 PLAN DE MANEJO

5.5.1 Manejo del invernadero. Por tratarse de un sistema tipo invernadero, no se abonó, para evitar un afloramiento de algas desde el inicio del ensayo; se llenó el estanque y se dejó madurar el agua durante cinco días, para permitir la estabilización de parámetros físico-químicos durante este período, se llevó a cabo un registro de temperatura en el agua y en el ambiente, el cual permitió estandarizar el momento de abrir la puerta del invernadero; sí la temperatura ambiente, sobrepasaba los 29 °C. (Anexo A).

5.5.2 Recepción de animales. Los peces fueron acopiados en dos canaletas, con un volumen de 720 L cada una, en este lugar se adaptó a los peces a la calidad del agua y al tipo de alimento que se suministró en el período de estudio (Figura 8).

Figura 8. Llegada de animales y acopio



5.5.3 Aclimatación. Antes de distribuir los animales en las unidades experimentales, se midió la temperatura del estanque, encontrándose en 25 °C; después se colocaron las bolsas (temperatura interna 26 °C) sobre la superficie del agua; durante diez minutos para igualar las temperaturas (Figura 9), luego, se llenó agua del estanque, a cada bolsa para equilibrar otros parámetros físico-químicos porque el agua del estanque contenía productividad primaria caso contrario al agua de las canaletas, y finalmente se dejó salir voluntariamente a los peces.

Figura 9. Aclimatación



5.5.4 Parámetros físico-químicos del agua. Se llevó a cabo un registro diario de temperatura con un termómetro de mercurio de escala de 0.0 a 70 °C; en el día se monitoreo cuatro veces la temperatura, en el agua y en el ambiente del estanque con cubierta tipo invernadero y así mismo, se hizo con un estanque del mismo tamaño pero sin cubierta, este se realizó en el horario de alimentación de los peces. Semanalmente se realizaron recambios de agua del 10% del volumen del estanque; los niveles de oxígeno, pH y amonio se midieron utilizando un kit químico para calidad de agua y se tomaron los datos una vez por semana.

5.5.5 Muestras. Se realizaron quincenalmente entre las 8:00 am y 10:00 am para evitar el estrés, colectando diez animales de cada unidad experimental. En los días de muestreos no se alimento para reducir el consumo de oxígeno y la actividad metabólica. Los ejemplares se capturaron con nasas y se tomaron los datos de longitud con pie de rey y el peso con una balanza de 0,1 a 500 g. (Figura 10).

Figura 10. Pesaje y medición



5.5.6 Profilaxis. Después de cada muestreo, se realizó profilaxis con azul de metileno, en concentraciones de 30 ppm y cloruro de sodio en concentración de 1g/L durante 5 minutos con buena aireación.

5.6 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN

5.6.1 Alimento. Se utilizó un alimento comercial balanceado en hojuelas con 35% de proteína, 12% de humedad, 8% de grasa, 4% de fibra y de 11% de ceniza; según datos consignados en etiqueta. A los tres tratamientos se les suministró el mismo tipo de alimento.

5.6.2 Alimentación. El alimento se suministró diariamente a razón del 3.5% de la biomasa en el primer mes, en el segundo 2.5% y se finalizó con el 1.5% en el tercer mes de acuerdo a lo sugerido por Echeverry²⁵. La cantidad de alimento se

²⁵ CORREO ELECTRÓNICO de Andrés Echeverry; Gerente General de Colombian Ornamental Fish, CORFISH; Puerto Berrio, Antioquia. 2009.

calculó cada quince días según el muestreo de peso. El horario de alimentación fue a las 8:00 am, 11:00 am., 2:00 pm y 5:00 pm.

5.7 TRATAMIENTOS

Tres tratamientos y tres réplicas de la siguiente forma:

T1= Densidad de siembra de un pez por cada litro

T2= Densidad de siembra de un pez por cada dos litros

T3= Densidad de siembra de un pez por cada cuatro litros

5.7.1 Formulación de hipótesis.

H₀= Hipótesis nula: la densidad de siembra en la fase de levante del escalar (*P. scalare*) bajo condiciones de invernadero no produce diferencias significativas sobre la respuesta media de las variables evaluadas.

H₁= Hipótesis alterna: por lo menos una de las densidades de siembra en la fase de levante del escalar (*P. scalare*) bajo condiciones de invernadero presenta diferencias estadísticas significativas sobre el resultado medio de las variables evaluadas.

5.7.2 Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con submuestreo conformado por tres tratamientos y tres réplicas por tratamiento. Cada unidad experimental, fue conformada por el número de animales que corresponde a la densidad de siembra a evaluar.

La distribución de los tratamientos a las unidades experimentales se realizó aleatoriamente utilizando el método del coordinado negativo. El modelo lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_j + \varepsilon_{i(j)} + \eta_{k(ij)}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta de la j-esima unidad experimental que recibe i-esimo tratamiento.

μ = Media poblacional

T_j = Efecto del i-esimo tratamiento. $i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3$

$\varepsilon_{i(j)}$ = Error experimental asociada a la j-esima unidad experimental sometida al i-esimo tratamiento.

$\eta_{k(ij)}$ = Error de muestreo asociado a la k-esima muestra.

Para las variables incremento de peso e incremento de talla, se aplicó un análisis de varianza (ANAVA), utilizando la sumatorias de peso y talla para calcular los respectivos incrementos y así aplicar el modelo de tasa de crecimiento simple, con el fin de corregir problemas de independencia, con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{\text{Log} (\Sigma Pi) - \text{Log} (\Sigma Pf)}{t}$$

Donde:

K = Tasa de crecimiento simple

Pi = Incremento de peso inicial

Pf = Incremento de peso final

t = tiempo; que para éste caso se tomó como dos, porque se realizaron dos muestreos al mes.

La misma fórmula aplica para la tasa de crecimiento en talla, sólo se cambian los incrementos respectivos; para ninguna de las dos variables, fue necesario emplear la prueba de Tukey al 95% de confidencialidad, debido a que, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Para determinar la tasa de mortalidad se aplicó la prueba de Brand-Snedecor.

5.7.3 Variables evaluadas.

5.7.3.1 Incremento de peso (IP). Se refiere a la ganancia de peso obtenido por un individuo, en un determinado período y se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$IP = Wf - Wi$$

Donde:

IP: Incremento de peso

Wf: Incremento final en gramos

Wi: Peso inicial en gramos

5.7.3.2 Incremento de longitud (IL): El aumento de longitud durante un período, y se calcula mediante la fórmula:

$$IL = Lf - Li$$

Donde:

IL: Incremento de longitud.

Lf: Longitud final en centímetros.

Li: Longitud inicial en centímetros.

5.7.3.3 Tasa de mortalidad. Es el porcentaje de animales muertos en un período específico.

$$TM (\%) = \left(\frac{Pi - Pf}{Pi} \right) \times 100$$

Donde:

TM (%): Porcentaje de mortalidad.

Pi: Población inicial.

Pf: Población final.

5.7.3.4 Análisis parcial de costos. Es el índice que resulta de dividir los beneficios, (flujos de efectivo) entre los costos variables, calculados a valor presente de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$RBC= B/C$$

Donde:

RBC= Relación beneficio-costo

B= Beneficios

C= Costos

6. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 PARAMETROS FISICO-QUÍMICOS DEL AGUA

La temperatura promedio, registrada en el agua del estanque con cubierta tipo invernadero fue de 25.35 °C, con un valor mínimo de 23.64 °C y un máximo de 26.34 °C (Anexo K); por otra parte se monitoreo la temperatura del agua, de un estanque similar, pero sin cubierta, con el fin de cuantificar el incremento de temperatura logrado al utilizar la cubierta, esto dio como resultado un incremento promedio de 2.3 °C en la temperatura del agua (Anexo H). Maceda y González²⁶, reportan que el rango de temperatura para esta especie íctica oscila entre los 24 – 26 °C, es decir, que con la cubierta empleada se garantizó el rango.

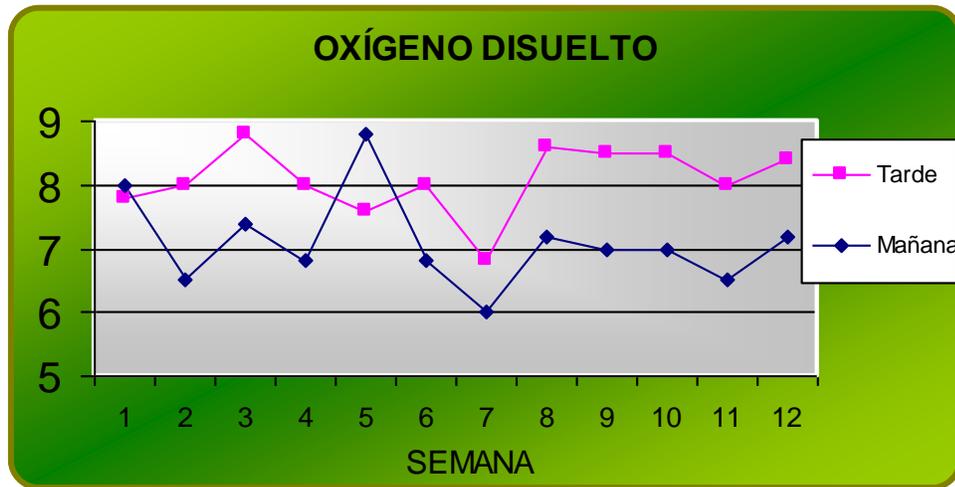
En la Tabla 1, se muestran los valores de oxígeno disuelto registrados en la mañana y en la tarde durante el período de estudio.

Tabla 1. Valores de oxígeno disuelto en la mañana y en la tarde durante el periodo de estudio.

Semana	Mañana	Tarde
1	8	7,8
2	6,5	8
3	7,4	8,8
4	6,8	8
5	8,8	7,6
6	6,8	8
7	6	6,8
8	7,2	8,6
9	7	8,5
10	7	8,5
11	6,5	8
12	7,2	8,4

²⁶ MACEDA, Alberto y GONZALEZ, Irene. Op. cit., p.1.

Figura 11. Comportamiento semanal para oxígeno disuelto.



En la figura 11, se puede observar que en la primera semana, hay una mínima variación entre la mañana y la tarde, porque se iniciaba con una agua carente de productividad primaria, sin embargo, al pasar las semanas, se notaron cambios entre la mañana y la tarde; siendo más alta, la cantidad de oxígeno disuelto en las tardes, (a excepción de la semana quinta), esto puede deberse al oxígeno aportado por el fitoplancton durante el día. En la semana quinta, se presentó el caso contrario, esto pudo haberse dado por los fenómenos climáticos; en las mañanas fuertes radiaciones solares y en las tardes alta precipitación, afectando así al fitoplancton y por ende a la producción de oxígeno.

El diseño de la cubierta, además, permitía que el agua lluvia, entrara al estanque por los diques, erosionándolos, y ocasionando una leve turbidez en el agua del estanque, y se presume que también esto afectaba a la productividad primaria.

Para el estudio el rango de oxígeno disuelto estuvo entre 6 – 8.8 mg/L. Arredondo y Ponce²⁷, opinan que una concentración de oxígeno por encima de 5 mg/L favorece el crecimiento de una especie íctica.

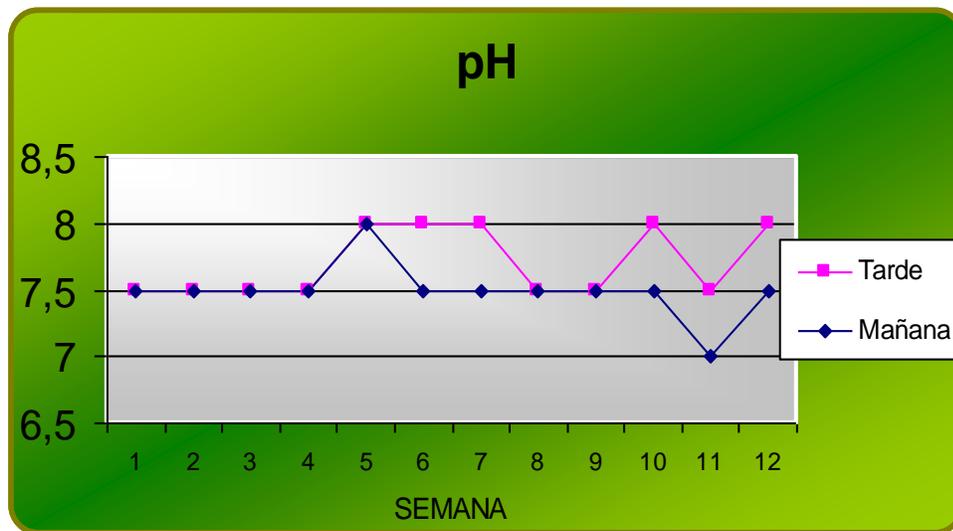
En la Tabla 2. Se muestran los valores de pH registrados en la mañana y en la tarde.

²⁷ ARREDONDO FIGUEROA, José y PONCE PALAFOX, Jesús. Calidad del Agua en Acuicultura, Conceptos y Aplicaciones. México. Agt Editor, s.a. p. 124.

Tabla 2. Valores de pH en la mañana y en la tarde durante el periodo de estudio.

Semana	Mañana	Tarde
1	7,5	7,5
2	7,5	7,5
3	7,5	7,5
4	7,5	7,5
5	8	8
6	7,5	8
7	7,5	8
8	7,5	7,5
9	7,5	7,5
10	7,5	8
11	7	7,5
12	7,5	8

Figura 12. Comportamiento semanal para pH.



En la figura 12, se observa el comportamiento del pH durante las 12 semanas de estudio, obteniendo el rango entre 7 – 8, es decir, un pH entre neutro a ligeramente alcalino.

Se puede apreciar una estabilidad en el pH desde la primera semana hasta la cuarta semana, luego se observa variación entre la mañana y la tarde de las siguientes semanas, esto se podría deber en cierta parte a la productividad

primaria. Según Marcano F., Renta R., y Rodríguez A.²⁸, el pH y el oxígeno disuelto se usan como indicadores del crecimiento de algas, porque las algas consumen el bióxido de carbono para crecer, si el bióxido de carbono disminuye, el pH del agua aumenta; y el oxígeno al ser un producto de la fotosíntesis, aumenta con el crecimiento de las algas.

Para la producción de escalares, Agudelo²⁹, reporta que el pH debe mantenerse entre 6,8 y 7,2 con tendencia a neutro; sin embargo, en el estudio se observó que el rango de pH fue más amplio 7 – 8 y tiende a ser ligeramente alcalino; y está de acuerdo con Martty³⁰, quien manifiesta que la cría de escalares es exitosa en aguas blandas con pH promedio de 7.6.

6.2 VARIABLES EVALUADAS

6.2.1 Incremento de peso. En la tabla 3. Se presenta el peso inicial y final promedio de la población. Con los datos de peso inicial se realizó un análisis de varianza ($p \geq 0.05$) (Tabla 4), demostrando que no existen diferencias significativas entre las medias iniciales.

Tabla 3. Peso inicial y final para cada tratamiento.

	T1	T2	T3
Peso inicial promedio (g)	1.28 ± 0.173	1.3 ± 0.170	1.29 ± 0.178
Peso final promedio (g)	3.95 ± 0.46	4.3 ± 0.28	4.3 ± 0.31

Tabla 4. Análisis de varianza para peso inicial.

Fuente	Suma de cuadrados	de Gl	Cuadrado medio	Coefficiente f	P-valor
Efectos principales					
A: tratamiento	0.03288889	2	0.0164444	0.50	0.6089
B: replica	0.182889	2	0.0914444	2.78	0.0680
Residuos	2.80078	85	0.0329503		
Total (corregido)	3.01656	89			

²⁸ MARCANO F., RENTA R., y RODRÍGUEZ A.²⁸, Ecología de Ecosistemas Acuáticos. [online], (Consultado el 23 de noviembre de 2010). Disponible en Internet, URL: <http://bc.inter.edu/facultad/arodriguez/cursos/biol3503/lab8_biol3503.htm>

²⁹ AGUDELO. Op. cit., p. 27.

³⁰ MARTTY, Hugo A. Escalares. Argentina. Editorial Albatros, p. 70

El análisis de varianza (Tabla 5), para la variable incremento de peso, demostró que no existen diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$), es decir, que las tres densidades de siembra estudiadas no inciden significativamente sobre las medias entre tratamientos.

Tabla 5. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento en peso.

Fuente	Suma de cuadrados	de GL	Cuadrado medio	Coefficiente F	P-valor
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTO	0.000206605	2	0.000103302	0.2	0.8199
B: REPLICA	0.153552	4	0.03881	74.18	0.0000
RESIDUOS	0.196644	38	0.000517483		
TOTAL (CORREGIDO)	0.173423	44			

6.2.2 Incremento de longitud. En la tabla 5. Se presenta la longitud inicial y final promedio de la población con la respectiva desviación estándar. Con los datos de peso inicial se realizó un análisis de varianza ($p \geq 0.05$) (Tabla 6), demostrando que no existen diferencias significativas entre las medias iniciales.

Tabla 6. Longitud estándar inicial y final promedio

	T1	T2	T3
Long. Estándar inicial promedio en cm.	3.05 ± 0.131	3.09 ± 0.135	3.05 ± 0.195
Long. Estándar final promedio en cm.	4.25 ± 0.223	4.25 ± 0.183	4.25 ± 0.218

Tabla 7. Análisis de varianza para longitud inicial

Fuente	Suma de cuadrados	de GL	Cuadrado medio	Coefficiente F	P-valor
Efectos principales					
A: tratamiento	0.142889	2	0.0714444	2.35	0.1017
B: replica	0.0228889	2	0.0114444	0.38	0.6876
Residuos	2.58578	85	0.0304209		
Total (corregido)	2.75156	89			

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto al incremento de talla, el análisis de varianza ($p \geq 0.05$) demostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 8. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento en longitud.

Fuente	Suma de cuadrados	de GL	Cuadrado medio	Coefficiente F	P-valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:	0.0000173418	2	0.0000086709	0.27	0.7625
TRATAMIENTO					
B: REPLICA	0.000582493	4	0.000145623	4.59	0.0040
RESIDUOS	0.00120664	38	0.0000317536		
TOTAL (CORREGIDO)	0.00180647	44			

De acuerdo con DEGANI G³¹, se generan diferencias estadísticas significativas en cuanto al incremento de peso y longitud en densidades de 1pez / 20L, versus 1 pez / 5L trabajando con diferentes niveles de proteína; por lo cual se podría afirmar que las tres densidades de siembra empleadas en el ensayo, tiene un margen muy estrecho entre tratamientos y pudo ser una de las razones para que no se presentaran diferencias significativas.

Además, se utilizaron estas densidades de siembra, ajustadas a la disponibilidad de animales, porque es difícil, contar con proveedores que surtan cantidades mayores a 300 animales de la misma edad, variedad, talla y peso. Con el fin de disminuir las variaciones en la población desde el inicio de la investigación.

La cantidad y calidad de alimento en la investigación se ajustó a los requerimientos de cada unidad experimental, porque se calculó en base a la biomasa de cada una, además se contó con la productividad primaria generada en el estanque, que no se cuantificó, pero, estuvo siempre presente en el ensayo y aportó a la alimentación de la especie.

³¹ DEGANI, G., Crecimiento de juveniles de escalar (*Pterophyllum scalare*), (Lichtenstein) (Pisces; Cichlidae) a diferentes densidades de siembra y tipos de alimento. [online]. Disponible en Internet: URL: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2109.1993.tb00651.x/abstract>>

Resultados similares por Campos-Barrantes, M.³² quien no obtuvo diferencias significativas en cuanto al incremento de tamaño y la ganancia de peso en los diferentes tratamientos al probar diferentes dietas alimenticias que contenían alimento vivo (*Daphnia pulex*), y un alimento seco.

6.2.3 Tasa de mortalidad. La prueba de Brand Snedecor (Anexo I), muestra la proporción de animales muertos y vivos, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, aunque hay que resaltar que el tratamiento T3 obtuvo la menor mortalidad (10.25%), al terminar el ensayo. (Tabla 9)

Tabla 9. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de los tratamientos.

	T1	T2	T3
Nº Inicial de peces	150	75	39
Nº Final de peces	125	62	35
Nº de peces muertos	25	13	4
% de mortalidad	16.66	17.33	10.25
% de sobrevivencia	83.33	82.67	89.75

La mortalidad que se presentó en el ensayo, fue en un mayor porcentaje en los tratamientos de más alta densidad, esto se pudo dar por el comportamiento agresivo y territorial de la especie. Según Petrovicky³³, el ejemplar más grande y saludable suele ser el pez dominante que compite por el espacio, la comida y por la pareja reproductora, enfrentándose con las aletas muy abiertas y mordeduras en la boca y cuerpo. Lesiones que se hicieron evidentes en el transcurso de la investigación y principales causas para ocasionar la mortalidad de los animales.

6.2.4 Análisis parcial de costos.

El análisis parcial de costos demuestra que, el menor costo variable se obtiene en el tratamiento T3 (\$214143), seguido del T2 (\$272815,8) y para el T1 (\$395030,2); este costo variable aumenta de acuerdo a la cantidad de peces; el costo unitario por pez fue de T1 (3160.2), T2 (4400.2) y T3 (6118.4) . En cuanto a la mayor rentabilidad se obtiene en el tratamiento T1 (153,15%), seguido de T2

³² CAMPOS-BARRANTES, Magda. Análisis comparativo de diferentes dietas en la alimentación de *Pterophyllum scalare* (pez ángel). [online]. Disponible en: URL:< <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=OET.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004052>>

³³ PETROVICKY, I. 1990. La enciclopedia de los peces de acuario. Susaeta, Madrid, España. p. 25.

(83,83%) y el T3 (30,75%). Así mismo para la relación costo-beneficio se obtuvo: en el T1 2,53, el T2 1,82 y T3 1,31.

Tabla 10. Análisis parcial de costos.

DETALLE	T1	T2	T3
COSTOS FIJOS			
Depreciación de materiales y equipos	48000	48000	48000
Mano de obra	102000	102000	102000
SUBTOTAL	150000	150000	150000
COSTOS VARIABLE			
Alevinos de escalar	225000	112500	58500
Alimento	19520,2	10060,8	5510,4
Medicamento	510	255	132,6
SUBTOTAL	245030,2	122815,8	64143
TOTAL EGRESOS (fijos + variables)	395030,2	272815,8	214143
ANALISIS ECONOMICO			
Utilidad Bruta	1000000	496000	280000
Ingreso Neto (utilidad bruta - total egresos)	604969,8	223184,2	65857
RENTABILIDAD (ingreso neto/total egresos *100)	153,15	81,81	30,75
RELACIÓN COSTO BENEFICIO (UB/TE)	2,53	1,82	1,31

Para el análisis económico se tuvo en cuenta la sobrevivencia por tratamiento de T1 (83,33 %), T2 (82,67 %) y T3 (89,75 %). Como también para la determinación del ingreso neto valores de \$1500 como precio de compra de los alevinos y un precio de venta de \$8000.

El costo unitario neto de cada escalar obtenido fue: para el T1 (\$ 1660.2), T2 (\$ 2900) Y T3 (\$4 618.2); teniendo en cuenta que para los costos fijos, sólo se trabajó en un área de 1.35 m² y el estanque poseía un área de con 122.4 m²

7. CONCLUSIONES

- La evaluación productiva de tres densidades de siembra (1pez / L, 0.5pez / L y 0.25pez / L) en la etapa de levante para la especie íctica escalar (*Pterophyllum scalare*) no genera diferencias significativas en las variables incremento de peso, incremento de longitud y tasa de mortalidad en este estudio.
- El análisis económico demostró que la mejor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento T1 (153,15%), seguido de T2 (83,83%) y el T3 (30,75%). Así mismo para la relación beneficio- costo se obtuvo: en el T1 2,53, en el T2 1,82 y en el T3 1,31.
- La alta densidad de siembra (1pez/L) hace más productiva la unidad de cultivo, sin embargo fue la que generó la tasa de mortalidad más alta (17.33%), pero no afectó la relación beneficio-costo porque fue superior a las otras dos densidades estudiadas.
- El costo unitario neto de cada escalar obtenido fue: para el T1 (\$ 1660.2), T2 (\$ 2900) Y T3 (\$4 618.2); teniendo en cuenta que para los costos fijos, sólo se trabajó en un área de 1.35 m² y el estanque poseía un área de con 122.4 m²
- La etapa de levante del escalar (*Pterophyllum scalare*), puede llevarse a cabo en estanque, siempre y cuando se trabaje con los rangos de tolerancia para la especie en cuanto a los parámetros físico-químicos del agua.

8. RECOMENDACIONES.

- Realizar evaluaciones con densidades de siembra diferentes a las estudiadas en este trabajo, hasta que se puedan presentar diferencias estadísticas, que afecten a variables tales como: incremento de peso, incremento de longitud y tasa de mortalidad.
- Continuar con trabajos en especies ícticas nativas ornamentales en el Departamento de Nariño.
- Trabajar con peces de tallas y pesos menores a los utilizados en esta investigación, con el fin de obtener una minimización de los costos generados por realizar el levante en condiciones de laboratorio.
- Se recomienda el uso de cubiertas tipo invernadero, para regiones que tienen variación de temperatura en el ambiente.
- Utilizar un ojo de malla, de un tercio de la altura del pez, para así, evitar la obstrucción por parte de las algas adheridas a la malla.

9. BIBLIOGRAFIA

AGUDELO, D. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel). [On line]. En: revista Lasallista. 2006. Vol. 2 no. 2,. P. 26. Disponible en Internet, URL: <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/vol2n2/p260_ARTICULO%20PEZ%20ANGEL%20O%20ESCALAR.pdf. 2006. p.26>

ARGUMEDO, Eric y ROJAS, Hector. Manual de piscicultura con especies nativas. Bogotá D.C,: Produmedios, 2002. 100p.

ARREDONDO FIGUEROA, José y PONCE PALAFOX, Jesús. Calidad del Agua en Acuicultura, Conceptos y Aplicaciones. México. Agt Editor, s.a. 144p.

BRUMMET, Citado por el Sistema de información de pesca y acuicultura, Boletín mensual: Comportamiento de las capturas de peces ornamentales años 2006-2007.[online]. Bogotá, D.C. 2006 [citado mayo 2008]. Disponible en Internet: <URL : http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200893162817_BolMay2008.pdf>

BUSTOS, P. Variedades y genética de los escalares. [On line]. [Citado 5/0/2006]. Disponible en internet : URL: <<http://ficheros.acuarioponzano.com/fich1.pdf>>

CALDERÓN, J. y SONNENHOLZNER. Cultivo de camarón. Experiencias y desafíos en el uso de invernaderos, Citado por CASTILLO Nora Tatiana y MAYA Clara del Rosario. Evaluación comparativa de un prebiótico y un probiótico, en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en un estanque tipo invernadero. Trabajo de grado, Ingeniero en Producción Acuícola. Pasto-Nariño.: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Recursos Hidrobiológicos, 2008. 112p.

CAMPOS-BARRANTES, Magda. Análisis comparativo de diferentes dietas en la alimentación de *Pterophyllum scalare* (pez ángel). [online]. Disponible en: URL:<<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=OET.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mn=004052>>

DEGANI, G., Crecimiento de juveniles de escalar (*Pterophyllum scalare*), (Lichtenstein) (Pisces; Cichlidae) a diferentes densidades de siembra y tipos de alimento. [online]. Disponible en Internet: URL: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2109.1993.tb00651.x/abstract>>

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. Estación Metereológica Granja Ospina Pérez. Nariño, 2009.

FUNDACION TECNOVA. Tecnova trabaja en el diseño de invernaderos para piscifactorias. [online]. [Citado el 27/03/2009]. (consultado el 13 de junio de 2009). Disponible en internet, URL:<www.fundaciontecnova.com/noticias/detalle.asp?noticias=150>

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, Propuesta de cuotas globales de pesca y otras medidas de manejo para el aprovechamiento de los recursos pesqueros colombianos [online]. Bogotá, D.C., 2009. [citado Agosto, 2009]. Disponible en Internet : <URL [http:// www.ica.gov.co/acuicultura](http://www.ica.gov.co/acuicultura)>

INVERNADEROS. [Anonimo]. [On line]. [Citado 15/05/2009]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.colprocah.com/docsPDF/Secciones/Invernaderos.pdf>. p. 1.>

MACEDA, Alberto. y GONZÁLEZ, Irene. Escalar, belleza y popularidad en un mismo pez. Alaquarium. [online]. 2003. [citado el 9/Mar/08]. Disponible en Internet, URL: <<http://www.Alaquairum.com/Escalar.htm>>

MARCANO F., RENTA R., y RODRÍGUEZ A.¹, Ecología de Ecosistemas Acuáticos. [online], (Consultado el 23 de noviembre de 2010). Disponible en Internet, URL: <http://bc.inter.edu/facultad/arodriguez/cursos/biol3503/lab8_biol3503.htm>

MARTTY, Hugo A. Scalares. Argentina. Editorial Albatros, 80p.

MUNICIPIOS DE COLOMBIA. Municipio de Consacá. Nariño, 2009. [On line] URL. Disponible en Internet: <http://www.consacá-nariño.gov.co/sitio.shtml>.

NORMAN, J. R. A history of Fishers. 3ª ed, London. Ernest Been Limited. 1975. 467 p.

PETROVICKY, I. 1990. La enciclopedia de los peces de acuario. Susaeta, Madrid, España. p. 25.

PISCICULTURA. Cría de Peces [Anónimo]. [online]. Bogotá, 2001. (consultado el 13 de junio de 2009). Disponible en internet, URL: <www.angelfire.com/la2/Ingenieriaagricola/archivos/CAEV6RUH.htm>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la Lengua Española, vigésima segunda edición. 2001. Disponible en Internet, URL: <<http://www.rae.es/rae.html>>

SCHINELLI, Teresa. Diseño de invernaderos. [On line]. [Citado 15/05/2009]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/forestal/silvicul/hdt19.pdf>. p. 3.>

SWANN, L. Reproduction of Angelfish (*Pterphyllum scalare*). En: Aquaculture Extension [On line]. Illinois-Indiana. [Citado 8/01/2006]. Disponible en internet: URL: <[http:// aquanic.org/publicat/state/il-in/as-489.pdf](http://aquanic.org/publicat/state/il-in/as-489.pdf).>

WAYNAROVICH, András. y WAYNAROVICH, Elek., Reproducción artificial de las especies *Colossoma* y *Piaractus*. Lima, Perú: Taller editorial, 1998. 65p.

ANEXOS

Anexo A. Registro diario de temperatura

Fecha	Hora	Invernadero		Observaciones
		Agua	Ambiente	
Día 1	8:00am	24	22	
	11:00am	25.5	25	
	2:00pm	26.5	28	
	5:00pm	26	22.5	
Día 2	8:00am	24	23.5	
	11:00am	27	31	Abre puerta
	2:00pm	27	27.5	
	5:00pm	27	26	
Día 3	8:00am	24	24	
	11:00am	26	27.5	
	2:00pm	28	24	
	5:00pm	26	24	
Día 4	8:00am	23.5	23	
	11:00am	25	25	
	2:00pm	26.5	29	Abre puerta
	5:00pm	25.5	24	
Día 5	8:00am	24	23	
	11:00am	26	26	
	2:00pm	25.5	25	
	5:00pm	27	23.5	

Anexo B. Registro de peso en gramos según muestreos realizados durante el período de estudio del Tratamiento 1.

Datos	Siembra	Muestreos				
		1	2	3	4	5
1	1	2	2,4	3,3	3,5	3,8
2	1,1	1,7	2,7	3,2	3,2	4,3
3	1,1	2,5	2,5	3	3,1	4,1
4	1,3	1,7	2,8	2,8	3,4	4
5	1,2	1,8	2,6	3	3	3,9
6	1	1,9	2,5	2,9	3,2	3,5
7	1	2,4	2,7	3,2	3,5	3,5
8	1,4	2,2	2,4	2,6	3	4,1
9	1	1,6	2,3	3,3	3,4	3,7
10	1	1,6	2,5	3	3,5	3,6
1	1,4	1,6	3	3,4	4,1	4,2
2	1,3	2,5	3	3,3	3,5	4,1
3	1,5	2,6	2,7	3	3,32	4
4	1,3	2	2,2	3,2	3,6	4
5	1,3	2,2	2,2	3,5	3,7	4,1
6	1	2,1	2,2	3,4	3,5	4,1
7	1,6	1,7	2,3	3,4	4	4,2
8	1,3	2,6	3,3	3,4	3,6	4,8
9	1,6	2,2	3,2	3,6	3,9	3,9
10	1,5	1,9	2,4	3,4	4	4,1
1	1,2	1,9	2,1	2,8	3	4
2	1,1	2,3	2,8	3	3,5	3,9
3	1,5	1,8	2,7	3,5	3,7	4,1
4	1,7	1,9	2,9	3,6	4,1	5,1
5	1,2	1,8	2,6	3,2	3,3	3,7
6	1,5	2,3	2,5	2,7	3	3,5
7	1,1	1,8	2,5	2,7	3,6	4
8	1,3	1,6	2	2,4	3	3,7
9	1,6	1,6	2,6	3	3,3	3,8
10	1,2	1,9	2,3	2,5	3,3	3,8

Anexo C. Registro de peso en gramos según muestreos realizados durante el período de estudio del tratamiento 2.

Datos	Siembra	Muestreos				
		1	2	3	4	5
1	1,3	2,1	2,9	3,3	3,9	4,7
2	1,2	1,7	2,4	3,2	3,8	4,5
3	1,3	2,3	2,9	3,1	3,9	4,7
4	1,2	2,1	2,8	2,8	4	4
5	1,4	1,9	2,4	3,4	3,6	4,5
6	1,1	2,2	2,4	3,3	3,8	4,5
7	1,3	2	2,6	3,8	3,9	4,3
8	1	2,5	2,5	2,9	4	4
9	1,5	2	2,8	3,1	3,9	4,6
10	1,5	1,8	2,8	3,7	4	4,3
1	1,4	1,5	2,4	3	3,7	4,2
2	1,5	1,9	2	3,3	3,8	4,7
3	1,5	2,8	3,4	3,8	4	4,3
4	1,1	1,8	1,8	3,2	4,5	4,7
5	1,1	2,8	2,8	3,4	3,6	4,3
6	1,1	1,9	2,1	3	3,9	4,7
7	1,2	1,4	1,8	3,2	3,8	4,2
8	1,2	2	2,7	3,5	3,8	4,6
9	1,3	1,6	2,4	3,2	3,4	4,3
10	1,4	2,2	3	3,7	3,9	4
1	1,6	1,8	2,6	3,2	3,5	3,9
2	1,2	1,6	2	3,3	3,6	4,6
3	1,5	1,6	3,2	3,4	3,8	4
4	1,2	2,5	2,6	3,5	3,7	4
5	1,3	2	2,2	2,4	3,6	4,5
6	1,2	1,9	2,4	3,3	3,7	4,3
7	1,8	1,8	2,8	3,6	4,1	4,4
8	1,2	1,8	2,1	2,2	3,5	4
9	1	1,8	2,7	3	3,6	4,6
10	1,4	2,9	3	3,3	3,8	4,8

Anexo D. Registro de peso en gramos según muestreos realizados durante el período de estudio del tratamiento 3.

Datos	Siembra	Muestreos				
		1	2	3	4	5
1	1,2	2,5	2,5	3,3	4,5	4,5
2	1,3	1,6	2,6	3,2	3,6	4,8
3	1,3	1,9	2,4	3,3	3,8	4,6
4	1,2	1,4	2,4	3	3,4	3,5
5	1,3	1,7	2,3	3,2	3,6	4,5
6	1	2,2	3	3,5	3,8	3,9
7	1,3	1,5	2,2	2,5	4	4,1
8	0,9	2,1	2,7	3,4	3,4	4,5
9	1,4	2,3	2,9	3,4	3,5	4,2
10	1,5	2	2,9	3,4	3,5	4,5
1	1,1	1,9	1,9	3,3	3,7	4,2
2	1,2	2,6	2,8	3,2	3,5	4
3	1,3	1,5	2,8	3,3	3,8	4,9
4	1,5	1,8	2,9	3	3,6	4,1
5	1,3	1,9	2,3	3,2	3,5	4,6
6	1,3	1,6	2,4	3,3	3,5	4
7	1,6	2,2	2,3	2,5	3,4	4,5
8	1,4	2,3	2,5	3,4	3,9	4,3
9	1,2	1,9	2,8	3,4	3,8	4,2
10	1,1	1,6	2,6	3,4	4	4,3
1	1,4	1,8	2,6	3,5	3,9	4,1
2	1,1	1,7	2,6	3,2	4	4
3	1,3	3,3	3,3	3,5	3,9	4
4	1	2,1	2,4	3,5	4,1	4,3
5	1,3	1,9	2,5	3,3	3,8	4,2
6	1,4	2,3	2,3	3,2	3,8	4,2
7	1,1	2,3	2,8	3,1	4	4,3
8	1,2	2,1	2,9	3,4	3,7	4
9	1,4	2,2	2,8	3,1	3,6	4,6
10	1,3	1,8	3,2	3,4	3,7	4,7

Anexo E. Registro de Longitud estándar en centímetros según muestreos realizados durante el período de estudio del tratamiento 1.

Datos	Siembra	Muestreos				
		1	2	3	4	5
1	1	3,4	3,7	3,8	4,1	4,5
2	1,1	3,3	3,8	4,1	4,5	5,2
3	1,1	3,5	3,7	3,9	4	4,3
4	1,3	3,1	3,2	3,8	4,2	4,3
5	1,2	3,2	3,4	3,7	4	4,2
6	1	3,2	3,7	3,9	4	4,1
7	1	3,7	3,7	4	4,3	4,4
8	1,4	3,3	3,6	3,7	3,8	4,6
9	1	3	3,2	3,8	4,1	4,3
10	1	3,2	3,4	3,4	3,8	4,1
1	1,4	3,5	3,8	4,2	4,3	4,5
2	1,3	3,7	3,9	4,1	4,2	4,3
3	1,5	3,3	3,5	3,6	3,7	4
4	1,3	3,4	3,5	3,8	4	4,2
5	1,3	3,2	3,4	3,5	4,1	4,2
6	1	3,3	3,5	3,6	3,7	4,2
7	1,6	3	3,8	3,9	4	4,1
8	1,3	3,8	3,9	4	4,2	4,3
9	1,6	3,4	3,5	4,2	4,2	4,2
10	1,5	3,4	3,5	3,7	4,2	4,5
1	1,2	3,3	3,4	3,5	3,8	3,9
2	1,1	3,2	3,6	3,7	3,8	3,9
3	1,5	3	3,4	3,6	3,8	4
4	1,7	3,1	3,7	3,9	4,2	4,4
5	1,2	3,4	3,4	3,7	3,9	4
6	1,5	3,3	3,4	3,5	3,8	4,1
7	1,1	3,1	3,6	3,9	4,1	4,3
8	1,3	3	3,1	3,2	3,6	4,2
9	1,6	3,4	3,5	4	4,2	4,3
10	1,2	3,3	3,4	3,5	3,8	3,9

Anexo F. Registro de Longitud estándar en centímetros según muestreos realizados durante el período de estudio del tratamiento 2.

Datos	Siembra	Muestreos				
		1	2	3	4	5
1	3	3,4	3,6	3,8	4,2	4,3
2	3	3	3,7	3,7	3,8	4,4
3	3	3,2	3,5	3,6	3,6	4,5
4	3	3,4	3,5	3,6	3,7	4,2
5	3,2	3,2	3,3	3,4	4	4,2
6	3	3,4	3,6	3,7	4	4,1
7	3	3,1	3,6	3,7	3,8	3,9
8	3	3,7	3,7	4,2	4,3	4,5
9	3	3,3	3,5	3,6	4	4,2
10	3	3,3	3,4	4,2	4,3	4,4
1	3,1	3,4	3,6	3,7	4	4,4
2	3,2	3,3	3,5	3,6	3,6	4,3
3	3	3,9	4	4,2	4,2	4,3
4	3,1	3,2	3,2	3,4	4	4
5	3,1	3,6	3,7	3,7	4	4,3
6	3,1	3,2	3,5	3,7	4,1	4,2
7	3	3,2	3,4	3,9	4	4,2
8	3	3,3	3,6	3,6	4,2	4,3
9	3	3,1	3,6	3,9	4,1	4,4
10	3,2	3,4	4,2	4,2	4,4	4,6
1	3,2	3,2	3,4	3,8	3,8	4
2	3	3,1	3,6	3,6	3,7	4,1
3	3,1	3,2	3,8	3,8	3,9	4,1
4	3	3,3	3,5	3,5	3,9	4
5	3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,2
6	3,1	3,2	3,3	4	4,2	4,5
7	3	3,2	3,4	3,6	4,3	4,4
8	3	3,1	3,5	3,5	3,9	4
9	3	3,4	3,5	3,7	3,9	4,5
10	3	3,8	3,9	3,9	4	4,1

Anexo G. Registro de Longitud estándar en centímetros según muestreos realizados durante el período de estudio del tratamiento 3.

Datos	Siembra	Muestreos				
		1	2	3	4	5
1	3	3,4	3,7	3,7	4,5	4,7
2	3,1	3,2	3,6	3,6	4	4,5
3	3	3,5	3,6	3,7	4,1	4,1
4	2,8	3	3,6	3,8	3,9	4,1
5	3	3,2	3,4	3,8	3,9	4,2
6	3,1	3,3	3,5	3,5	4,2	4,5
7	3	3,2	3,6	3,9	3,9	4,8
8	3	3,4	3,4	3,4	4	4,2
9	3,5	3,5	3,5	3,6	3,8	3,9
10	2,8	3,4	3,7	3,7	3,8	4
1	3	3,3	3,4	3,6	4	4,1
2	3	3,6	3,7	3,8	4	4,1
3	3	3	3,7	3,7	3,9	4,1
4	2,7	3,2	3,9	3,9	4	4,2
5	2,7	3,2	3,4	3,4	3,9	3,9
6	3	3,1	3,6	3,6	3,9	4
7	3,1	3,2	3,5	3,9	4,1	4,2
8	3	3,3	3,5	3,6	3,8	4,1
9	3,1	3,2	3,4	3,9	3,9	4
10	2,9	3	3,8	3,8	4,1	4,3
1	3	3,2	3,5	3,6	3,9	4,2
2	3,2	3,7	3,8	3,9	4,2	4,5
3	3,3	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2
4	3,1	3,4	3,5	4	4,1	4,4
5	3	3,3	3,4	3,8	4,1	4,4
6	3	3,2	3,4	3,5	3,9	4
7	3,2	3,6	3,6	3,7	3,7	4,2
8	3	3,2	3,5	3,6	4,1	4,3
9	3	3,2	3,3	3,8	3,9	4,8
10	3	3,3	3,6	4	4,2	4,6

Anexo H. Temperatura promedio (°C) durante el período experimental en el estanque con cubierta tipo invernadero y en un estanque sin cubierta.

	Agua invernadero	Ambiente invernadero	Agua Exterior	Ambiente ext.
08:00 a.m.	23,6	22,8	21,0	19,9
11:00 a.m.	25,5	26,2	23,3	23,5
02:00 p.m.	26,3	26,7	24,1	24,3
05:00 p.m.	25,9	24,2	23,6	22,5

Anexo I. Prueba de Brand Snedecor para tasa de mortalidad

Respuesta	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
Éxito	83,34	82,67	89,75	221,00
Fracaso	16,66	17,33	10,25	42,00
Total	100,00	100,00	100,00	263,00
Pi	0,833	0,827	0,898	0,840
Pi*a_i	69,456	68,343	80,551	185,707

n = 3
 n - 1 = 2
 Alfa = 0,01
 1 - alfa = 0,05
 p = 0,840
 α = 0.160

$$\chi^2_c = \frac{[\sum a_i \cdot p_i] - [p \cdot \sum a_i]}{pq}$$

$\chi^2_c = 1,125$ **Decisión =** No existen diferencias significativas
 $\chi^2_{t(1-\text{alfa})} = 5,99$