

**EFFECTO COMPARATIVO DE ARTEMIA SALINA, ARTEMIA ENRIQUECIDA  
CON OMEGA-3 Y BALANCEADO COMERCIAL, SUMINISTRADO DURANTE  
OCHO Y DIECISÉIS DÍAS EN LA FASE DE ALEVINAJE DE ESCALARES  
(*Pterophyllum scalare*), EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO EN EL CENTRO  
EXPERIMENTAL AMAZÓNICO, CEA., MOCOA, PUTUMAYO**

**DIANA ELIZABETH CORAL SANTACRUZ  
CATHERINE DAYANA MEZA BOTINA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
SAN JUAN DE PASTO  
2014**

**EFFECTO COMPARATIVO DE ARTEMIA SALINA, ARTEMIA ENRIQUECIDA  
CON OMEGA-3 Y BALANCEADO COMERCIAL, SUMINISTRADO DURANTE  
OCHO Y DIECISÉIS DÍAS EN LA FASE DE ALEVINAJE DE ESCALARES  
(*Pterophyllum scalare*), EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO EN EL CENTRO  
EXPERIMENTAL AMAZÓNICO, CEA., MOCOA, PUTUMAYO**

**DIANA ELIZABETH CORAL SANTACRUZ  
CATHERINE DAYANA MEZA BOTINA**

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

**Director  
JORGE NELSON LÓPEZ MACÍAS  
D.M.V.Z., Esp., M.Sc., Ph.D**

**Asesor Estadístico  
MARCO ANTONIO IMUÉS FIGUEROA  
Zoot, Esp, MSc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
SAN JUAN DE PASTO  
2014**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

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

Artículo 1° del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

**JORGE NELSON LÓPEZ MACÍAS**  
**D.M.V.Z., Esp.,M.Sc.,Ph.D**  
**Director**

---

**ALBA LUCY ORTEGA SALAS**  
**M.Sc., Administración y Competitividad**  
**Jurado Delegado**

---

**VILMA YOLANDA GÓMEZ NIEVES**  
**Bióloga Marina**  
**Jurado**

San Juan de Pasto, Mayo de 2014.

## *Dedicatoria:*

*Sin lugar a duda, este trabajo es el fruto del esfuerzo, dedicación y constancia. Principalmente, el mérito es de Dios, por permitir que todo llegue a mi vida en el momento justo, y llevarme de su mano por este largo camino, que irónicamente, aún empieza, por ser esa luz constante, ese aire, que con solo un respiro, supo darme las fuerzas para levantarme.*

*A mi madre, Marlene Botina, por ser ese ejemplo a seguir, por su apoyo incondicional, gracias a sus consejos, y por inculcarme esos valores, que solo en casa se aprenden.*

*A mi padre, Ángel Meza, por ser ese gran maestro, que sin un título, tiene una gran profesión, por enseñarme a ponerle una sonrisa a la vida, e indicándome que cuanto más oscura se pone la noche, es porque el amanecer se avecina.*

*A mis hermanas. Johana Meza, por cada momento compartido durante este camino, que se transformó en experiencia para mi vida. A Melanie, por ser esa inspiración, al saber que todo es posible si se persevera.*

*A mi sobrinita Ángela, por ese amor desinteresado, y esa inocencia característica de la que no se deja de aprender.*

*A ti Diana, por compartir todo este trayecto juntas, como no todos lo hicieron, por ser esa mejor amiga que todos quieren, pero solo yo he tenido la suerte de poderla tener.*

*A todas esas personas, que se cruzaron en mi camino, y dejaron consigo una huella imborrable, por brindarme su amor, apoyo y confianza, cada uno tiene una parte en este logro, gracias a ustedes, este sueño se hizo realidad.*

*¡Muchas Gracias!*

*“Nunca dejes de aprender, la vida nunca te dejara de enseñar”.*

*Catherine Meza*

## *Dedicatoria.*

*Hoy logré culminar un sueño, un escalón más en mi formación profesional, de muchos que vendrán; Infinitas gracias a Dios por ser mi guía, mi inspiración, la fuerza para nunca decaer y siempre levantarme.*

*A mis padres, Jaime Alirio y Yolanda Elizabeth, por ser las personas más especiales e incondicionales, que desde el momento que llegue a este mundo han velado por mi bienestar sin pedir nada a cambio, mil gracias por su dedicación, amor, por sus sacrificios; muy cierta la frase que el único amor verdadero es el de los padres a sus hijos, y con ustedes lo he comprobado, ustedes han sido y seguirán siendo el motor de mi vida, las ganas para seguir luchando ante tantos retos y obstáculos de esto llamado vida, porque con sus consejos, palabras e incluso regaños han forjado en gran parte la persona y profesional que ahora soy. Mil gracias por darme una carrera, por confiar en mí, gracias de todo corazón.*

*A mis hermanos Andrea Ximena y Diego Fernando porque durante estos años han sido mi compañía, mis amigos; por compartir alegrías, lagrimas, victorias, porque sé que siempre nos apoyaremos, a toda mi familia por su apoyo, cariño y por compartir conmigo buenos y malos momentos..*

*A mi amiga, Hermana Katherine Dayana por ser la compañía en estos años de travesía en la universidad, porque un verdadero amigo es difícil de encontrar, y si lo encontramos debemos cuidarlo como un tesoro, y eso eres para mí. Muchas gracias por todo, y con nostalgia pero con felicidad infinita “Lo hemos logrado”, porque la amistad verdadero continúa creciendo, más allá de la distancia.*

*A todos mis amigos y amigas, gracias por estar con mígo en todo este tiempo, momentos buenos y malos, recuerden que los llevó en mi corazón.*

*A mis profesores quienes han forjado de mí una mejor persona y profesional, por su paciencia y dedicación, por compartir su conocimiento.*

*“Aprendí que lo difícil. No es llegar a la cima, Sino jamás dejar de subir”  
Alberto Medina*

**DIANA ELIZABETH CORAL SANTACRUZ**

## AGRADECIMIENTOS

JORGE NELSON LÓPEZ  
MACÍAS

D.M.V.Z., Esp.,M.Sc.,Ph.D

WILLIAM VELASCO RENJIFO

Director General  
CORPOAMAZONIA

MAURICIO VALENCIA  
SEPÚLVEDA

Sub-Director de Manejo Ambiental  
CORPOAMAZONIA.

VILMA YOLANDA GÓMES  
NIEVES

Bióloga Marina.  
Docente de la facultad de Ciencias  
Pecuarias Universidad de Nariño.

ALBA LUCY ORTEGA SALAS

M.Sc., Administración y Competitividad  
Docente de la facultad de Ciencias  
Pecuarias Universidad de Nariño.

MARCO ANTONIO IMUÉS  
FIGUEROA

Zootecnista, Esp., M.Sc.  
Docente de la facultad de Ciencias  
Pecuarias Universidad de Nariño.

CAMILO LENIN GUERRERO  
ROMERO

Ingeniero en Producción Acuícola.  
Técnico Laboratorio de Ingeniería en  
Producción Acuícola.

LUIS ALFONSO SOLARTE  
PORTILLA

Zootecnista, Esp. Secretario Académico  
de la Facultad de Ciencias Pecuarias  
Universidad de Nariño.

LADY JOHANNA MEZA  
BOTINA

Ingeniera en Producción Acuícola

PIEDAD MEJIA SANTACRUZ

Secretaria del Departamento de  
Recursos Hidrobiológicos Universidad  
de Nariño.

OSCAR MEJIA SANTACRUZ

Economista.  
Auxiliar del Centro de Documentación  
Especializada del Departamento de  
Recursos Hidrobiológicos Universidad  
de Nariño.

A la Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA, por la cofinanciación de este proyecto, permitiendo utilizar las instalaciones, materiales e insumos necesarios para ésta investigación. Al personal que conforma el Centro Experimental Amazónico (CEA).

A los docentes que conforman el programa de Ingeniería en Producción Acuícola y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron al desarrollo de esta investigación.



## CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	19
2. OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GENERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3. MARCO REFERENCIAL	22
3.1 GENERALIDADES DEL PEZ ESCALAR ( <i>Pterophyllum salare</i> )	22
3.1.1 Taxonomía.	23
3.1.2 Hábitat y Distribución	24
3.1.3 Hábitos Alimenticios	24
3.2 ALIMENTACIÓN	25
3.2.2 Artemia como alimento para peces ornamentales	28
3.2.5 Clasificación taxonómica	31
3.2.6 Balanceado comercial para peces ornamentales	32
4. MATERIALES Y MÉTODOS	33
4.1 LOCALIZACIÓN	33
4.2 PERÍODO DE ESTUDIO	33
4.3 INSTALACIONES	34
4.4 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	34
4.4.1 Materiales	34
4.4.2 Equipos	35
4.4.3 Insumos	35
4.5 MATERIAL BIOLÓGICO	35
4.6 PLAN DE MANEJO	36
4.6.1 Preparación y desinfección de materiales	36
4.6.2 Adecuación de acuarios.	36
4.6.3 Distribución de alevinos.	36
4.6.4 Monitoreo de parámetros físico-químicos	36
4.6.5 Muestreos.	37
4.6.6 Alimentación	37
4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
4.8 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	39
4.8.1 Tipo de alimento	40
4.8.2 Tiempo	40
4.8.3 Interacción	40
4.9 VARIABLES DE ESTUDIO	41
4.9.1 Incremento de peso	41
4.9.2 Incremento talla	41
4.9.3 Supervivencia	41
4.9.4 Análisis de relación Beneficio-Costo	41

4.9.5 Tasa de crecimiento simple (TCS).	41
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
5.1 EVALUACION DE VARIABLES PRODUCTIVAS	42
5.1.1 Peso inicial	42
5.1.3 Talla inicial	42
5.1.4 Incremento de talla.	43
5.1.5 Tasa de crecimiento simple (TCS)	44
5.1.6 Supervivencia	46
5.2 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA.	47
5.3 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO.	47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
6.2 CONCLUSIONES	47
6.3 RECOMENDACIONES	50
7. BIBLIOGRAFÍA	51

## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b>	Aminoácidos presentes en nauplios de artemia	25
<b>Tabla 2</b>	Distribución de tratamientos	36
<b>Tabla 3</b>	Parámetros físico químicos promedios por tratamiento.	43
<b>Tabla 4</b>	Costos parciales de la investigación.	43
<b>Tabla 5</b>	Resumen del cálculo de la relación benéfico/costo	44

## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
<b>Figura 1</b>	Ejemplar de Pez Ángel o Escalar ( <i>Pterophyllum scalare</i> ).	21
<b>Figura 2</b>	Localización geográfica de Centro Experimental Amazónico	29
<b>Figura 3</b>	Área de manejo de peces ornamentales	30
<b>Figura 4</b>	Alevino de Escalar ( <i>Pterophyllum scalare</i> )	32
<b>Figura 5</b>	Registro de talla de alevino de Escalar	33
<b>Figura 6</b>	Incremento de peso durante el periodo de estudio	39
<b>Figura 7</b>	Incremento de talla durante el periodo de estudio	40
<b>Figura 8</b>	Tasa de crecimiento simple para cada tratamiento	41
<b>Figura 9</b>	Supervivencia durante el periodo de estudio	42
<b>Figura 10</b>	Relación beneficio costo por tratamiento	44

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A.</b> Análisis de varianza para Tasa de Crecimiento simple	50
<b>Anexo B.</b> Prueba de Tukey para Tasa de Crecimiento Simple ( $\alpha=0,05$ )	50
<b>Anexo C.</b> Análisis multifactorial para factor tiempo.	50
<b>Anexo D.</b> Prueba LCD para factor tiempo ( $\alpha=0,05$ )	51
<b>Anexo E.</b> Análisis multifactorial para el factor tipo de alimento	51
<b>Anexo F.</b> Prueba LSD para el factor tipo de alimento ( $\alpha=0,05$ )	51
<b>Anexo G.</b> Supervivencia prueba de Brand-Snedecor	52
<b>Anexo H.</b> Monitoreo parámetros fisicoquímicos del agua durante el Experimento	52
<b>Anexo I.</b> Análisis de varianza para pH entre tratamientos	69
<b>Anexo J.</b> Análisis de varianza para temperatura agrupada en la mañana, tarde y noche.	69
<b>Anexo K.</b> Prueba de Tukey entre mañana, tarde y noche para temperatura.	69
<b>Anexo L.</b> Análisis de varianza para oxígeno disuelto entre tratamientos.	69
<b>Anexo O.</b> Análisis estadístico de peso inicial	70
<b>Anexo P.</b> Análisis estadístico de talla inicial	70
<b>Anexo Q.</b> Interacción entre factores unos y dos	70

## GLOSARIO

**PECES ORNAMENTALES:** organismos acuáticos que por su vistosidad y belleza tienen demanda comercial e incluyen peces e invertebrados como corales, crustáceos, moluscos y equinodermos.

**PEZ ESCALAR:** también llamado pez Ángel (*Pterophyllum scalare*), un ciclido tropical nativo de agua dulce; Originaria de la cuenca Orinoco, Amazonas y muy solicitado en el mundo de la acuarofilia.

**OMEGA-3:** serie de ácidos grasos indispensable de cadena larga poliinsaturados, que se encuentra en alta proporción en el fitoplancton y zooplancton y en los tejidos de ciertos peces migratorios de aguas frías, de gran importancia para la actividad inmunológica, crecimiento y reproducción de los organismos hidrobiológicos cultivados.

**ARTEMIA SALINA:** es un huevo en estado quístico de un branquiópodo del orden *Anostraca*, propio de aguas salobres continentales, de distribución cosmopolita. Es la presa viva adecuada para la alimentación de los estadios post-larvarios de muchas especies de peces y crustáceos marinos debido al alto contenido proteínico.

**ALEVINOS:** etapa fisiológica de los organismos acuáticos y se inicia en el momento de reabsorber la yema vitelina y recibir alimento exógeno por primera vez.

**BIOENCAPSULACION:** técnica empleada actualmente para mejorar el valor nutritivo de un microorganismo, utilizando micro-algas marinas, levaduras, ácidos esenciales, medicamentos y emulsiones.

**HUFA:** ácidos grasos altamente poliinsaturados con más de dos dobles enlaces carbono-carbono. En tejidos de peces ácidos grasos tales como el 20:5w3 y el 22:6w3. Son fuentes energéticas y deben incluirse en la alimentación de peces.

**DHA:** ácido graso esencial poliinsaturado de la serie omega-3. Químicamente es un ácido carboxílico. Se encuentra en el aceite de pescado y en algunas algas.

**EPA:** ácido eicosapentanoico de la serie omega 3.

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Centro Experimental Amazónico (CEA), Mocoa, Putumayo y comprobó el efecto de suministrar artemia salina, artemia enriquecida con omega-3 y balanceado comercial a alevinos de escalar (*Pterophyllum scalare*), como primera alimentación durante un cohorte de 8 y 16 días, y su efecto sobre las variables: incremento de peso y talla, sobrevivencia, tasa de crecimiento simple y relación beneficio/costo. Además, se efectuó un monitoreo de parámetros fisicoquímicos como: pH, temperatura y oxígeno disuelto.

Se analizó 180 ejemplares de escalar, distribuidos en 6 acuarios de 50 L, provistos de termostato y aireación, los cuales se dividieron en tres unidades experimentales por acuario y cada unidad contó con 10 ejemplares, con peso y talla inicial de  $0,09 \pm 0,07$ g y  $0,40 \pm 0,03$ cm respectivamente. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con Arreglo Factorial, con dos factores, como primer factor el tipo de alimento con tres niveles, artemia salina, artemia enriquecida con omega-3 y balanceado comercial y el tiempo con dos niveles, 8 y 16 días. La combinación de los factores estableció 6 tratamientos, de la siguiente forma:

**T1:** Nauplios de Artemia Salina suministrados durante 8 días

**T2:** Nauplios de Artemia Salina suministrados durante 16 días

**T3:** Artemia enriquecida con Omega-3 suministrada durante 8 días

**T4:** Artemia enriquecida con Omega-3 suministrada durante 16 días

**T5:** Balanceado comercial durante 8 días

**T6:** Balanceado comercial durante 16 días

La tasa de crecimiento simple presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), con  $6,56 \pm 0,008$ g correspondiente al T4. La sobrevivencia según la prueba de Brand-Snedecor detectó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ), de los tratamientos T1, T2 T3 y T4 con respecto al T5 y T6.

El análisis beneficio costo reportó la mejor relación con un valor de 1,93 para el T3 comparado con los T1, T4, T5, T2 y T6, con valores de 1,60, 1,40, 1,35, 1,04m y 0,86 respectivamente. Los parámetros físico químico se mantuvieron en los rangos establecidos para la especie objeto de cultivo.

## ABSTRACT

The research was developed in the Amazonic Experimental Center (CEA), Mocoa, Putumayo and checked the effect of supply: Artemia salina, Artemia enriched with omega-3 and commercial feed in fingerlings of scalar (*Pterophyllum scalare*), as a first food for a cohort of 8 and 16 days, and its effect on the variables: increase in weight and height, survival, growth rate and simple benefit / cost ratio. Additionally, was done a monitoring of physicochemical parameters such as: pH, temperature and dissolved oxygen.

180 scalar specimens were studied, distributed in 6 aquariums of 50 liters, equipped with thermostat and constant aeration. The aquariums were divided for maintain three experimental units and each unit counted with 10 specimens, weighing and initial size of  $0,09 \pm 0,07$  g y  $0,40 \pm 0,03$  cm respectively. A Randomized Design with factorial arrangement was used, with two factors: first factor, food type that counted with three levels: artemia salina, artemia enriched with omega-3 and commercial feed. The second factor was time with two levels 8 and 16 days. From the combination of the two factors resulted 6 treatments, which are listed below:

- T1:** Nauplii of Artemia Salina supplied for 8 days
- T2:** Nauplii of Artemia Salina supplied for 16 days
- T3:** Artemia enriched with Omega-3 supplied for 8 days
- T4:** Artemia enriched with Omega-3 supplied for 16 days
- T5:** Commercial Balanced for 8 days
- T6:** Commercial Balanced for 16 days

The simple growth rate showed significant differences ( $p < 0.05$ ), with  $6,568 \pm 0,008$  g for the T4 treatment. Survival according to Brand-Snedecor test detected statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) of T1, T2, T3 and T4 treatments with respect to T5 and T6.

The cost benefit analysis reported the best relationship with a value of 1.93 for the T3 compared with T1, T4, T5, T2 and T6, with values of 1.60, 1.40, 1.35, 1.04 m and 0.86 respectively. The physic-chemical parameters remained within the ranges established for the species subject to cultivation.



## 1. INTRODUCCIÓN

La demanda actual de peces ornamentales a nivel mundial presenta un crecimiento significativo cada vez más evidente, Agudelo<sup>1</sup> afirma que ésta demanda es suplida, principalmente, por países asiáticos y otros países desarrollados. Colombia ha sido catalogada como un país mega-diverso, ocupando el segundo lugar con mayor diversidad biológica del mundo por unidad de área principalmente en región Amazónica, que dispone de un número alto de especies icticas con potencial acuariofílico, que ha posicionado al país en el mercado internacional de peces ornamentales.

López-Macías<sup>2</sup> señala que la explotación extractiva de peces ornamentales de manera intensiva con diferentes artes de pesca, sistemas de acondicionamientos, aclimatación físico-química, transporte, bodegaje y embalaje genera mortalidades superiores al 90%, lo que se compensa con mayores esfuerzos de captura y presión sobre este recurso natural, de tal manera que muchas especies icticas ornamentales de la cuenca Orinoco-Amazonas están clasificadas por el libro rojo y la convención CITES en alto grado de vulnerabilidad o extinción. Mancera *et al*<sup>3</sup>, afirma que las especies ornamentales nativas con mayor flujo de exportación son: tetra cardenales (*Paracheirodon axelrodi*), otocinclos (*Otocinclus affinis*), arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), raya motora (*Potamotrygon motoro*), cucha real (*Panaque nigrolineatus*) y el escalár (*Pterophyllum scalare*), constituyéndose esta última en el primer renglón exportador de Puerto Inírida, capital del departamento del Guainía.

La producción de peces ornamentales bajo condiciones controladas, es una actividad que permite obtener beneficios de tipo económico, social, ambiental y científico. Especies nativas como el escalár, permiten pensar en alternativas de producción económicamente sostenible, debido a que pueden ser producidas bajo condiciones controladas. Sin embargo Halver y Guillaume, citados por Hernández<sup>4</sup> sostienen que es necesario determinar los requerimientos nutricionales de la especie, especialmente en las primeras fases, cuando se inicia la alimentación exógena, para maximizar la sobrevivencia y el crecimiento, que dependen

---

<sup>1</sup> AGUDELO, Antonio. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel o escalár). Revista Lasallista de Investigación, 2005, vol. 2, no 2.

<sup>2</sup> LOPEZ-MACIAS. J. N. Nutrición y alimentación piscícola. Pasto: Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2014. 348 p.

<sup>3</sup> MANCERA, Néstor; ÁLVAREZ, León. Comercio de peces ornamentales en Colombia; *Acta biol. colomb*, 2008, vol. 13, no 1, p. 23-52. Disponible en internet: <http://www.ica.gov.co/Noticias/Pesca-y-Acuicultura/2013.aspx>

<sup>4</sup> HERNANDEZ, Ana. Efecto del enriquecimiento de *Artemia franciscana* con diferentes niveles de w-3 DHA/EPA sobre crecimiento de juveniles de pez blanco (*Menidia stor*). Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. Octubre de 2009. P.21.

directamente de la cantidad y calidad del alimento ingerido. En la fase de alevinaje, alimentos vivos como rotíferos (*Brachionus sp.*), pulgas de agua (*Daphnia sp.*) y nauplios de artemia (*Artemia sp.*), son importantes, sin embargo, su disponibilidad y costo han sido los principales limitantes, para la incorporación a las dietas; teniendo en cuenta que no se ha determinado el tiempo óptimo económico de suministro de estos alimentos vivos, los cuales registran precios altos por los sistemas de cultivo y su valor en el mercado.

Los nauplios de artemia poseen un alto contenido proteico, también se caracterizan por ser filtradores no selectivos, poseer coloración llamativa, rápida digestibilidad, ausencia de respuesta de escape, y una buena palatabilidad, en otras palabras, un alimento ideal. No obstante, Hernández<sup>5</sup> sostiene que, la calidad de los nauplios de artemia es alterada por diferentes factores y su valor nutricional es afectado por la ausencia de omega-3, especialmente el ácido docosahexaenoico (22: 6 $\Omega$ -3; DHA) y eicosapentanoico (22: 5 $\Omega$ -3; EPA), los cuales son indispensables en la dieta de los peces. Por consiguiente, aprovechando sus características filtradoras, se ha optado por enriquecerlos, enriqueciéndoles el medio acuático con emulsiones a base de aceites de pescado o derivados de algas. Sin embargo, en el mercado se ofrecen alimentos granulados para peces ornamentales, que de alguna manera suplen los requerimientos proteicos de las especies, y se encuentran con mayor disponibilidad, buscando reemplazar parcial o completamente el alimento vivo por alimento inerte. Pero usualmente su valor nutricional no es suficiente, especialmente durante la etapa de larvicultura.

Por lo expuesto anteriormente, se debe realizar investigaciones tendientes a mejorar la oferta alimenticia de los peces Amazónicos con potencial acuariofílico para mejorar el crecimiento y sobrevivencia, y que, además se han disponibles fácilmente en el mercado nacional. Así mismo, es importante conocer el tiempo durante el que se debe suministrar determinado alimento, de tal forma que la combinación de estos factores mejore las variables de conversión alimenticia e incremento de peso y talla y por ende la rentabilidad del cultivo, bajo estas consideraciones, la presente investigación planteó determinar el efecto de tres tipos de alimento (nauplios de artemia salina, nauplios de artemia enriquecida con omega-3 y Balanceado comercial) en dos periodos (8 y 16 días) y su efecto en el crecimiento y sobrevivencia de alevinos de escalara (*P. scalare*), en condiciones de cautiverio en el Centro Experimental Amazónico, (CEA), Mocoa, Putumayo.

---

<sup>5</sup> Ibid., p. 10.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto comparativo de artemia salina, artemia enriquecida con Omega-3, y balanceado comercial, durante dos periodos de suministro, en la fase de alevinaje de escalares (*Pterophyllum scalare*), en condiciones de cautiverio en el Centro Experimental Amazónico, CEA., Mocoa, Putumayo.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el incremento de peso y talla, tasa de crecimiento simple en larvas de escalares (*P. scalare*) en cada uno de los tratamientos, durante el tiempo de la investigación.
- Establecer la sobrevivencia de las larvas de escalar (*P. scalare*) en cada tratamiento.
- Calcular la relación beneficio costo de los distintos tratamientos.

### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1 GENERALIDADES DEL PEZ ESCALAR (*Pterophyllum salare*)

El pez Escalar denominado también Ángel (*Pterophyllum scalare*), según Reta *et al*<sup>6</sup> es originario del río Amazonas y sus afluentes en la región de América del Sur. Por otra parte, Agudelo<sup>7</sup> sostiene que pertenece a la familia *Cichlidae*, cuenta con un mayor número de especies, aproximadamente 700 en América Central y del Sur. Bajo la denominación de “escalares” se agrupan varias especies pertenecientes al género *Pterophyllum* como son *Pterophyllum altum*, *Pterophyllum leopoldi* y *Pterophyllum scalare*.

El pez ángel, según Landínez *et al*<sup>8</sup> se caracteriza por su cuerpo de forma discoidal, de costados aplanado y alto, cabeza corta y boca pequeña en posición termina y protractil, sus aletas son largas y bien desarrolladas en especial la dorsal y la anal son más desplegadas, su cuerpo se encuentra cubierto de escamas ásperas, pero con una gran variedad de colores, que van desde tonalidades fijas hasta las que presentan líneas verticales negras.

El *Pterophyllum scalare*, es un cíclico con alto potencial económico, considerado una de las principales especies ornamentales de agua dulce de mayor demanda en el mercado. Además, Mañón<sup>9</sup> afirma que debido a su gran capacidad reproductiva en cautiverio, las crías de esta especie en su hábitat natural se alimentan de plancton, y en su etapa juvenil- adulto basan su alimentación principalmente en larvas de insectos y crustáceos, los cuales proveen los nutrientes necesarios para un buen desarrollo y crecimiento.

Los *Pterophyllum scalare* no presentan dimorfismo sexual como tal, sin embargo presentan ciertas características no muy confiables como la forma de las aletas, la distancia entre las aletas abdominales y la anal. La madurez sexual es alcanzada entre los 9 y 12 meses de edad, pero este tiempo depende de las condiciones ambientales y la nutrición adecuada. Dichos factores también influyen en la calidad de los reproductores, en el caso de *P. scalare* la hembra desova sobre una

---

<sup>6</sup> RETA, Juan., SUAREZ, Carlos., HOYOS, Alberto y CAMPORREDONDO, Vicente. Manual de producción de pez Ángel (*Pterophyllum scalare*): criterios básicos de su cultivo en las cinco etapas de producción. Colegio de postgraduados campus Veracruz. Julio, 2010. p. 11.

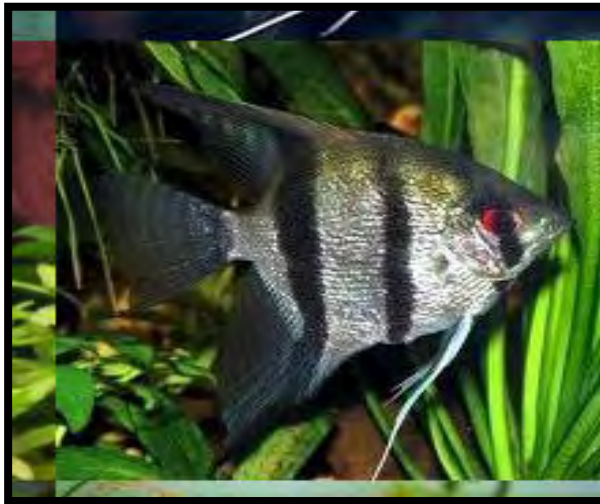
<sup>7</sup> AGUDELO, Divier. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel o escalar). *Revista Lasallista de Investigación*, 2005, vol. 2, no 2. p. 28.

<sup>8</sup> LANDINES, M.; SANABIRA, A.; VICTORIA, P. Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá D.C.: INCODER, 2007.

<sup>9</sup> MAÑÓN, Cinthia. Reproducción del Pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae) LICHTENSTEIN, 1823. XIX Congreso de Investigación CUAM 2008. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de Morelos, México. Disponible en: <http://www.acmor.org.mx/cuam/2008/224-angel.pdf> (20/02/2014).

superficie donde realiza la postura y el macho fertiliza los huevos. Agudelo<sup>10</sup> sostiene que el cuidado de los huevos y alevines inicialmente esta al cargo de los dos progenitores, que han formado una pareja estable lo que permite que sean catalogados como monógamos (Figura 1).

**Figura 1.** Ejemplar de Pez Ángel o Escalar (*Pterophyllum scalare*).



Fuente: LANDINEZ, M. SANABRIA, A., DAZA P., URUEÑA F. Producción de Peces Ornamentales en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá D.C. Colombia. 2007. 68 p.

**3.1.1 Taxonomía.** La clasificación taxonómica de la especie según Ortega et.al<sup>11</sup> se indica a continuación:

**Phylum:** *Cordados*  
**Subphylum:** *Vertebrados*  
**Clase:** *Actinopterygii*  
**Orden:** *perciformes*  
**Familia:** *Cichlidae*  
**Género:** *Pterophyllum*  
**Especie:** *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823)  
**Nombre común:** Pez Ángel, Escalar

<sup>10</sup> AGUDELO, Divier. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel o escalar). *Revista Lasallista de Investigación*, 2005, vol. 2, no 2. p. 28.

<sup>11</sup> ORTEGA, Hernán, y otros. Listado de los peces de la cuenca del río Putumayo en su sector colombo-peruano. *Biota Colombiana*, 2006, vol. 7, no 1, p. 95-112.

**3.1.2 Hábitat y Distribución.** Soriano y Hernández<sup>12</sup>, comparten que el escalear (*P. scalare*) es un cíclico originario del río Tapajós, afluente del Amazonas, así como de numerosos riachuelos por la parte norte del Brasil, con un gran potencial económico que lo posiciona entre las especies ornamentales de agua dulce de mayor demanda en el mercado. En su hábitat natural las crías de esta especie se alimentan de organismos planctónicos, debido a la abundancia de los mismos en el medio, alimentándose de pequeños insectos los cuales se encuentran en abundancia y proveen los nutrientes necesarios, asegurando una mayor sobrevivencia.

Por otra parte Agudelo<sup>13</sup>, también afirma que esta especie en su ambiente natural habita en los cursos de agua tranquilos, poco profundas y con abundante vegetación, su distribución geográfica comprende las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. La especie prefiere este tipo de agua porque le garantiza las condiciones adecuadas para su mantenimiento como pH de 6,8 a 7,7, dureza no mayor a 100mg.L<sup>-1</sup> de carbonatos, temperatura comprendida entre los 26 y 28° C, y nitratos por debajo de los 100mg.L<sup>-1</sup>, por lo que los recambios parciales de agua deben ser frecuentes.

**3.1.3 Hábitos Alimenticios.** *Pterophyllum scalare*, es una especie omnívora, Luna et al<sup>14</sup> comparten que en condiciones de cautiverio acepta alimento comercial y natural. Se ha comprobado que la cantidad y calidad de las proteínas del alimento influyen en el crecimiento y la reproducción de la especie.

En el medio, las crías de esta especie se alimentan de organismos del fitoplancton y zooplancton, sin embargo Luna et al<sup>15</sup>, sostienen que cuando han alcanzado la etapa juvenil-adulto basan su alimentación principalmente en larvas de insectos y crustáceos, los cuales proveen todos los nutrientes necesarios para un buen desarrollo y crecimiento.

---

<sup>12</sup> SORIANO, Martha y HERNANDEZ, Daniel. Tasa de crecimiento del pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. Acta Universitaria 2002, vol. 12, no 2, p. 28-33. Universidad de Guanajuato. México, 2002. P. 30.

<sup>13</sup> AGUDELO, Divier. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel o escalear). *Revista Lasallista de Investigación*, 2005, vol. 2, no 2. p. 28.

<sup>14</sup> LUNA, Jorge; FIGUEROA, José y HERNANDEZ, Laura. Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez ángel *Pterophyllum scalare* variedad perlada (Pisces: Cichlidae). *Ciencia y Mar*, 2000, vol. 4, no 11, p. 4.

<sup>15</sup> LUNA, Jorge y GOMEZ, Evelyn. Incorporación de *Culex quinquefasciatus* y *Daphnia sp.* En la dieta y su influencia en la reproducción de *Pterohlyllum scalare* (Pisces: Cichlidae). Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En: *Revista Naturaleza y desarrollo*, Vol. 3 Núm. 1. Cuernavaca, 2005. p. 5.

Baldisserotto y Gómez<sup>16</sup> sustentan que esto dependerá de las diversas adaptaciones del sistema digestivo, conforme a la especialidad requerida para ingerir, digerir y absorber los diferentes tipos de nutrientes.

## 3.2 ALIMENTACIÓN

**3.2.1 Requerimientos Nutricionales.** El valor nutritivo de los alimentos está valorado por la cantidad de proteína, carbohidratos, lípidos, vitaminas y un aporte energético. Actualmente las fórmulas de dietas balanceadas para especies ornamentales son preparadas atendiendo las exigencias nutricionales de las especies. Baldisserotto<sup>17</sup> afirma, que los requerimientos van a variar de acuerdo a la fase, es así como en alevinaje será necesario suplir más requerimientos que los de un ejemplar adulto. Inicialmente las larvas preferirán alimentos vivos, como son rotíferos, pulgas de agua, insectos, o nauplios de artemia, que además de ser atractivos, poseen un mayor valor nutricional, por otra parte existen los balanceados comerciales, que han sido elaborados con la finalidad de suplir las exigencias de determinada especie.

Independientemente del tipo de alimento, sea vivo o inerte, este debe aportar los valores mínimos de tal forma que supla los requerimientos de la especie, garantizándole un óptimo contenido energético, proteínico y lipídico. Cada uno de estos nutrientes tiene un efecto en el desempeño del animal así:

**Energía.** Según Velasco, “la energía requerida para el mantenimiento y la síntesis de proteínas, en peces es menor que en mamíferos, por lo tanto, la relación proteína- energía es mayor, principalmente debido a los bajos niveles de requerimientos de energía”<sup>18</sup>.

Toledo<sup>19</sup> afirma que es importante que los alimentos suministrados a peces contengan un nivel energético óptimo, ya que un exceso o defecto de energía puede resultar en una reducción en la tasa de crecimiento.

- **Proteínas y aminoácidos.** Según Velasco<sup>20</sup>, el nivel de proteína que contenga determinado tipo de alimento, influye directamente en el peso corporal

---

<sup>16</sup> BALDISSEROTTO, Bernardo y GOMES, Levy. Especies nativas para piscicultura no Brasil. Universidad Federal de Santa María. Editoraufsm, 2010. p. 479.

<sup>17</sup> BALDISSEROTTO, Bernardo y GOMES, Levy. Especies nativas para piscicultura no Brasil. Universidad Federal de Santa María: Editoraufsm, 2010. p. 483.

<sup>18</sup> VELASCO, Yohana y CORREDOR, Wilson. Requerimientos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce: una revisión. Revista MVZ Córdoba 16 (2):2458-2469. Universidad de los llanos, Instituto de Acuicultura. Colombia, 2011. p. 2460.

<sup>19</sup> TOLEDO, Sergio. Aspectos generales de la nutrición de peces, nuevas tendencias. En el seminario de Acuicultura Continental de especies de aguas cálidas-templadas. Cuba, 2005. p. 6. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/6587812/Nutricion-de-Peces> (20/02/2014).

<sup>20</sup> VELASCO, Óp. Cit., p. 2460.

de cualquier especie, pero este valor debe estar comprendido entre el rango adecuado, para que no repercuta en el desempeño del animal. La proteína cruda requerida en muchas especies de peces generalmente está entre el rango de 25 a 55%.

Por otra parte, Toledo<sup>21</sup> menciona, que los aminoácidos son unidades formadoras de proteínas, por lo tanto son fundamentales en la formación de tejido muscular que de acuerdo a su inclusión, puede verse reflejado en mejor crecimiento o en caso contrario repercutir en efectos adversos. Como la mayoría de los animales, los peces también necesitan de 10 aminoácidos esenciales en su dieta.

**Lípidos.** Según Gonzales<sup>22</sup>, en este grupo se incluyen grasas y aceites ordinarios, ceras y compuestos relacionados que se encuentran en los alimentos.

López-Macías, afirma “que los lípidos son una fuente de energía utilizada por los peces, por lo tanto se debe ofrecer en las dietas de estas especies. Además se consideran como un nutriente esencial para su crecimiento y supervivencia.”<sup>23</sup>

Según Linaza, “los principales ácidos grasos omega-3 de cadena larga que se forman a través de la de-saturación y elongación del AAL (Ácido alfa linoléico) son el EPA (Ácido eicosapentanoico), y el DHA (Ácido docosahexanoico)”<sup>24</sup>. Estos ácidos grasos, son esenciales para los peces, sin embargo, para mantener un nivel adecuado en su organismo, es necesario incorporarlos externamente mediante diferentes técnicas. La más comúnmente usada es la incorporación a través de otro organismo vivo, capaz de mantener en su organismo determinado componente, y lo transmite al pez, absorbiendo éste su contenido indirectamente. Blanco<sup>25</sup> afirma que con el fin de determinar el método para enriquecer determinados organismos y su efecto en los peces, se realizan numerosos ensayos, uno de ellos comprobó que los nauplios de artemia son más eficientes en cuanto a niveles de enriquecimiento, obteniendo en 24 horas un 15,4% de enriquecimiento, mientras que las micro algas, apenas alcanzaron un 0,2% de enriquecimiento, además de aportar un bajo nivel de DHA y mayor porcentaje de PUFA (Ácidos grasos poli –insaturados).

---

<sup>21</sup> TOLEDO, Óp. Cit., p. 4

<sup>22</sup> GONZÁLEZ, María. Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. Interciencia, vol. 27, núm. 3. Venezuela, 2002. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33906605.pdf> (20/02/2014).

<sup>23</sup> LOPEZ, Nelson. Nutrición acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 1997. 211p.

<sup>24</sup> LINAZA- Un Producto Premier de Salud y Nutrición. Antecedentes sobre los Ácidos Grasos Omega-3. Disponible en: [http://www.flaxcouncil.ca/spanish/pdf/FlxPrmr-R11-Ch2\\_Span.pdf](http://www.flaxcouncil.ca/spanish/pdf/FlxPrmr-R11-Ch2_Span.pdf) (20/02/2014).

<sup>25</sup> BLANCO, Wilfredo; FRAGA, Iliana; TIZOL, Rafael y ARTILES, Miguel. Efecto del tipo del alimento y las densidades en el crecimiento y la supervivencia en postlarvas de Langosta Espinosa (*Panulirus argus*). Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana (Cuba). p. 513. Disponible en: <http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/2079/1/Blanco,%20Fraga,%20Tizol,%20Artiles%5B1%5D.pdf>. (20/02/2014).



### 3.2.2 Requerimientos de ácidos grasos en peces marinos y dulce acuícolas

López, Macías<sup>26</sup>, afirma que una posible explicación de las diferencias nutricionales con respecto a las necesidades de ácidos grasos indispensables entre peces y mamíferos, se debe a que los ácidos grasos de la serie Omega-3, presentan un mayor grado de insaturación, lo cual es necesario para que la membrana fosfolipídica de las células, mantenga la flexibilidad y permeabilidad características en condiciones de bajas temperaturas del agua. Sergent et al, citado por López<sup>27</sup>, comprobó que ciertos peces marinos, presentan no solo una habilidad limitada para alargar las cadenas de ácidos grasos, sino también para desaturar los ácidos grasos de la serie Omega 3, existentes en la dieta natural. En consecuencia, la mayoría de los peces marinos, no solamente presentan las necesidad por ácidos grasos insaturados de la serie Omega 6, sino que deben ingerir obligatoriamente en su dieta, los ácidos grasos de la serie Omega 3, con el fin de satisfacer las necesidades de ácidos grasos esenciales y asegurar un adecuado crecimiento. En contraste la trucha arcoíris (*O. mykiss*) tiene la capacidad de elongar y desaturar ácidos grasos de la serie Omega 3. Por ende, los requerimientos de ácidos grasos indispensables, pueden ser cubiertos parcialmente por la ingestión de Omega 3 o cualquiera de los ácidos grasos de cadenas más largas de la serie. En el caso de los peces de aguas cálidas, Lovell citado por López<sup>28</sup>, demostró que la mayoría de especies icticas requieren una mezcla de ácidos grasos de la serie Omega 3 y Omega 6.

Lanain<sup>29</sup>, por su parte afirma que, después de las proteínas, las grasas constituyen un importante grupo de nutrientes, cumpliendo una serie de funciones en el organismo del animal, siendo entre éstas las de mayor relevancia el aporte energético de ácidos grasos esenciales (AGE) y vitaminas. La necesidad de mantener una fluidez adecuada de las membranas para permitir un apto funcionamiento celular a las temperaturas que normalmente viven los salmónidos, requiere de un grado de insaturación de ácidos grasos constituyentes de los tejidos del pez. Por este motivo los salmónidos son exigentes en ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega 3 ( $\Omega$ -3) y en menor cantidad, de la serie Omega 6 ( $\Omega$ -6). Lee y col. (1967) citados por Lanain<sup>30</sup>, encontraron un crecimiento favorable y una disminución de la mortalidad en la Trucha Arcoíris al incluir en la ración ácidos grasos insaturados de la serie omega-3, estableciéndose posteriormente que este tipo de ácidos grasos son esenciales para el crecimiento adecuado y buena salud en la Trucha Arcoíris.

---

<sup>26</sup> LOPEZ-MACÍAS. J. N. Nutrición acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 1997. 211p.

<sup>27</sup> Ibid., 69 p.

<sup>28</sup> Ibid., 70 p.

<sup>29</sup> LANAÍN, C. Nutrición en salmónidos. Archivos de Medicina Veterinaria, 1993, vol. 25, nº 2, 111 p.

<sup>30</sup> Ibid., 111 p.

Según Cowey, citado por Lanain<sup>31</sup>, tanto el ácido linoleico (omega – 6) como el linolénico (omega -3) o sus metabólicos de cadena alargada, como el ácido eicopentanoico y docosaheptaenoico, deben ser suministrado en la dieta, ya que al igual que los mamíferos los peces no pueden sintetizar de nuevo el ácido madre para su mantención y función celular. El hecho de que estos ácidos sean capaces de satisfacer en parte los requerimientos de ácidos grasos esenciales, es debido a la capacidad de los salmónidos de alargar las cadenas y desaturar el ácido graso madre. Sin embargo esta capacidad está limitada en cantidad. Lo que podría estar evidenciándose en el hecho de que los peces que están en agua de mar tiene un mayor contenido de ácidos grasos  $\Omega$  -3 que los de agua dulce; y, a su vez, menor cantidad de ácidos grasos  $\Omega$ -6

**3.2.2 Artemia como alimento para peces ornamentales.** Sin lugar a duda, uno de los alimentos comúnmente mencionado para el levante de peces ornamentales es la artemia, que generalmente se suministra en sus primeros estadios, debido a que se encuentra establecido el protocolo para su eclosión, y el procedimiento no tiene mayor dificultad, permitiendo obtener nauplios de artemia a las 24 horas, en la cantidad deseada.

Hernández<sup>32</sup>, afirma que los nauplios de artemia, además de su disponibilidad, presentan buena digestibilidad, cutícula delgada, y por su rápido movimiento y ausencia de respuesta de escape, se convierten en un alimento ideal.

Además de su fácil obtención, el alimento vivo es un recurso de gran valor nutricional para el cultivo de peces, debido a que constituye una capsula nutritiva que contiene los elementos básicos de una dieta balanceada y no solo es estimado por ser fisiológicamente una forma valiosa de nutrimento, sino también un factor conductual importante. Por lo tanto, hoy en día se incorpora en la acuicultura una mayor variedad de organismos, considerados como alimento vivo, entre los que esta la artemia salina, por su alto valor nutricional, alta disponibilidad, abundancia, tamaño aceptable y movilidad.

La composición de aminoácidos de los nauplios de artemia se detalla en la tabla 1.

---

<sup>31</sup> Ibid., 111 p.

<sup>32</sup> HERNANDEZ, Ana. Efecto del enriquecimiento de Artemia Franciscana con diferentes proporciones de w-3 DHA/EPA sobre el crecimiento de juveniles de pez Blanco Menidia estor. Tesis para obtener el título de Maestría en Ciencias Biológicas. Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas. 2009. 71 p. Disponible en la web: <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/4521/1/EFFECTODELENREQ UECIMIENTODEARTEMIAFRANCISCANACONDIFERENTESPROPORCIONESDEU3DHAEPAS OBREELCRECIMIENTODEJUVENILESDEPEZBLANCOMENIDIAESTOR.pdf>

**Tabla 1.** Aminoácidos presentes en nauplios de artemia

<b>Aminoácidos</b>	<b>Nauplios de artemia</b>
Isoleucina	4,6
Leucina	7,4
Metionina	2,1
Fenilalanina	4,0
Tirosina	2,7
Treonina	4,4
Valina	5,0
Lisina	7,8
Arginina	4,4
Histidina	2,1

Fuente: SORGELOS, Patrick. Manual para el cultivo y uso de artemia en acuicultura. FAO. Laboratorio de Acuicultura y Artemia Reference Center de la Universidad de Gante, Bélgica, 1986.

**3.2.3. Protocolo de eclosión de artemia.** Para la obtención de los nauplios de artemia se llevó a cabo el protocolo que establece ALFARO<sup>33</sup>, Inicialmente la descapsulación de los cistos, para ello se pesó la cantidad de artemia a eclosionar, que para este caso será 1g, entonces se procedió a hidratar los quistes en agua dulce, por dos horas con aireación constante. Concluido este periodo, se suspendió la aireación, y los quistes se pasaron por un tamiz para ser descapsulados. Simultáneamente se preparó una solución con 1L de agua a la cual se le agregó 50ml de Hipoclorito de Sodio (NaOH). Los quistes ya hidratados se trasvasaron a esta solución y se agitó constantemente por 5 minutos, hasta que tomaron una coloración naranja. En este momento se pasaron nuevamente por el tamiz y se lavaron con abundante agua.

Una vez descapsulados, los quistes se llevaron a incubar en 1L de agua, al que se le agregó 30g de sal marina, y 1g de artemia descapsulada. Obteniendo un mayor porcentaje de eclosión, transcurrido un periodo de 18-20 horas.

Las ventajas de realizar este procedimiento en contraste con la eclosión de los nauplios sin descapsular, es, principalmente que el porcentaje de eclosión

---

<sup>33</sup> ALFARO, Mariano Rebaza; ALFARO, Carmela Rebaza; TABEADA, Sonia Deza. OBSERVACIONES DE LA REPRODUCCIÓN DE PAICHE *Arapaima gigas* (Cuvier) EN AMBIENTES CONTROLADOS EN EL IIAP UCAYALI. *Manejo en Ambientes Naturales*, 2003, p. 111. Disponible en internet: <http://www.iiap.org.pe/cdpublicaciones2011/documentos/pdf/libros/37.pdf#page=111>

incrementa significativamente, eliminando la necesidad de separar el corion de los nauplios, por lo que es más sencilla su captura

**3.2.4 Nauplios de artemia enriquecidos con omega-3.** Recientemente, se han desarrollado varias técnicas para el mejoramiento del valor nutritivo de los nauplios de artemia por medio de la bioencapsulación de componentes esenciales, o también llamados enriquecimientos. Para ello se han utilizado micro algas marinas, y dietas a base de levaduras o emulsiones. Al respecto, Watanabe citado por Hernández<sup>34</sup> explica que la práctica más generalizada consiste en la eclosión de los quistes, e incubación de los mismos hasta 72 horas en una suspensión con emulsión enriquecida.

Hernández<sup>35</sup> afirma que los nauplios de artemia, tienen una gran desventaja en cuanto a su calidad nutricional, dado que son relativamente pobres en ácido eicosapentanoico (EPA) y carece por completo de ácido docosahexaenoico (DHA), el cual es esencial para muchas especies de peces.

Así mismo, Salgado<sup>36</sup> afirma que el requerimiento de ácidos grasos en la dieta varía de acuerdo a la capacidad de síntesis de los organismos, la cual es regulada por la tasa de transcripción genética, etapa del ciclo de vida, sexo, dieta, factores ambientales. Por otra parte, Ghioni citado por Hernández afirma que:

“Los requerimientos de ácidos grasos en la dieta de los organismos, varía en las especies, de acuerdo al ciclo de vida y factores ambientales como salinidad o temperatura. Intensificándose durante los periodos de mayor actividad, como crecimiento o temporada de reproducción. Por otra parte, este requerimiento también varía de acuerdo a la capacidad de síntesis de los organismos, la cual es regulada por la tasa de transcripción genética y la actividad de las enzimas desaturadas y elongasas los peces marinos no son capaces de sintetizar HUFA,  $\Omega$ -3 y  $\Omega$ -6 a partir de sus precursores, debido a la ausencia o inactividad de ciertas enzimas, por lo que el ácido eicosapentanoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) son esenciales en su dieta. Aunque algunas especies marinas presentan cierta capacidad de

---

<sup>34</sup> HERNANDEZ, Ana. Efecto del enriquecimiento de *Artemia franciscana* con diferentes niveles de  $\omega$ -3 DHA/EPA sobre crecimiento de juveniles de pez blanco (*Menidia stor*). Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. Octubre de 2009. p. 10

<sup>35</sup> Ibid., p. 12

<sup>36</sup> SALGADO, Rosa. Efecto del ácido araquidónico (20:4n-6) sobre la capacidad reproductiva y el nivel de prostaglandina PGE2 del pez Blanco de Patzcuaro *Menidia estor*. Mención para optar el grado de Maestro en Ciencias. La Paz. Centro de Investigación del Noroeste. 2009. p.152.

elongación y de saturación de ácidos grasos de 18 carbonos a sus equivalentes HUFA, dicha capacidad es cuantitativamente deficiente para cubrir sus necesidades fisiológicas. En contraste, la mayoría de especies dulceacuícolas presentan la capacidad de sintetizar HUFA,  $\Omega$ -3 y  $\Omega$ -6 a partir del ácido linolénico y linoléico. Sin embargo dicha capacidad de síntesis también puede ser cuantitativamente limitada, por lo que también es común que los peces de agua dulce cuya dieta es suplementada con HUFA,  $\Omega$ -3 y  $\Omega$ -6 presentan mejores tasas de supervivencia<sup>37</sup>.

Según Sorgelos “La bioencapsulación de nauplios de artemia, no solamente consiste en enriquecerlos con nutrientes, también se pueden incorporar otros componentes como algas, levaduras, emulsiones, vitaminas, pigmentos, aminoácidos, e incluso tratamientos profilácticos o terapéuticos, permitiendo una mayor ingestión por parte de las larvas<sup>38</sup>”. Al mejorar la composición nutritiva de los nauplios, se obtendrá éxito en los cultivos larvarios, como resultado de un mejor estado fisiológico, reflejado en mayor cantidad de larvas activas, además de incrementar la supervivencia y crecimiento en las fases posteriores.

La bioencapsulación o enriquecimiento de nauplios de artemia, es un tema al que no se había prestado mucha atención, más aun, a sus condiciones óptimas de enriquecimiento. Sin embargo, SORGELOS concluye que:

“Algunos parámetros han demostrado tener un papel importante en los procesos de bioencapsulación, como la temperatura, concentración de alimento, y fase naupliar. La finalidad es lograr el máximo nivel de enriquecimiento de los nauplios, en el menor tiempo posible, de hecho cuanto mayor sea el período de enriquecimiento, mayor será el tamaño de la artemia y más tardío el estadio larval al que se le podrá ofrecer, entonces se hace necesario establecer un tiempo máximo de enriquecimiento<sup>39</sup>”,

En el que garantice que los nutrientes incluidos no se sintetizarán en el tracto digestivo del nauplios, pero se asimilen.

**3.2.5 Clasificación taxonómica.** A continuación se presenta la clasificación de la especie según Sorgelos<sup>40</sup> así:

---

<sup>37</sup> Op cit., p. 15

<sup>38</sup> SORGELOS p. Manual para el cultivo y uso de artemia en acuicultura. FAO. Universidad del estado en gent, Bélgica - facultad de Agronomía. Disponible en la web: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab474s/AB474S00.htm#TOC>.

<sup>39</sup> Ibid.,

<sup>40</sup> Manual para el cultivo y uso de Artemia en acuicultura. Programa cooperativo gubernamental FAO-Italia. Disponible en la web: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab474s/ab474s00.htm>.

**Phyllum:** Artrópoda  
**Clase:** Crustacea  
**Subclase:** Branquiopoda  
**Orden:** Anostraca  
**Familia:** Artemiidae  
**Género:** *Artemia*

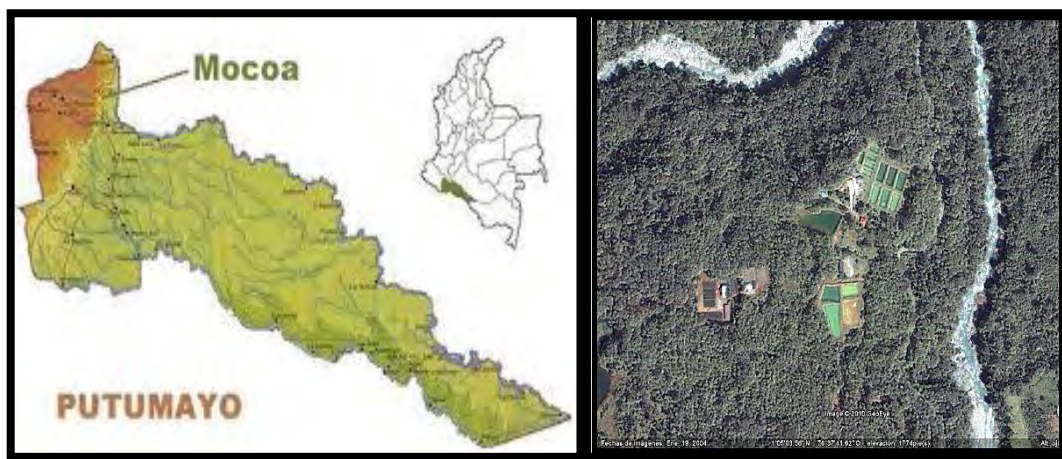
**3.2.6 Balanceado comercial para peces ornamentales.** La nutrición de los peces ornamentales es un renglón muy importante a tener en cuenta, debido a que si se suple los requerimientos de la especie, se garantiza un mejor crecimiento y desarrollo. Entre las ventajas de este tipo de alimento esta, su bajo costo, facilidad de uso, almacenamiento y disponibilidad, pero en contraste, este tipo de alimento deteriora la calidad del agua, se hunde y tiene menor atractabilidad. Además estos balanceados usualmente se enfatizan en especies adultas, y la gran mayoría se inclinan por avivar características físicas como su coloración por ejemplo. Sin embargo, la calidad de determinados balanceados comerciales varía, en calidad nutricional, forma de presentación y precio, generalmente, tiene los siguientes contenidos: proteína 40%, grasa 6,5%, fibra 2%, humedad 6%, fosforo 1,5% y acido ascórbico 100mg.Kg<sup>-1</sup>.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se desarrollo en la Estación de Recursos Hidrobiológicos del Centro Experimental Amazónico (CEA), perteneciente a Corpoamazonia, ubicada al sur occidente de Colombia, en la vereda San José del Pepino del municipio de Mocoa, en el departamento del Putumayo. Con coordenadas  $1^{\circ} 05'16''$  N y  $76^{\circ} 37'53''$  W, limitando por el norte y el occidente con el río Pepino, al sur con la quebrada la Ardita y al oriente con el río Mocoa<sup>41</sup>. Altura desde 310 a 670m.s.n.m. temperatura ambiente promedio de  $23.5^{\circ}\text{C}$ , pluviosidad de 4.708 mm y humedad relativa del 85 %. (Figura 2)<sup>42</sup>.

**Figura 2.** Localización geográfica de Centro Experimental Amazónico



Fuente: Google earth, 2014.

### 4.2 PERÍODO DE ESTUDIO

El ensayo tuvo una duración de 7 meses, que comprendió las actividades de revisión bibliográfica, acondicionamiento de las instalaciones, consecución y aclimatación de los adultos, reproducción inducida, preparación y evaluación de las dietas.

<sup>41</sup> PEÑUELA, María y JIMENEZ, Eliana. Plantas del Centro Experimental Amazónico-CEA-Mocoa, Putumayo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2010. p. 22.

<sup>42</sup> *Ibid.*, p. 22.

### 4.3 INSTALACIONES

Se implemento en un área de 50 m<sup>2</sup> nueve acuarios para el manejo de los peces objeto de estudio, la cual constaba de un sistema de aireación constante generado por una bomba de aire con turbina centrífuga de 1 HP resun, además de un suministro de agua por tubería proveniente de la quebrada la Ardita a un tanque reservorio ubicado cerca de la estación.

Se utilizaron nueve acuarios con capacidad de 37L, cada acuario fue dotado con un termostato y aireación constante para brindar las condiciones adecuadas a los alevinos. (Figura 3).

**Figura 3.** Área de manejo de peces ornamentales



Fotografía Coral., D y Meza., C (2014).

### 4.4 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

**4.4.1 Materiales.** Se utilizó los siguientes materiales:

- Acuarios de vidrio de 50L (60 x 25 x 30cm)
- Baldes plásticos (20L)
- Piedras difusoras
- Manguera (0,5cm diámetro)
- Cajas Petri
- Beaker (100ml, 200ml)
- Goteros plásticos
- Cucharillas plásticas
- Jeringas tipo insulina (1ml)
- Nasas
- Aspiradora para acuario
- Plástico azul



- Malla (100micras)
- Tamiz 80
- Tubo de PVC (1 ½ Pg.)
- Mortero y matraz en porcelana
- Tamiz 60
- Tamiz 170

#### **4.4.2 Equipos.**

- Microscopio Olympus CX 22 RFS1.
- Estereoscopio (Cabeza Trilocular a 35° Moticam 2500)
- Micrómetro
- Balanza digital OHAUS adventur Pro™ (0,000-1000g)
- Cámara digital Samsung galaxy NX.
- Termostato 300 W
- Bomba de aire turbina centrifuga de 1 HP resun
- Computador HP Pavilion
- Sonda Milti-parametrica YSI, Modelo 85-10FT.
- pH-metro pHeP by HANNA
- Pie de rey, KEX digital.
- Termómetro digital EXTECH 39240.

#### **4.4.3 Insumos**

- Omega 3 (Capsulas)
- Azul de metileno
- Sal marina
- Artemia Salina
- Hipoclorito de sodio
- Balanceado comercial

### **4.5 MATERIAL BIOLÓGICO**

Se evaluaron 180 alevinos de escalares (*P. scalare*) (Figura 4) con un peso promedio inicial de  $0,09 \pm 0,07$ g y una longitud estándar promedio de  $0,40 \pm 0,03$ cm, obtenidos del plantel de reproductores establecido, cada pareja una vez adaptada a las condiciones del Centro Experimental Amazónico (CEA), continúo realizando sus puestas cada ocho días, las cuales se retiraron y se mantuvieron con aireación y temperatura constante (30°C) hasta la reabsorción del saco vitelino, que ocurrió a las 48 horas, a partir de este momento, se proporciono alimentación exógena y los alevinos fueron distribuidos aleatoriamente en las diferentes unidades experimentales.

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



Fotografía Coral., D y Meza., C (2014).

## **4.6 PLAN DE MANEJO**

**4.6.1 Preparación y desinfección de materiales.** Los materiales y utensilios requeridos para este ensayo, se lavaron con hipoclorito de sodio 30% y sal marina, con el fin de eliminar cualquier patógeno presentes que pudieran afectar el buen desarrollo de los alevinos. Después se enjuagaron con abundante agua y secaron al sol.

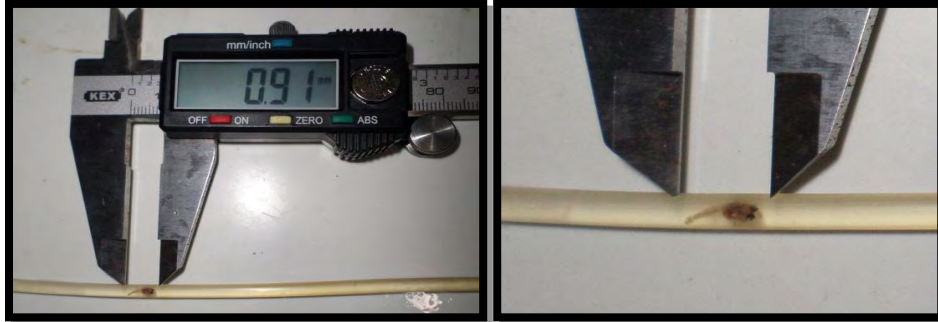
**4.6.2 Adecuación de acuarios.** Los reproductores se mantuvieron en tres acuarios de 50L, provistos de un filtro, termostato y se utilizó como nido un tubo de PVC de 2", de aproximadamente 30cm. Para la adecuación de las unidades experimentales, se utilizaron seis acuarios, los cuales se subdividieron mediante una malla de 1mm de diámetro en tres secciones o replicas, con el fin de obtener las replicas. Además, los mismos fueron provistos de un termostato para mantener una temperatura en 30°C y aireación constante. Finalmente se llenaron, a una altura de 10cm, para disminuir el esfuerzo de los alevinos en su natación y captura de alimento. Los acuarios se cubrieron totalmente con plástico azul para evitar cualquier tipo de estrés externo que pudiera afectar el desempeño de los mismos.

**4.6.3 Distribución de alevinos.** Los alevinos fueron distribuidos aleatoriamente en las distintas unidades experimentales y replicas.

**4.6.4 Monitoreo de parámetros Físico-químicos.** El seguimiento de los parámetros físico-químicos se realizó diariamente, utilizando un pH-metro, termómetro digital y una sonda multi-paramétrica YSI para la medición de oxígeno disuelto.

**4.6.5 Muestras.** Se realizaron dos muestreos al inicio y al final del experimento, con el fin de reducir al máximo el estrés, debido al tamaño de los alevinos; que se mantuvieron en una manguera permitiendo una fácil manipulación para la toma y registro de la variable talla con la ayuda de un pie de rey digital. (Figura 5).

**Figura 5.** Registro de talla de alevino de Escalar



Fotografía Coral., D y Meza., C (2014).

El peso de los alevinos de *P. scalare*, se determinó volumétricamente, utilizando un beaker de 100mL, estableciendo previamente el peso con 50mL de agua y el peso con los animales, la diferencia de estos determinó el peso promedio (g) por replica y por individuo.

**4.6.6 Alimentación.** Se utilizó artemia y balanceado comercial con 40% de proteína, para el suministro a los alevinos de la especie de estudio, a los cuales se les realizó distintos procedimientos así:

- **Nauplios de artemia salina.** Se hidrataron los nauplios en agua dulce por espacio de una a dos horas, posteriormente, se pasaron por un tamiz de 100 $\mu$ m y se lavaron; Se agregó a 1L de agua, 50ml de Hipoclorito de sodio por cada gramo de artemia hidratado. Posteriormente se agitó por cinco minutos o hasta obtener una coloración naranja intensa, se pasaron a un tamiz de 100 $\mu$ m y se enjuago con abundante agua. Finalmente, se trasladaron los cistos de artemia a la incubadora (Artemillero), teniendo en cuenta que por cada gramo de artemia hidratado se agregó 30g de sal y un litro de agua, manteniendo una temperatura constante superior a los 28°C. Transcurridas 12 horas, 90% de los nauplios eclosionaban. Se cosechó la cantidad de nauplios, los cuales se suministró el 10% del peso vivo diariamente de los ejemplares estudiados, en seis comidas durante los diferentes periodos experimentales.
- **Nauplios de artemia enriquecida.** se utilizó ácidos grasos altamente insaturados (HUFA) omega-3, con diferentes proporciones de DHA/EPA,

utilizando el protocolo de enriquecimiento descrito por Hernández<sup>43</sup>, donde se adiciono  $0,5\text{ml.L}^{-1}$  de la emulsión a nauplios de artemia, los cuales se mantuvieron a una temperatura de  $30^{\circ}\text{C}$  y 30g de sal durante 24 horas, finalmente, se tamizaron por  $100\mu\text{m}$ , se lavaron para eliminar la emulsión adherida al cuerpo de estas, para evitar contaminaciones de las unidades experimentales, antes de ser suministrado a los peces.

- **Balanceado comercial.** Diariamente se preparó la cantidad de balanceado a suministrar para asegurar que su calidad no se vea afectada al almacenarlo debido a la humedad del lugar. Se pesó 0,05 g de balanceado, debido a que el tamaño del pellet era demasiado grande para la abertura bucal de 0,5 mm de los alevinos, se maceró con ayuda del mortero y matraz de porcelana, hasta obtener un polvo. Posteriormente, se pasó por un tamiz de  $170\mu\text{m}$  y después se tamizó nuevamente, en un tamiz de  $60\mu\text{m}$ . El polvo que pasó por este tamiz, se diluyó en agua hasta formar una mezcla homogénea y se suministró directamente a los alevinos.

---

<sup>43</sup> HERNANDEZ, Ana. Efecto del enriquecimiento de *Artemia franciscana* con diferentes niveles de w-3 DHA/EPA sobre crecimiento de juveniles de pez blanco (*Menidia stor*). Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. Octubre de 2009. p. 10

## 4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se evaluó el efecto del tipo de alimento y el tiempo de suministro del mismo, en la ganancia de peso, talla y supervivencia de escalares en la fase de alevinaje. Como factores fijos cualitativos se incluyó artemia salina, artemia enriquecida con omega-3 y balanceado comercial y como factores cualitativos ocho y 16 días. Se evaluaron 180 animales que se distribuyeron de forma aleatoria en los tratamientos. Para ello se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de 3x2. Obteniéndose por combinación seis tratamientos de la siguiente forma:

- T1:** Nauplios de artemia salina suministrados durante 8 días
- T2:** Nauplios de artemia salina suministrados por 16 días
- T3:** Artemia enriquecida con omega-3 suministrada durante 8 días
- T4:** Artemia enriquecida con omega-3 suministrada por 16 días
- T5:** Balanceado comercial durante 8 días.
- T6:** Balanceado comercial por 16 días.

Los efectos de los tratamientos en las variables evaluadas, se verificaron mediante los supuestos estadísticos de Normalidad (Chi-Cuadrado y Shapiro-Wilk), Homogeneidad de varianzas (Cochran y Levene) e Independencia (Durbin-Watson) para proceder a la aplicación del análisis de varianza simple (ANOVA) a un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ . Todas las pruebas se efectuaron utilizando el software Statgraphics Centurion XV y Microsoft Excel 2010.

En la variable Supervivencia se utilizó la prueba de Brand-Snedecor, basada en el estadístico de Chi-Cuadrado, según la siguiente fórmula:

$$X^2 = \frac{\sum n_i (p_i - p)^2}{pq}$$

Donde:

$x^2$  El valor de chi-cuadrado calculada

$n_i$  Número de animales iniciales en el i-esimo tratamiento

$p_i$  Proporción de supervivencia en el i-esimo tratamiento

$p$  Proporción de supervivencia en todos los tratamientos

$q$  Proporción de mortalidad de todos los tratamientos

## 4.8 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Se plantearon las siguientes hipótesis evaluando las variables incrementos de peso y talla, supervivencia, por tratamiento.

#### 4.8.1 Tipo de alimento

$$H_0: \mu D_1 = \mu D_2 = \mu D_3$$

$$H_1: \mu D_1 \neq \mu D_2 \neq \mu D_3$$

#### 4.8.2 Tiempo

$$H_0: \mu T_1 = \mu T_2$$

$$H_1: \mu T_1 \neq \mu T_2$$

#### 4.8.3 Interacción

$H_0$ : No hay interacción entre los dos factores

$H_1$ : Hay interacción entre los dos factores

**Tabla 2.** Distribución de tratamientos.

FACTOR DOS	FACTOR UNO		
	Artemia salina	Artemia Enriquecida	Balanceado comercial
8 Días	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>
16 Días	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>

Para las variables incremento de peso, incremento de talla y sobrevivencia se realizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial así:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}; \quad i=1,2,3; j=1,2; k=1,2,y 3$$

Donde

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta en la repetición k del nivel i del tipo de alimento y el nivel j periodo de tiempo.

$\mu$  = Media general del experimento.

$\alpha_i$  = Efecto del nivel i del factor tipo de alimento.

$\beta_j$  = Efecto del nivel j del factor periodo de tiempo.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del nivel i del tipo de alimento y el nivel j del periodo de tiempo.

$E_{ijk}$  = Error experimental en la repetición k

## 4.9 VARIABLES DE ESTUDIO

### 4.9.1 Incremento de Peso

$$\text{Incremento peso} = \text{Peso final (pf)} - \text{Peso inicial (pi)}$$

### 4.9.2 Incremento Talla

$$\text{Incremento talla} = \text{Talla final (tf)} - \text{talla inicial (ti)}$$

### 4.9.3 Supervivencia

$$\% \text{ de supervivencia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ animales sobrevivientes}}{\text{N}^{\circ} \text{ de animales evaluados}} * 100$$

### 4.9.4 Análisis de Relación Beneficio-Costo

$$RCB = \frac{B}{C}$$

Donde:

RCB: Relación benéfico-costo.

B: Beneficio

C: Costo.

### 4.9.5 Tasade crecimiento simple (TCS).

$$TCS(\%) = \frac{\ln(wf) - \ln(w0)}{T} * 100$$

Donde:

TCS(%): Porcentaje de crecimiento mensual

Wf: Peso final

Wi: Peso inicial

T: Tiempo

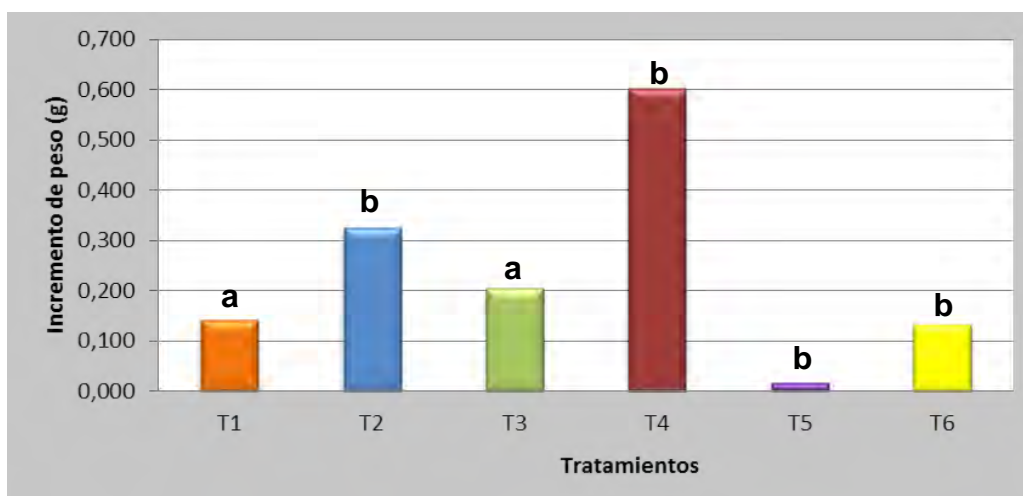
## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 EVALUACION DE VARIABLES PRODUCTIVAS

**5.1.1 Peso inicial.** El peso promedio inicial de los alevinos de *P. scalare* en los seis tratamientos fue  $0,09 \pm 0,019$  g, con un coeficiente de variación de 0,01 media aceptable para esta variable, lo que indica que el peso de siembra no ocasionó fuente de variación. (Anexo O)

**5.1.2 Incremento de peso.** Se presentó diferencias entre tratamientos, el tratamiento con artemia enriquecida T4, indicó un crecimiento favorable que se manifestó en un peso final de los alevinos de 0,69g, lo que representó un incremento de peso de 0,60g, esto se explica debido a que los nauplios de artemia estaban enriquecidos con Omega 3, y se esperaba que este ácido graso esencial, afectara positivamente el crecimiento de los alevinos de la especie de estudio, además, en este tratamiento se suministró este tipo de alimento durante 16 días. (Figura 6).

**Figura 6.** Incremento de peso durante el periodo de estudio.



Soriano y Hernández<sup>44</sup>, en su estudio en alevinos de escalar alimentados con distintos tipos de alimento, obtuvo incrementos de peso de 0,56g, en alevinos alimentados con pulga de agua, el cual era el alimento con mayor contenido de proteína (superior al 50%), lo que permite inferir que los peces alimentados con mayor porcentaje de proteína o para el caso de esta investigación, mayor porcentaje de ácidos grasos esenciales, presentan mejores respuestas en crecimiento, así los alevinos alimentados con artemia enriquecida, duplican su peso con respecto a los alimentados con nauplios sin enriquecer, además estos valores permiten apreciar la aceptación y aprovechamiento de este alimento, por

<sup>44</sup> SORIANO y HERNANDEZ. Op cit. 32 p.



parte de los alevinos. Además, Bergot<sup>45</sup>, menciona que los alimentos artificiales cambian la relación que existe entre el animal y su medio ambiente, los cuales pueden deteriorar la calidad del agua, afectando la sobrevivencia y la tasa de crecimiento en sus primeros estadios. El incremento de peso obtenido para los alevinos alimentados con artemia enriquecida (T3 y T4), es significativamente mayor con respecto a los demás tratamientos, esta diferencia radica en el tipo de alimento suministrado y su calidad proteica, Tacon<sup>46</sup>, afirma que, en condiciones controladas, la ganancia en peso de los peces, se da en proporción a los aminoácidos esenciales suministrados, Por su parte Luna et al<sup>47</sup>, sostienen que la nutrición de peces en las primeras etapas es uno de los principales problemas en el cultivo, porque es donde se presentan los niveles de mortalidad más altos. En este caso, evaluando los efectos de tres alimentos vivos, y un balanceado comercial, suministrado a larvas de *P. scalare*, se obtuvo mejor crecimiento en los alimentados con *A. franciscana*, obteniendo un incremento de peso similar al de este estudio, con un valor 0,14g en los alevinos alimentados durante 8 días, y 0,28g en los alimentados durante 16 días, mientras que en este estudio se obtuvo un peso final de 0,14g y 0,32g en 8 y 16 días respectivamente.

En contraste, los alevinos alimentados con artemia enriquecida presentaron incrementos de peso 0,6g, valor que supera a los alimentados con artemia sin enriquecer. Aunado a esto, en general el mayor incremento de peso, lo presentaron los tratamientos alimentados con artemia (enriquecida y sin enriquecer), esto se explica debido a que la proteína en artemia, está constituida principalmente por proteínas de pesos moleculares bajos, las cuales pueden ser más fácilmente digeribles en comparación con las proteínas de las dietas artificiales.

**5.1.3 Talla inicial.** La talla promedio inicial de los alevinos en los seis tratamientos fue  $0,40 \pm 0,22$ cm, con un coeficiente de variación de 0,032; el cual representa una variación media aceptable para esta variable y no ocasiono fuente de variación, este valor se tomo como talla inicial para todos los tratamientos. (Anexo P)

**5.1.4 Incrementó de talla.** No se reportaron diferencias en la variable en los diferentes tratamientos, sin embargo, el incremento de talla más representativo durante el periodo experimental lo presentan el T4 (0,63cm) seguido de T2 (0,42cm), contrastado con el T6 (0,16cm) (Figura 7), estos valores se contrastan con el estudio realizado por Soriano y Hernández<sup>48</sup> donde se presento un mayor incremento de talla en alevinos de *P. scalare* suministrando alimento vivo

---

<sup>45</sup> BERGOT y LUNA. Elevage larvaire de la carpe commune (*C. carpio*): alimentation artificielle In: R. Billard and J. Marcel (Editors) Aquaculture of Cyprinids INRA. Paris, 227-234 p.

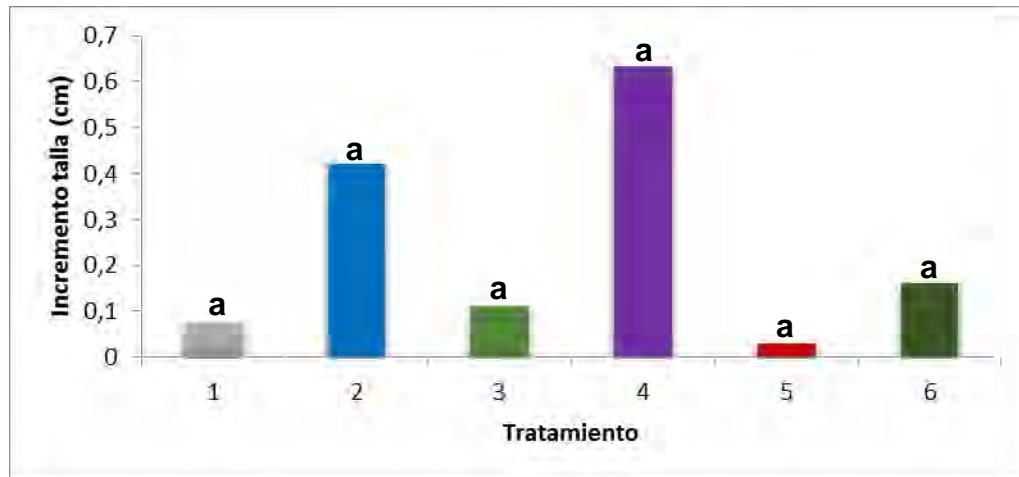
<sup>46</sup> TACON, A. The nutrition and feeding of farmed fish and farmed fish and shrimp – a training manual. 1. The essential nutrients, FAO. Trust Fund GCO/RLA/075, ITA. Brasilia, Brasil. 117 p.

<sup>47</sup> LUNA, Op Cit., 67 p.

<sup>48</sup> Soriano y Hernández. Op cit., 30 p.

(*Dhaphnia*) obteniendo 0,60 cm en 16 días, y un menor incremento con alimento artificial (tetra) con 0,18 cm en 8 días.

**Figura 7.** Incremento de talla por tratamientos.



El alimento vivo presentó mejores valores en las variables estudiadas con respecto al balanceado comercial o alimento inerte, coincidiendo con López-Macías<sup>49</sup> quien ha demostrado que el alimento vivo proporciona enzimas naturales que ayudan a desdoblar y asimilar las moléculas nutricionales, teniendo en cuenta que las especies icticas nativas en su mayoría son inmaduras en su tracto digestivo e incapaces de producir enzimas, sustancias que solo pueden ser aportadas por los alimentos biológicos a diferencia de los balanceados artificiales, los cuales pueden contener más nutrientes y menor porcentaje de agua, pero debido a la incapacidad de las larvas con aparato digestivo inmaduro es incapaz de producir enzimas gástricas intestinales y pancreáticas, estas deben necesariamente ser proporcionadas por el alimento exógeno vivo, principalmente en los cuatro primeros días después de reabsorber el saco vitelino para asegurar un buen crecimiento, conversión alimenticia y bajas tasas de mortalidad en esta etapa; Esto se corrobora con García-Ortega citado por Luna<sup>50</sup> quienes afirman que la baja digestibilidad y la calidad nutricional de los alimentos inertes son factores que pueden explicar el fracaso de estas dietas como primera alimentación de peces.

**5.1.5 Tasa de crecimiento simple (TCS).** El análisis de varianza para la tasa de crecimiento simple, presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos,

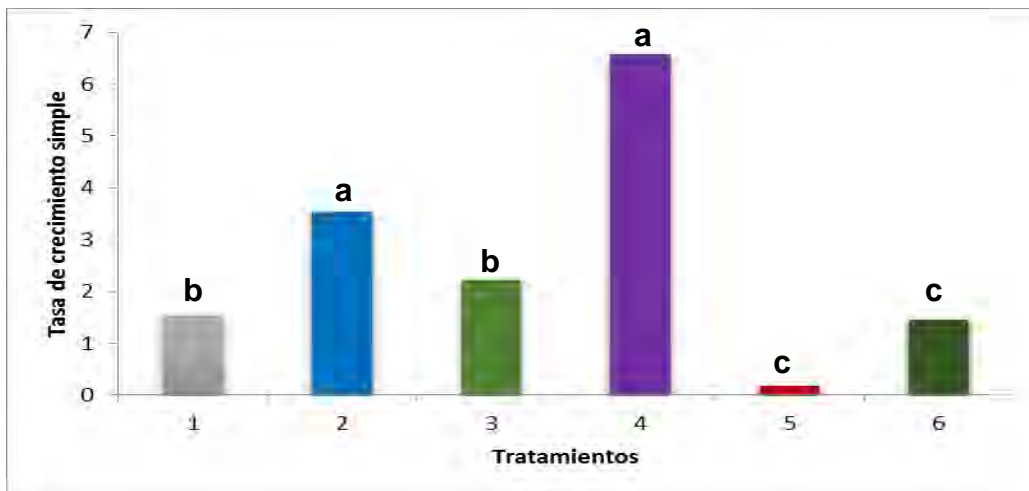
<sup>49</sup> LÓPEZ, J. N., MACÍAS, J. N., Op cit., 210 p.

<sup>50</sup> LUNA, F., VARGAS, Z., y FIGUEROA, T. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). Revista de investigación y difusión científica agropecuaria. Departamento de Hidrobiología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del estado de Morelos, México. México, 2010. 63-72 p.

Factor uno (Tiempo) y dos (Tipo de alimento) (Anexo A), los mejores promedios (Anexo B) se presentaron en los tratamientos T4 con 6,56 y T2 con 3,53, correspondientes a artemia enriquecida con omega-3 y nauplios de artemia, suministrados durante 16 días, lo anterior concuerda con Luna et al<sup>51</sup> quienes determinaron que son alimentos de proteína de alto valor biológico como la contenida en los alimentos vivos al igual que los lípidos y grasas de fácil aprovechamiento, existentes en este tipo de alimento como fuente de ATP para las funciones metabólicas de mantenimiento y crecimiento, además García y Ortega citados por Luna<sup>52</sup> et al señalan que la proteína en Artemia está constituida principalmente por proteínas de pesos moleculares bajos, las cuales pueden ser más fácilmente digeribles en comparación con las proteínas de las dietas artificiales.

Los promedios más bajas se presentaron en el T6 (1,44) y T5 (0,18), correspondiente a balanceado comercial suministrado por 8 y 16 días respectivamente. (Figura 8).

**Figura 8.** Tasa de crecimiento simple para cada tratamiento.



La variable tiempo, registró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) (Anexo C), presentándose la mejor media para 16 días de evaluación con 3,85 seguido de 8 días con 1,31 (Anexo D).

La variable tipo de alimento reportó diferencias estadísticas significativas con un 95% de confiabilidad (Anexo E), presentándose la mejor media para T4 (Artemia enriquecida con omega-3 suministrada durante 16 días) con 4,39, seguido del T2 (Artemia salina suministrada durante 16 días) con 2,53 y T6 (Balanceado comercial suministrado durante 16 días) con 0,81. (Anexo F) y la interacción entre

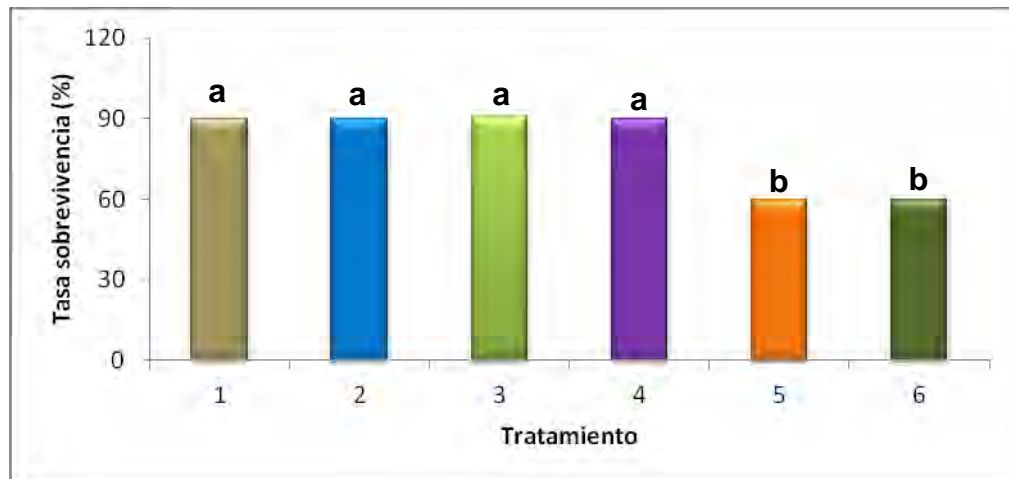
<sup>51</sup> Ibid., 66 p.

<sup>52</sup> Ibid., 69 p.

los dos factores se presenta en el Anexo Q, esto podría explicarse según García-Ortega citado por Luna<sup>53</sup>, quienes afirman que los peces nutridos con alimento vivo, radica, en parte, en sus contenidos nutritivos, así como por inducir estímulos visuales y químicos, por las enzimas presentes en los organismos vivos que contribuyen a la digestión del alimento y porque existen diferencias en la digestibilidad entre los alimentos vivos y artificiales, los cuales son atribuidas a las diferencias en la digestión de la proteína, sin embargo Luna et al<sup>54</sup> afirma que el suministro de alimento vivo debe proporcionarse en las primeras semanas de vida de *P. scalare*, cuando el crecimiento es más acelerado, y sugieren la posterior utilización de alimento artificial como complemento nutritivo durante el crecimiento en cultivo, ya que estos alcanzan la talla comercial en periodos cortos, entre 60 y 70 días, por la gran demanda que presentan.

**5.1.6 Sobrevivencia.** La prueba de Brand-Snedecor estableció diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) (Anexo G), entre los tratamientos alimentados con artemia y artemia enriquecida con omega-3 (T1, T2, T3 y T4) respecto a las alimentadas con balanceado comercial (T5 y T6) (Figura 9). La sobrevivencia fue significativamente mayor en los organismos alimentados con nauplios de artemia enriquecidos con omega-3 con un promedio del 90% comparados con 60% obtenido con balanceado comercial, lo que representa un 30% mayor con alimento vivo enriquecido, trabajos realizados por Luna et al<sup>55</sup> han obtenido con esta especie, porcentajes de sobrevivencia similares a los del presente estudio alimentando con *artemia franciscana*, dentro de un intervalo de 80 a 100%, valores similares fueron obtenidos por Leitao<sup>56</sup>, con valores entre 83,3 e 93,8%.

**Figura 9.** Sobrevivencia durante el periodo de estudio.



<sup>53</sup> Op cit. 70 p.

<sup>54</sup> LUNA Op. Cit., 69 p.

<sup>55</sup> LUNA Op. Cit., 66 p.

<sup>56</sup> LEITÃO, Natalia., MARTINI, Luis., TAKATA, RODRIGO., Batista., PORTELLA, Cecilia y CARNEIRO, Dalton. Níveis de alimentação com náuplios de artêmia durante a larvicultura inicial do acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, SP. 525 p.

## 5.2 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA.

Los parámetros físico-químicos promedio del agua (Tabla 3), se mantuvieron en los rangos requeridos por la especie objeto de estudio, que en condiciones de cautiverio puede soportar un pH entre 5,5 y 8 señalan Cruz y Pérez citado por GONÇALVES<sup>57</sup>, en el experimento se presentó un pH promedio de  $7,70 \pm 0,06$ , sin presentar afecciones, la temperatura presentó un valor promedio de  $30,28 \pm 0,01$  °C, y se encuentra entre el rango aceptable de acuerdo con Pérez et al<sup>58</sup>, que recomienda que la temperatura no sobrepase los 31°C para su cultivo, y finalmente el oxígeno disuelto presentó un valor promedio de  $5,69 \pm 0,08$  mg.L<sup>-1</sup>, valores semejantes sugeridos por Soriano<sup>59</sup> que permite un crecimiento y desarrollo del pez disminuyendo el porcentaje de mortalidad. (Tabla 3)

**Tabla 3.** Parámetros físico químicos promedios por tratamiento.

TRATAMIENTO	pH	T(°C)	OD(mg.L <sup>-1</sup> )
1	7,689	30,281	5,709
2	7,694	30,281	5,711
3	7,695	30,281	5,708
4	7,694	30,282	5,708
5	7,692	30,282	5,708
6	7,693	30,283	5,709

## 5.3 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO.

Se estableció un análisis parcial de costos (Tabla 4) y con base a los datos obtenidos, se realizó la relación beneficio- costo (Tabla 5).

---

57 GONÇALVES, Junior., PEREIRA, Matielo y MENDONÇA. Efeito da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). Instituto Federal do Espírito Santo, IFES, Alegre, ES. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.65, n.4, p.1176-1182, 2013).

58 PEREZ, E., DIAZ, F., ESPINA, S. Termo regulatory. Behavior and critical thermal limits of angel fish, *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (piscies: Cichidae). Journal of thermal biology, Oxford, 28:531-537 p. Disponible en la web: [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/33\\_2\\_195-203.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/33_2_195-203.pdf).

59 SORIANO, Martha y HERNANDEZ, Daniel. Tasa de crecimiento del pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes:Cichlidae) en condiciones de laboratorio. Acta Universitaria. Universidad de Guanajuato. México, 2002. 28-33 p.

**Tabla 4.** Costos parciales de la investigación

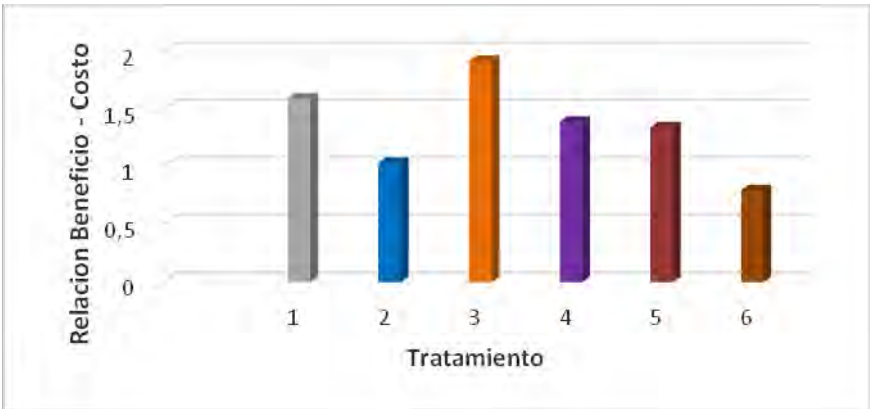
<b>RUBROS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNITARIO (\$)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>	<b>%</b>
Reproductores	6	\$ 12.500	\$ 75.000	18,12
Omega 3	1	\$ 25.000	\$ 25.000	6,04
Artemia	1	\$ 180.000	\$ 180.000	43,48
Tetra-Color	1	\$ 32.000	\$ 32.000	7,73
Sal marina (kg)	3	\$ 1.000	\$ 3.000	0,72
Hipoclorito de sodio	3	\$ 2.800	\$ 8.400	2,03
Azul de metileno (gr)	1	\$ 1.900	\$ 1.900	0,46
Producción (equipos, mano de obra)	1	\$ 88.700	\$ 88.700	21,43
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 414.000</b>	<b>100</b>

**Tabla 5.** Relación beneficio/costo

<b>Trat.</b>	<b>Costo total (\$)</b>	<b>N. animales</b>	<b>Precio de venta(\$)</b>	<b>Ingreso bruto(\$)</b>	<b>Ingreso neto(\$)</b>	<b>beneficio/costo(\$)</b>
<b>T1</b>	12.504,58	25	800	20.000	7.495,42	1,60
<b>T2</b>	25.010,17	26	1000	26.000	989,83	1,04
<b>T3</b>	13.504,58	26	1000	26.000	12.495,42	1,93
<b>T4</b>	29.010,17	27	1500	40.500	11.489,83	1,40
<b>T5</b>	7.567,79	17	600	10.200	2.632,21	1,35
<b>T6</b>	19.136,57	17	900	15.300	- 3.836,57	0,80

Según el análisis realizado, el T3 reportó la mejor relación beneficio-costo con un valor de 1,93 seguido por los tratamientos T1, T4, T5, T2 y T6 con valores de 1,60, 1,40, 1,35, 1,04, y 0,80 respectivamente. El T3 es económicamente rentable debido a que su periodo de suministro es de ocho días, sin embargo, el T4 y T2 reportan mejores tasas de crecimiento simple debido a que el periodo de suministro fue de 16 días, lo que implica que los costos se dupliquen. Los valores obtenidos son mayores a 1 por lo que se puede inferir que son económicamente viables. Figura 10.

**Figura 10.** Relación beneficio-costo por tratamiento



## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

- Los incrementos de peso y talla no registraron diferencias estadísticas, sin embargo, los mejores aumentos en estas variables se registraron en el T4.
- Las tasas de sobrevivencia más altas se observaron en el T3 (90%) y T4 (86%) correspondiente a nauplios de artemia enriquecida con omega-3, y la menor supervivencia en el T5 (56%) y T6 (60%), demostrando la eficiencia de suministrar alimento vivo como primera alimentación en *P. scalare*.
- La mejor relación beneficio-costo, la presentó el T3 (Nauplios de artemia enriquecida con omega-3 suministrada durante ocho días).
- Los resultados demuestran la importancia de suministrar alimento vivo durante la etapa post-reabsorción de saco vitelino del escalar debido a que aporta nutrientes y enzimas exógenas, que permite los procesos de desdoblamiento de moléculas nutricionales y asimilación de estas para mejorar el mantenimiento, crecimiento y sobrevivencia de esta especie en condiciones de cautiverio.
- Los parámetros físico químicos del agua, monitoreados durante el ensayo se mantuvieron dentro de los rangos adecuados para el desarrollo del *P. scalare*.

### **6.2 RECOMENDACIONES**

- Realizar ensayos para mejorar el enriquecimiento de Artemia con diferentes emulsiones y dosis que pueden arrojar mejores resultados en cuanto a las variables productivas.
- Utilizar dietas de nauplios de artemia salina enriquecida con omega-3 durante un suministro de ocho días a post-larvas de escalar con el fin de optimizar la tasa de crecimiento simple y la relación beneficio-costo.
- Suministrar alimento vivo enriquecido con omega-3 u otra emulsión a los reproductores y evaluar el efecto de estos sobre la frecuencia de desove, incremento de producción de alevinos y porcentaje de sobrevivencia de los mismos que pueden generar beneficios económicos.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO GÓMEZ, Divier Antonio. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel o escalar). Revista Lasallista de Investigación, 2005, vol. 2, no 2.

BALDISSEROTTO, Bernardo y GOMES, Levy. Especies nativas para piscicultura no Brasil. Universidad Federal de Santa María: Editoraufsm, 2010.

BLANCO, Wilfredo; FRAGA, Liliana; TIZOL, Rafael y ARTILES, Miguel. Efecto del tipo del alimento y las densidades en el crecimiento y la supervivencia en postlarvas de Langosta Espinosa (*Panulirus argus*). Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana (Cuba). p. 513. Disponible en: <http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/2079/1/Blanco,%20Fraga,%20Tizol,%20Artiles%5B1%5D.pdf>. (20/02/2014).

GONZÁLEZ, María. Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. Interciencia, vol. 27, núm. 3. Venezuela, 2002. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33906605.pdf> (20/02/2014).

HERNANDEZ, Ana. Efecto del enriquecimiento de *Artemia franciscana* con diferentes niveles de w-3 DHA/EPA sobre crecimiento de juveniles de pez blanco *Menidia stor*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. Octubre de 2009. 81p.

LANAÍN, C. Nutrición en salmónidos. Archivos de Medicina Veterinaria, 1993, vol. 25, nº 2, 111 p.

LANDINES, M.; SANABIRA, A.; VICTORIA, P. Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá D.C.: INCODER, 2007.

LEGISCOMEX.COM. Estudio de mercado: peces ornamentales en Colombia. Inteligencia de Mercados- Cartilla para el etiquetado de alimentos en EE UU. p. 2. Abril, 2013. Disponible en: <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20peces%20ornamentales%20completo3.pdf> (20/02/2014).

LINAZA- Un Producto Premier de Salud y Nutrición. Antecedentes sobre los Ácidos Grasos Omega-3. Disponible en: [http://www.flaxcouncil.ca/spanish/pdf/FlxPrmr-R11-Ch2\\_Span.pdf](http://www.flaxcouncil.ca/spanish/pdf/FlxPrmr-R11-Ch2_Span.pdf) (20/02/2014).

LOPEZ-MACÍAS. J. N. Nutrición y alimentación piscícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2014. 348p.

LUNA FIGUEROA, J.; VARGAS, Z. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). Avances en investigación agropecuaria. Laboratorio de Acuicultura. Departamento de Hidrobiología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del estado de Morelos, México. 2010. 14(3): 47-62.

LUNA, Jorge y GOMEZ, Evelyn. Incorporación de *Culex quinquefasciatus* y *Daphnia* sp. En la dieta y su influencia en la reproducción de *Pterohyllum scalare* (Pisces: Cichlidae). Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En: Revista Naturaleza y desarrollo, Vol. 3 Núm. 1. Cuernavaca, 2005. p. 5. Disponible en: <http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/pdf/vol3num1/culex2.pdf> (20/02/2014).

LUNA, Jorge; FIGUEROA, José y HERNANDEZ, Laura. Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez ángel *Pterophyllum scalare* variedad perlada (Pises: Cichlidae). Ciencia y Mar, 2000, vol. 4, no 11.

MAÑÓN, Cinthia. Reproducción del Pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae) LICHTENSTEIN, 1823. XIX Congreso de Investigación CUAM 2008. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de Morelos, México. Disponible en: <http://www.acmor.org.mx/cuam/2008/224-angel.pdf> (20/02/2014).

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). El Estado Mundial de la pesca y la acuicultura 2012. p. 89. Disponible en: <http://www.fao.org/icalog/inter-e.htm> (20/02/2014).

ORTEGA, Hernán, y otros. Listado de los peces de la cuenca del río Putumayo en su sector colombo-peruano. Biota Colombiana, 2006, vol. 7, no 1.

PEREZ, E., DIAZ, F., ESPINA, S. Termo regulatory. Behavior and critical termal limits of angel fish, *Pterophyllum scalare* (lishtenstein) (piscies: Cichidae). Jornal of thermal biology, Oxford, 28:531-537 p. Disponible en la web: [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/33\\_2\\_195-203.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/33_2_195-203.pdf).

RETA, Juan., SUAREZ, Carlos., HOYOS, Alberto y CAMPORREDONDO, Vicente. Manual de producción de pez Ángel (*Pterophyllum scalare*): criterios básicos de su cultivo en las cinco etapas de producción. Colegio de postgraduados campus Veracruz. Julio, 2010.

RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel. La biodiversidad en Colombia. p. 1. Disponible en: <http://www.manuelrodriguezbecerra.org/bajar/biodiversidad.pdf> (20/02/2014).

SORIANO SALAZAR, Martha Beatriz; HERNÁNDEZ OCAMPO, Daniel. Tasa de Crecimiento del Pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) en Condiciones de Laboratorio. Acta Universitaria, 2002, vol. 12, no 2.

SORIANO, Martha y HERNANDEZ, Daniel. Tasa de crecimiento del pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes:Cichlidae) en condiciones de laboratorio. Acta Universitaria. Universidad de Guanajuato. México, 2002. 28-33 p.

TACON, A. The nutrition and feeding of farmed fish and farmed fish and shrimp – a training manual. 1. The essential nutrients, FAO. Trust Fund GCO/RLA/075, ITA. Brasilia, Brasil. 117 p.

TOLEDO, Sergio. Aspectos generales de la nutrición de peces, nuevas tendencias. En el seminario de Acuicultura Continental de especies de aguas cálidas-templadas. Cuba, 2005. p. 6. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/6587812/Nutricion-de-Peces> (20/02/2014).

VELASCO, Yohana y CORREDOR, Wilson. Requerimientos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce: una revisión. Revista MVZ Córdoba 16 (2):2458-2469. Universidad de los llanos, Instituto de Acuicultura. Colombia, 2011.

# ANEXOS

## Anexo A. Análisis de varianza para Tasa de Crecimiento simples

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamientos	75,2377	5	15,0475	171249,47	0,0000
Residual	0,00105443	12	0,0000878691		
Total (Corr.)	75,2387	17			

## Anexo B. Prueba de Tukey para Tasa de Crecimiento Simple ( $\alpha=0,05$ )

<i>TRTAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	3	0,180257	X

6	3	1,44832	X
1	3	1,53467	X
3	3	2,22874	X
2	3	3,53708	X
4	3	6,56845	X

**Anexo C.** Análisis multifactorial para factor tiempo.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:TIEMPO	28,9573	1	28,9573	329551,0	0,0000
B:ALIMENTO	38,5617	2	19,2809	219427,1	0,0000
INTERACCIONES					
AB	7,7186	2	3,8593	43921,01	0,0000
RESIDUOS	0,00105443	12	0,0000878691		
TOTAL (CORREGIDO)	75,2387	17			

**Anexo D.** Prueba LCD para factor tiempo ( $\alpha=0,05$ )

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
8	9	1,31456	0,00312462	X
16	9	3,85128	0,00312462	X

**Anexo E.** Análisis multifactorial para el factor tipo de alimento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TIEMPO	28,9573	1	28,9573	329551,	0,0000
B:ALIMENTO	38,5617	2	19,2809	219427,	0,0000
INTERACCIONES					
AB	7,7186	2	3,8593	43921,0	0,0000
RESIDUOS	0,00105443	12	0,000087869		
TOTAL (CORREGIDO)	75,2387	17			

**Anexo F.** Prueba LSD para el factor tipo de alimento ( $\alpha=0,05$ )

<i>ALIMENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>

3	6	0,814286	0,00382686	X
1	6	2,53587	0,00382686	X
2	6	4,3986	0,00382686	X

**Anexo G.** Supervivencia prueba de Brand-Snedecor

n =	6
n - 1 =	5
Alfa =	0,05
1 - alfa =	0,95
p =	0,767
q = (1 - p) =	0,233

$\chi^2_c =$	-33,354
$\chi^2_{t(1-\alpha)} =$	11,07

$$X^2_c > X^2_{t(1-\alpha)}$$

Existen diferencias significativas

Prueba de contrastes para hipótesis de proporciones de dos muestras.

		T1	T2	T3	T4	T5	T6
		0,8333	0,86666	0,86667	0,9	0,5666667	0,5667
T6	0,567	-2,2537	-2,5785	-2,5785	-2,9194	0,0000	1
T5	0,567	-2,2537	-2,5785	-2,5785	-2,9194	1	0,0000
T4	0,9	0,7596	0,4022	0,4022	1	-2,9194	-2,9194
T3	0,867	0,3616	0,00	1	0,4022	-2,5785	-2,5785
T2	0,867	0,00	1	0,00	0,4022	-2,5785	-2,5785
T1	0,833	1	0	0,3616	0,7596	-2,2537	-2,2537

**Anexo H.** Monitoreo parámetros fisicoquímicos del agua durante el experimento.

TRATAMIENTO	REPLICA	DÍA	Jornada	PARAMETROS		
				pH	T°	O.D.
1	1	1	Mañana	7,58	30,4	5,68
1	1	1	Tarde	7,62	30,4	5,78
1	1	1	Noche	7,74	30,2	5,68
1	1	2	Mañana	7,87	30,3	5,68
1	1	2	Tarde	7,63	30,2	5,65
1	1	2	Noche	7,72	30,2	5,63
1	1	3	Mañana	7,69	30,4	5,72
1	1	3	Tarde	7,68	30,2	5,75

1	1	3	Noche	7,73	30,3	5,76
1	1	4	Mañana	7,68	30,4	5,74
1	1	4	Tarde	7,68	30,4	5,71
1	1	4	Noche	7,64	30,2	5,75
1	1	5	Mañana	7,61	30,2	5,79
1	1	5	Tarde	7,61	30,4	5,77
1	1	5	Noche	7,63	30,3	5,65
1	1	6	Mañana	7,69	30,3	5,69
1	1	6	Tarde	7,68	30,4	5,77
1	1	6	Noche	7,71	30,3	5,79
1	1	7	Mañana	7,69	30,4	5,73
1	1	7	Tarde	7,65	30,3	5,71
1	1	7	Noche	7,68	30,2	5,65
1	1	8	Mañana	7,73	30,3	5,69
1	1	8	Tarde	7,68	30,2	5,73
1	1	8	Noche	7,66	30,2	5,76
1	2	1	Mañana	7,76	30,4	5,75
1	2	1	Tarde	7,63	30,3	5,71
1	2	1	Noche	7,63	30,2	5,68
1	2	2	Mañana	7,69	30,2	5,61
1	2	2	Tarde	7,66	30,3	5,77
1	2	2	Noche	7,68	30,3	5,76
1	2	3	Mañana	7,66	30,4	5,58
1	2	3	Tarde	7,65	30,3	5,61
1	2	3	Noche	7,66	30,3	5,59
1	2	4	Mañana	7,63	30,2	5,77
1	2	4	Tarde	7,67	30,2	5,65
1	2	4	Noche	7,64	30,2	5,69
1	2	5	Mañana	7,69	30,2	5,75
1	2	5	Tarde	7,64	30,2	5,71
1	2	5	Noche	7,63	30,2	5,77
1	2	6	Mañana	7,61	30,3	5,73
1	2	6	Tarde	7,64	30,2	5,78
1	2	6	Noche	7,69	30,3	5,72
1	2	7	Mañana	7,63	30,4	5,77
1	2	7	Tarde	7,68	30,4	5,62
1	2	7	Noche	7,65	30,3	5,64
1	2	8	Mañana	7,68	30,2	5,73
1	2	8	Tarde	7,69	30,3	5,76
1	2	8	Noche	7,65	30,2	5,75

1	3	1	Mañana	7,68	30,4	5,69
1	3	1	Tarde	7,67	30,3	5,65
1	3	1	Noche	7,65	30,3	5,61
1	3	2	Mañana	7,85	30,2	5,62
1	3	2	Tarde	7,64	30,3	5,68
1	3	2	Noche	7,76	30,2	5,77
1	3	3	Mañana	7,78	30,4	5,65
1	3	3	Tarde	7,73	30,3	5,77
1	3	3	Noche	7,75	30,2	5,72
1	3	4	Mañana	7,71	30,2	5,69
1	3	4	Tarde	7,76	30,3	5,73
1	3	4	Noche	7,62	30,3	5,68
1	3	5	Mañana	7,82	30,2	5,77
1	3	5	Tarde	7,78	30,3	5,69
1	3	5	Noche	7,76	30,3	5,74
1	3	6	Mañana	7,71	30,2	5,72
1	3	6	Tarde	7,65	30,2	5,79
1	3	6	Noche	7,76	30,3	5,73
1	3	7	Mañana	7,72	30,4	5,77
1	3	7	Tarde	7,64	30,2	5,65
1	3	7	Noche	7,79	30,3	5,61
1	3	8	Mañana	7,82	30,2	5,77
1	3	8	Tarde	7,64	30,3	5,68
1	3	8	Noche	7,78	30,3	5,73
2	1	1	Mañana	7,98	30,4	5,77
2	1	1	Tarde	7,66	30,4	5,56
2	1	1	Noche	7,69	30,3	5,68
2	1	2	Mañana	7,72	30,3	5,68
2	1	2	Tarde	7,68	30,3	5,77
2	1	2	Noche	7,61	30,2	5,63
2	1	3	Mañana	7,55	30,2	5,72
2	1	3	Tarde	7,66	30,2	5,62
2	1	3	Noche	7,58	30,2	5,73
2	1	4	Mañana	7,62	30,3	5,69
2	1	4	Tarde	7,63	30,3	5,77
2	1	4	Noche	7,65	30,2	5,69
2	1	5	Mañana	7,65	30,3	5,72
2	1	5	Tarde	7,69	30,4	5,77
2	1	5	Noche	7,69	30,2	5,61
2	1	6	Mañana	7,73	30,3	5,78



2	1	6	Tarde	7,62	30,4	5,64
2	1	6	Noche	7,61	30,3	5,61
2	1	7	Mañana	7,75	30,4	5,77
2	1	7	Tarde	7,69	30,3	5,72
2	1	7	Noche	7,64	30,3	5,78
2	1	8	Mañana	7,74	30,3	5,75
2	1	8	Tarde	7,63	30,4	5,72
2	1	8	Noche	7,61	30,3	5,68
2	1	9	Mañana	7,74	30,2	5,69
2	1	9	Tarde	7,68	30,3	5,79
2	1	9	Noche	7,71	30,2	5,65
2	1	10	Mañana	7,69	30,2	5,65
2	1	10	Tarde	7,64	30,3	5,77
2	1	10	Noche	7,62	30,3	5,69
2	1	11	Mañana	7,71	30,4	5,77
2	1	11	Tarde	7,66	30,3	5,73
2	1	11	Noche	7,77	30,3	5,79
2	1	12	Mañana	7,81	30,4	5,61
2	1	12	Tarde	7,65	30,3	5,61
2	1	12	Noche	7,63	30,3	5,64
2	1	13	Mañana	7,71	30,4	5,63
2	1	13	Tarde	7,68	30,3	5,64
2	1	13	Noche	7,65	30,2	5,79
2	1	14	Mañana	7,63	30,4	5,76
2	1	14	Tarde	7,61	30,3	5,74
2	1	14	Noche	7,59	30,3	5,71
2	1	15	Mañana	7,55	30,2	5,68
2	1	15	Tarde	7,61	30,4	5,62
2	1	15	Noche	7,63	30,3	5,65
2	1	16	Mañana	7,64	30,4	5,69
2	1	16	Tarde	7,69	30,4	5,71
2	1	16	Noche	7,72	30,3	5,75
2	2	1	Mañana	7,88	30,3	5,77
2	2	1	Tarde	7,68	30,4	5,59
2	2	1	Noche	7,76	30,3	5,61
2	2	2	Mañana	7,75	30,2	5,62
2	2	2	Tarde	7,66	30,3	5,77
2	2	2	Noche	7,69	30,3	5,72
2	2	3	Mañana	7,66	30,4	5,76
2	2	3	Tarde	7,68	30,3	5,71

2	2	3	Noche	7,75	30,2	5,77
2	2	4	Mañana	7,72	30,2	5,61
2	2	4	Tarde	7,69	30,3	5,65
2	2	4	Noche	7,76	30,4	5,59
2	2	5	Mañana	7,71	30,4	5,57
2	2	5	Tarde	7,69	30,3	5,62
2	2	5	Noche	7,65	30,2	5,77
2	2	6	Mañana	7,81	30,3	5,62
2	2	6	Tarde	7,68	30,3	5,63
2	2	6	Noche	7,74	30,2	5,69
2	2	7	Mañana	7,71	30,3	5,72
2	2	7	Tarde	7,69	30,3	5,77
2	2	7	Noche	7,66	30,2	5,61
2	2	8	Mañana	7,61	30,4	5,57
2	2	8	Tarde	7,68	30,3	5,53
2	2	8	Noche	7,71	30,2	5,59
2	2	9	Mañana	7,69	30,4	5,61
2	2	9	Tarde	7,65	30,2	5,77
2	2	9	Noche	7,62	30,2	5,69
2	2	10	Mañana	7,59	30,2	5,71
2	2	10	Tarde	7,61	30,2	5,76
2	2	10	Noche	7,54	30,3	5,71
2	2	11	Mañana	7,59	30,4	5,68
2	2	11	Tarde	7,62	30,3	5,61
2	2	11	Noche	7,64	30,3	5,77
2	2	12	Mañana	7,68	30,4	5,62
2	2	12	Tarde	7,63	30,2	5,58
2	2	12	Noche	7,61	30,2	5,55
2	2	13	Mañana	7,58	30,3	5,69
2	2	13	Tarde	7,62	30,4	5,63
2	2	13	Noche	7,51	30,3	5,77
2	2	14	Mañana	7,55	30,2	5,68
2	2	14	Tarde	7,68	30,2	5,76
2	2	14	Noche	7,61	30,2	5,71
2	2	15	Mañana	7,65	30,2	5,72
2	2	15	Tarde	7,69	30,3	5,68
2	2	15	Noche	7,71	30,2	5,65
2	2	16	Mañana	7,68	30,3	5,61
2	2	16	Tarde	7,65	30,4	5,58
2	2	16	Noche	7,62	30,2	5,63

2	3	1	Mañana	7,82	30,3	5,65
2	3	1	Tarde	7,66	30,3	5,59
2	3	1	Noche	7,65	30,2	5,52
2	3	2	Mañana	7,76	30,4	5,61
2	3	2	Tarde	7,69	30,4	5,63
2	3	2	Noche	7,83	30,3	5,59
2	3	3	Mañana	7,81	30,3	5,61
2	3	3	Tarde	7,65	30,2	5,64
2	3	3	Noche	7,88	30,3	5,71
2	3	4	Mañana	7,76	30,3	5,69
2	3	4	Tarde	7,68	30,4	5,64
2	3	4	Noche	7,65	30,3	5,61
2	3	5	Mañana	7,77	30,3	5,65
2	3	5	Tarde	7,69	30,2	5,71
2	3	5	Noche	7,69	30,2	5,74
2	3	6	Mañana	7,65	30,3	5,69
2	3	6	Tarde	7,64	30,3	5,65
2	3	6	Noche	7,62	30,4	5,61
2	3	7	Mañana	7,75	30,3	5,62
2	3	7	Tarde	7,64	30,3	5,58
2	3	7	Noche	7,61	30,3	5,62
2	3	8	Mañana	7,71	30,4	5,65
2	3	8	Tarde	7,64	30,3	5,72
2	3	8	Noche	7,78	30,3	5,75
2	3	9	Mañana	7,81	30,2	5,77
2	3	9	Tarde	7,67	30,3	5,71
2	3	9	Noche	7,69	30,2	5,68
2	3	10	Mañana	7,83	30,4	5,65
2	3	10	Tarde	7,66	30,3	5,71
2	3	10	Noche	7,66	30,2	5,73
2	3	11	Mañana	7,85	30,3	5,71
2	3	11	Tarde	7,61	30,3	5,68
2	3	11	Noche	7,77	30,2	5,65
2	3	12	Mañana	7,75	30,3	5,62
2	3	12	Tarde	7,65	30,2	5,59
2	3	12	Noche	7,61	30,2	4,51
2	3	13	Mañana	7,74	30,4	5,55
2	3	13	Tarde	7,68	30,3	5,62
2	3	13	Noche	7,82	30,3	5,68
2	3	14	Mañana	7,84	30,4	5,72

2	3	14	Tarde	7,68	30,3	5,75
2	3	14	Noche	7,78	30,2	5,74
2	3	15	Mañana	7,76	30,3	5,71
2	3	15	Tarde	7,64	30,4	5,68
2	3	15	Noche	7,71	30,3	5,63
2	3	16	Mañana	7,74	30,3	5,61
2	3	16	Tarde	7,63	30,2	5,59
2	3	16	Noche	7,62	30,2	5,57
3	1	1	Mañana	7,64	30,2	5,69
3	1	1	Tarde	7,66	30,4	5,78
3	1	1	Noche	7,66	30,3	5,75
3	1	2	Mañana	7,69	30,3	5,76
3	1	2	Tarde	7,69	30,4	5,74
3	1	2	Noche	7,65	30,3	5,71
3	1	3	Mañana	7,69	30,2	5,75
3	1	3	Tarde	7,64	30,2	5,79
3	1	3	Noche	7,61	30,2	5,69
3	1	4	Mañana	7,51	30,4	5,72
3	1	4	Tarde	7,65	30,3	5,77
3	1	4	Noche	7,61	30,3	5,61
3	1	5	Mañana	7,74	30,4	5,76
3	1	5	Tarde	7,69	30,3	5,77
3	1	5	Noche	7,66	30,3	5,77
3	1	6	Mañana	7,72	30,4	5,77
3	1	6	Tarde	7,67	30,3	5,65
3	1	6	Noche	7,62	30,3	5,78
3	1	7	Mañana	7,59	30,3	5,72
3	1	7	Tarde	7,61	30,2	5,74
3	1	7	Noche	7,58	30,2	5,78
3	1	8	Mañana	7,62	30,4	5,75
3	1	8	Tarde	7,66	30,2	5,77
3	1	8	Noche	7,69	30,4	5,65
3	2	1	Mañana	7,72	30,2	5,71
3	2	1	Tarde	7,69	30,4	5,68
3	2	1	Noche	7,66	30,3	5,61
3	2	2	Mañana	7,71	30,3	5,77
3	2	2	Tarde	7,64	30,2	5,62
3	2	2	Noche	7,78	30,3	5,62
3	2	3	Mañana	7,74	30,3	5,61
3	2	3	Tarde	7,66	30,2	5,77

3	2	3	Noche	7,79	30,2	5,62
3	2	4	Mañana	7,82	30,2	5,65
3	2	4	Tarde	7,69	30,2	5,56
3	2	4	Noche	7,78	30,3	5,59
3	2	5	Mañana	7,74	30,2	5,63
3	2	5	Tarde	7,64	30,3	5,77
3	2	5	Noche	7,69	30,3	5,71
3	2	6	Mañana	7,66	30,2	5,76
3	2	6	Tarde	7,64	30,3	5,72
3	2	6	Noche	7,61	30,3	5,76
3	2	7	Mañana	7,65	30,2	5,72
3	2	7	Tarde	7,69	30,2	5,68
3	2	7	Noche	7,71	30,3	5,64
3	2	8	Mañana	7,75	30,3	5,77
3	2	8	Tarde	7,68	30,2	5,62
3	2	8	Noche	7,63	30,2	5,69
3	3	1	Mañana	7,71	30,4	5,79
3	3	1	Tarde	7,65	30,3	5,73
3	3	1	Noche	7,62	30,2	5,77
3	3	2	Mañana	7,82	30,2	5,65
3	3	2	Tarde	7,68	30,3	5,61
3	3	2	Noche	7,67	30,3	5,77
3	3	3	Mañana	7,71	30,2	5,62
3	3	3	Tarde	7,66	30,3	5,65
3	3	3	Noche	7,63	30,2	5,72
3	3	4	Mañana	7,78	30,2	5,75
3	3	4	Tarde	7,67	30,3	5,76
3	3	4	Noche	7,74	30,3	5,71
3	3	5	Mañana	7,78	30,3	5,68
3	3	5	Tarde	7,65	30,2	5,77
3	3	5	Noche	7,63	30,2	5,71
3	3	6	Mañana	7,86	30,4	5,73
3	3	6	Tarde	7,69	30,3	5,71
3	3	6	Noche	7,69	30,2	5,73
3	3	7	Mañana	7,89	30,3	5,68
3	3	7	Tarde	7,62	30,2	5,64
3	3	7	Noche	7,6	30,2	5,77
3	3	8	Mañana	7,78	30,4	5,72
3	3	8	Tarde	7,68	30,2	5,76
3	3	8	Noche	7,65	30,2	5,72

4	1	1	Mañana	7,75	30,4	5,77
4	1	1	Tarde	7,68	30,4	5,77
4	1	1	Noche	7,64	30,3	5,77
4	1	2	Mañana	7,86	30,2	5,73
4	1	2	Tarde	7,69	30,2	5,74
4	1	2	Noche	7,63	30,2	5,74
4	1	3	Mañana	7,87	30,4	5,63
4	1	3	Tarde	7,67	30,3	5,63
4	1	3	Noche	7,63	30,3	5,62
4	1	4	Mañana	7,71	30,4	5,77
4	1	4	Tarde	7,79	30,4	5,71
4	1	4	Noche	7,71	30,3	5,68
4	1	5	Mañana	7,79	30,4	5,63
4	1	5	Tarde	7,72	30,4	5,61
4	1	5	Noche	7,79	30,2	5,59
4	1	6	Mañana	7,78	30,3	5,57
4	1	6	Tarde	7,73	30,3	5,6
4	1	6	Noche	7,79	30,2	5,78
4	1	7	Mañana	7,74	30,2	5,76
4	1	7	Tarde	7,68	30,2	5,74
4	1	7	Noche	7,67	30,2	5,71
4	1	8	Mañana	7,69	30,3	5,75
4	1	8	Tarde	7,73	30,2	5,79
4	1	8	Noche	7,75	30,2	5,77
4	1	9	Mañana	7,79	30,2	5,65
4	1	9	Tarde	7,74	30,2	5,64
4	1	9	Noche	7,71	30,3	5,77
4	1	10	Mañana	7,65	30,3	5,79
4	1	10	Tarde	7,67	30,2	5,73
4	1	10	Noche	7,62	30,3	5,71
4	1	11	Mañana	7,66	30,3	5,65
4	1	11	Tarde	7,69	30,4	5,73
4	1	11	Noche	7,71	30,3	5,76
4	1	12	Mañana	7,78	30,2	5,75
4	1	12	Tarde	7,79	30,2	5,69
4	1	12	Noche	7,79	30,2	5,65
4	1	13	Mañana	7,76	30,4	5,61
4	1	13	Tarde	7,71	30,4	5,62
4	1	13	Noche	7,79	30,3	5,68
4	1	14	Mañana	7,74	30,2	5,77

4	1	14	Tarde	7,78	30,2	5,65
4	1	14	Noche	7,69	30,3	5,77
4	1	15	Mañana	7,68	30,2	5,72
4	1	15	Tarde	7,69	30,2	5,78
4	1	15	Noche	7,72	30,2	5,73
4	1	16	Mañana	7,77	30,4	5,68
4	1	16	Tarde	7,73	30,2	5,77
4	1	16	Noche	7,68	30,3	5,59
4	2	1	Mañana	7,65	30,4	5,61
4	2	1	Tarde	7,66	30,2	5,65
4	2	1	Noche	7,69	30,2	5,59
4	2	2	Mañana	7,71	30,3	5,57
4	2	2	Tarde	7,78	30,2	5,62
4	2	2	Noche	7,78	30,2	5,61
4	2	3	Mañana	7,74	30,3	5,69
4	2	3	Tarde	7,76	30,3	5,53
4	2	3	Noche	7,79	30,2	5,68
4	2	4	Mañana	7,79	30,3	5,65
4	2	4	Tarde	7,73	30,3	5,71
4	2	4	Noche	7,75	30,3	5,73
4	2	5	Mañana	7,79	30,3	5,65
4	2	5	Tarde	7,71	30,2	5,55
4	2	5	Noche	7,78	30,2	5,62
4	2	6	Mañana	7,72	30,3	5,68
4	2	6	Tarde	7,79	30,3	5,72
4	2	6	Noche	7,78	30,3	5,75
4	2	7	Mañana	7,73	30,4	5,74
4	2	7	Tarde	7,67	30,4	5,71
4	2	7	Noche	7,69	30,2	5,68
4	2	8	Mañana	7,65	30,2	5,77
4	2	8	Tarde	7,68	30,3	5,77
4	2	8	Noche	7,65	30,3	5,65
4	2	9	Mañana	7,69	30,4	5,77
4	2	9	Tarde	7,72	30,3	5,65
4	2	9	Noche	7,78	30,2	5,62
4	2	10	Mañana	7,78	30,4	5,62
4	2	10	Tarde	7,76	30,2	5,61
4	2	10	Noche	7,79	30,3	5,78
4	2	11	Mañana	7,75	30,3	5,68
4	2	11	Tarde	7,74	30,2	5,76

4	2	11	Noche	7,72	30,2	5,74
4	2	12	Mañana	7,77	30,4	5,71
4	2	12	Tarde	7,65	30,3	5,65
4	2	12	Noche	7,66	30,2	5,64
4	2	13	Mañana	7,68	30,3	5,77
4	2	13	Tarde	7,62	30,3	5,71
4	2	13	Noche	7,65	30,3	5,68
4	2	14	Mañana	7,68	30,3	5,61
4	2	14	Tarde	7,76	30,2	5,59
4	2	14	Noche	7,79	30,2	5,62
4	2	15	Mañana	7,73	30,2	5,65
4	2	15	Tarde	7,78	30,2	5,69
4	2	15	Noche	7,76	30,3	5,77
4	2	16	Mañana	7,76	30,4	5,73
4	2	16	Tarde	7,79	30,3	5,78
4	2	16	Noche	7,74	30,2	5,72
4	3	1	Mañana	7,76	30,4	5,76
4	3	1	Tarde	7,75	30,4	5,75
4	3	1	Noche	7,78	30,3	5,69
4	3	2	Mañana	7,72	30,3	5,65
4	3	2	Tarde	7,74	30,3	5,77
4	3	2	Noche	7,78	30,2	5,65
4	3	3	Mañana	7,71	30,2	5,77
4	3	3	Tarde	7,68	30,2	5,72
4	3	3	Noche	7,69	30,3	5,78
4	3	4	Mañana	7,69	30,3	5,69
4	3	4	Tarde	7,68	30,2	5,74
4	3	4	Noche	7,64	30,2	5,78
4	3	5	Mañana	7,68	30,4	5,79
4	3	5	Tarde	7,65	30,2	5,77
4	3	5	Noche	7,69	30,3	5,68
4	3	6	Mañana	7,69	30,3	5,73
4	3	6	Tarde	7,68	30,4	5,54
4	3	6	Noche	7,63	30,3	5,56
4	3	7	Mañana	7,69	30,3	5,76
4	3	7	Tarde	7,67	30,2	5,62
4	3	7	Noche	7,64	30,2	5,73
4	3	8	Mañana	7,68	30,4	5,69
4	3	8	Tarde	7,65	30,3	5,77
4	3	8	Noche	7,62	30,2	5,61



4	3	9	Mañana	7,68	30,2	5,77
4	3	9	Tarde	7,65	30,4	5,72
4	3	9	Noche	7,68	30,3	5,78
4	3	10	Mañana	7,62	30,2	5,64
4	3	10	Tarde	7,67	30,4	5,63
4	3	10	Noche	7,69	30,2	5,64
4	3	11	Mañana	7,69	30,2	5,79
4	3	11	Tarde	7,68	30,3	5,62
4	3	11	Noche	7,65	30,3	5,65
4	3	12	Mañana	7,65	30,2	5,69
4	3	12	Tarde	7,64	30,4	5,71
4	3	12	Noche	7,68	30,2	5,72
4	3	13	Mañana	7,71	30,2	5,76
4	3	13	Tarde	7,75	30,3	5,71
4	3	13	Noche	7,76	30,3	5,77
4	3	14	Mañana	7,79	30,4	5,62
4	3	14	Tarde	7,78	30,4	5,63
4	3	14	Noche	7,78	30,3	5,69
4	3	15	Mañana	7,75	30,2	5,77
4	3	15	Tarde	7,69	30,3	5,68
4	3	15	Noche	7,65	30,2	5,73
4	3	16	Mañana	7,69	30,3	5,69
4	3	16	Tarde	7,68	30,4	5,56
4	3	16	Noche	7,64	30,3	5,76
5	1	1	Mañana	7,67	30,4	5,62
5	1	1	Tarde	7,72	30,3	5,73
5	1	1	Noche	7,75	30,3	5,62
5	1	2	Mañana	7,79	30,4	5,69
5	1	2	Tarde	7,78	30,4	5,61
5	1	2	Noche	7,76	30,3	5,59
5	1	3	Mañana	7,73	30,4	5,62
5	1	3	Tarde	7,75	30,3	5,65
5	1	3	Noche	7,73	30,3	5,69
5	1	4	Mañana	7,78	30,2	5,75
5	1	4	Tarde	7,71	30,2	5,64
5	1	4	Noche	7,74	30,2	5,73
5	1	5	Mañana	7,79	30,2	5,76
5	1	5	Tarde	7,77	30,2	5,75
5	1	5	Noche	7,75	30,2	5,69
5	1	6	Mañana	7,74	30,2	5,65

5	1	6	Tarde	7,77	30,2	5,61
5	1	6	Noche	7,75	30,2	5,62
5	1	7	Mañana	7,72	30,4	5,65
5	1	7	Tarde	7,69	30,2	5,61
5	1	7	Noche	7,65	30,2	5,77
5	1	8	Mañana	7,69	30,4	5,68
5	1	8	Tarde	7,61	30,3	5,73
5	1	8	Noche	7,65	30,3	5,54
5	2	1	Mañana	7,67	30,3	5,73
5	2	1	Tarde	7,69	30,3	5,79
5	2	1	Noche	7,73	30,2	5,61
5	2	2	Mañana	7,71	30,3	5,61
5	2	2	Tarde	7,75	30,2	5,64
5	2	2	Noche	7,72	30,2	5,63
5	2	3	Mañana	7,74	30,3	5,64
5	2	3	Tarde	7,71	30,2	5,69
5	2	3	Noche	7,73	30,2	5,71
5	2	4	Mañana	7,76	30,3	5,75
5	2	4	Tarde	7,72	30,4	5,77
5	2	4	Noche	7,75	30,3	5,59
5	2	5	Mañana	7,74	30,3	5,61
5	2	5	Tarde	7,72	30,3	5,77
5	2	5	Noche	7,76	30,4	5,72
5	2	6	Mañana	7,79	30,4	5,78
5	2	6	Tarde	7,75	30,3	5,73
5	2	6	Noche	7,73	30,2	5,68
5	2	7	Mañana	7,67	30,2	5,77
5	2	7	Tarde	7,65	30,3	5,69
5	2	7	Noche	7,63	30,2	5,68
5	2	8	Mañana	7,65	30,4	5,68
5	2	8	Tarde	7,62	30,3	5,77
5	2	8	Noche	7,69	30,3	5,63
5	3	1	Mañana	7,73	30,2	5,76
5	3	1	Tarde	7,76	30,2	5,62
5	3	1	Noche	7,73	30,2	5,73
5	3	2	Mañana	7,74	30,4	5,64
5	3	2	Tarde	7,79	30,3	5,61
5	3	2	Noche	7,74	30,3	5,77
5	3	3	Mañana	7,71	30,4	5,72
5	3	3	Tarde	7,65	30,3	5,78

5	3	3	Noche	7,66	30,3	5,75
5	3	4	Mañana	7,65	30,4	5,72
5	3	4	Tarde	7,61	30,4	5,78
5	3	4	Noche	7,64	30,3	5,74
5	3	5	Mañana	7,68	30,3	5,71
5	3	5	Tarde	7,63	30,4	5,68
5	3	5	Noche	7,63	30,3	5,62
5	3	6	Mañana	7,65	30,2	5,62
5	3	6	Tarde	7,68	30,2	5,77
5	3	6	Noche	7,73	30,2	5,62
5	3	7	Mañana	7,71	30,2	5,63
5	3	7	Tarde	7,75	30,2	5,69
5	3	7	Noche	7,78	30,2	5,72
5	3	8	Mañana	7,76	30,4	5,77
5	3	8	Tarde	7,75	30,3	5,61
5	3	8	Noche	7,73	30,2	5,57
6	1	1	Mañana	7,79	30,3	5,77
6	1	1	Tarde	7,78	30,3	5,69
6	1	1	Noche	7,73	30,2	5,71
6	1	2	Mañana	7,74	30,3	5,76
6	1	2	Tarde	7,79	30,4	5,71
6	1	2	Noche	7,75	30,3	5,68
6	1	3	Mañana	7,76	30,4	5,61
6	1	3	Tarde	7,74	30,3	5,71
6	1	3	Noche	7,73	30,3	5,68
6	1	4	Mañana	7,75	30,4	5,65
6	1	4	Tarde	7,73	30,2	5,71
6	1	4	Noche	7,71	30,3	5,73
6	1	5	Mañana	7,78	30,3	5,71
6	1	5	Tarde	7,78	30,4	5,68
6	1	5	Noche	7,76	30,3	5,61
6	1	6	Mañana	7,77	30,2	5,77
6	1	6	Tarde	7,75	30,3	5,62
6	1	6	Noche	7,78	30,3	5,62
6	1	7	Mañana	7,77	30,4	5,61
6	1	7	Tarde	7,75	30,3	5,77
6	1	7	Noche	7,74	30,2	5,62
6	1	8	Mañana	7,76	30,2	5,69
6	1	8	Tarde	7,73	30,2	5,77
6	1	8	Noche	7,76	30,2	5,69

6	1	9	Mañana	7,78	30,4	5,72
6	1	9	Tarde	7,77	30,3	5,77
6	1	9	Noche	7,74	30,3	5,61
6	1	10	Mañana	7,79	30,3	5,78
6	1	10	Tarde	7,76	30,3	5,64
6	1	10	Noche	7,74	30,2	5,69
6	1	11	Mañana	7,76	30,3	5,72
6	1	11	Tarde	7,75	30,2	5,77
6	1	11	Noche	7,78	30,2	5,61
6	1	12	Mañana	7,79	30,4	5,57
6	1	12	Tarde	7,77	30,3	5,53
6	1	12	Noche	7,77	30,3	5,59
6	1	13	Mañana	7,79	30,3	5,61
6	1	13	Tarde	7,76	30,2	5,75
6	1	13	Noche	7,78	30,3	5,74
6	1	14	Mañana	7,73	30,2	5,71
6	1	14	Tarde	7,74	30,2	5,68
6	1	14	Noche	7,79	30,2	5,63
6	1	15	Mañana	7,75	30,4	5,61
6	1	15	Tarde	7,74	30,2	5,59
6	1	15	Noche	7,73	30,3	5,57
6	1	16	Mañana	7,71	30,2	5,6
6	1	16	Tarde	7,77	30,4	5,78
6	1	16	Noche	7,76	30,3	5,75
6	2	1	Mañana	7,78	30,4	5,76
6	2	1	Tarde	7,75	30,3	5,61
6	2	1	Noche	7,75	30,2	5,62
6	2	2	Mañana	7,79	30,4	5,68
6	2	2	Tarde	7,77	30,3	5,77
6	2	2	Noche	7,74	30,2	5,65
6	2	3	Mañana	7,76	30,3	5,77
6	2	3	Tarde	7,75	30,3	5,72
6	2	3	Noche	7,74	30,3	5,78
6	2	4	Mañana	7,73	30,3	5,73
6	2	4	Tarde	7,73	30,2	5,68
6	2	4	Noche	7,71	30,2	5,63
6	2	5	Mañana	7,77	30,3	5,69
6	2	5	Tarde	7,76	30,3	5,77
6	2	5	Noche	7,79	30,2	5,68
6	2	6	Mañana	7,75	30,2	5,73

6	2	6	Tarde	7,73	30,2	5,54
6	2	6	Noche	7,68	30,3	5,56
6	2	7	Mañana	7,65	30,4	5,61
6	2	7	Tarde	7,62	30,2	5,61
6	2	7	Noche	7,62	30,3	5,64
6	2	8	Mañana	7,64	30,2	5,63
6	2	8	Tarde	7,63	30,4	5,64
6	2	8	Noche	7,63	30,3	5,69
6	2	9	Mañana	7,65	30,3	5,71
6	2	9	Tarde	7,62	30,4	5,75
6	2	9	Noche	7,69	30,2	5,77
6	2	10	Mañana	7,65	30,3	5,59
6	2	10	Tarde	7,63	30,3	5,61
6	2	10	Noche	7,66	30,3	5,77
6	2	11	Mañana	7,62	30,3	5,77
6	2	11	Tarde	7,65	30,2	5,61
6	2	11	Noche	7,65	30,3	5,57
6	2	12	Mañana	7,63	30,3	5,69
6	2	12	Tarde	7,63	30,2	5,59
6	2	12	Noche	7,66	30,2	5,61
6	2	13	Mañana	7,67	30,3	5,77
6	2	13	Tarde	7,65	30,3	5,61
6	2	13	Noche	7,64	30,2	5,59
6	2	14	Mañana	7,67	30,4	5,69
6	2	14	Tarde	7,74	30,4	5,6
6	2	14	Noche	7,73	30,3	5,78
6	2	15	Mañana	7,78	30,4	5,75
6	2	15	Tarde	7,74	30,4	5,76
6	2	15	Noche	7,73	30,3	5,74
6	2	16	Mañana	7,75	30,3	5,71
6	2	16	Tarde	7,72	30,3	5,59
6	2	16	Noche	7,69	30,2	5,57
6	3	1	Mañana	7,73	30,2	5,69
6	3	1	Tarde	7,73	30,2	5,78
6	3	1	Noche	7,76	30,3	5,76
6	3	2	Mañana	7,72	30,4	5,74
6	3	2	Tarde	7,75	30,2	5,71
6	3	2	Noche	7,72	30,3	5,75
6	3	3	Mañana	7,73	30,2	5,79
6	3	3	Tarde	7,76	30,4	5,77

6	3	3	Noche	7,76	30,3	5,65
6	3	4	Mañana	7,71	30,4	5,69
6	3	4	Tarde	7,73	30,3	5,72
6	3	4	Noche	7,76	30,2	5,77
6	3	5	Mañana	7,72	30,4	5,61
6	3	5	Tarde	7,75	30,3	5,76
6	3	5	Noche	7,75	30,3	5,77
6	3	6	Mañana	7,73	30,4	5,77
6	3	6	Tarde	7,68	30,4	5,77
6	3	6	Noche	7,66	30,2	5,65
6	3	7	Mañana	7,64	30,2	5,77
6	3	7	Tarde	7,64	30,4	5,69
6	3	7	Noche	7,63	30,3	5,71
6	3	8	Mañana	7,65	30,3	5,76
6	3	8	Tarde	7,63	30,4	5,71
6	3	8	Noche	7,61	30,3	5,62
6	3	9	Mañana	7,65	30,3	5,62
6	3	9	Tarde	7,67	30,2	5,61
6	3	9	Noche	7,63	30,3	5,77
6	3	10	Mañana	7,64	30,4	5,71
6	3	10	Tarde	7,62	30,2	5,68
6	3	10	Noche	7,65	30,2	5,63
6	3	11	Mañana	7,69	30,4	5,76
6	3	11	Tarde	7,65	30,2	5,74
6	3	11	Noche	7,63	30,2	5,71
6	3	12	Mañana	7,63	30,4	5,75
6	3	12	Tarde	7,65	30,3	5,79
6	3	12	Noche	7,64	30,3	5,69
6	3	13	Mañana	7,63	30,4	5,76
6	3	13	Tarde	7,71	30,4	5,72
6	3	13	Noche	7,67	30,3	5,76
6	3	14	Mañana	7,66	30,3	5,69
6	3	14	Tarde	7,69	30,2	5,79
6	3	14	Noche	7,65	30,2	5,73
6	3	15	Mañana	7,63	30,3	5,77
6	3	15	Tarde	7,68	30,4	5,62
6	3	15	Noche	7,66	30,2	5,61
6	3	16	Mañana	7,65	30,3	5,77
6	3	16	Tarde	7,69	30,2	5,71
6	3	16	Noche	7,74	30,3	5,71

**Anexo I.** Análisis de varianza para pH entre tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
tratamientos	0,00000253094	5	5,06189E-7	0,37	0,8710
residuos	0,000884603	642	0,00000137789		
Total (Corr.)	0,000887134	647			

**Anexo J.** Análisis de varianza temperatura en la mañana, tarde y noche.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamientos	0,0395833	5	0,00791667	1,19	0,3159
residuos	1,39875	210	0,00666071		
Total (Corr.)	1,43833	215			

**Anexo K.** Prueba de Tukey entre mañana, tarde y noche para temperatura.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	215	0,0330025	X
2	216	0,0330176	X
3	217	0,0330487	X

**Anexo L.** Análisis de varianza para oxígeno disuelto entre tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
tratamientos	0,000163185	2	0,0000815927	0,75	0,4725
residuos	0,0701104	645	0,000108698		
Total (Corr.)	0,0702736	647			

**Anexo O.** Análisis estadístico de peso inicial.

<b>Media</b>	0,017
<b>Desviación estándar</b>	0,001
<b>Coefficiente de variación</b>	0,011

**Anexo P.** Análisis estadístico de talla inicial.

<b>Media</b>	0,4033
<b>Desviación estándar</b>	0,01328

<b>Coefficiente de variación</b>	0,032
----------------------------------	-------

**Anexo Q.** Interacción entre factor uno y dos (Tukey, 95% confianza)

