

**EFFECTO DE DIFERENTES PORCENTAJES DE LÍPIDOS SOBRE EL  
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL PEZ PAYASO TOMATE**  
*Amphiprion frenatus*

**ANGÉLICA MARÍA MONCAYO GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
PASTO, COLOMBIA  
2022**

**EFFECTO DE DIFERENTES PORCENTAJES DE LÍPIDOS SOBRE EL  
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL PEZ PAYASO TOMATE**  
*Amphiprion frenatus*

**ANGÉLICA MARÍA MONCAYO GÓMEZ**

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

**Director**

**ÁLVARO JAVIER BURGOS ARCOS**  
Zoot, M. Sc., Ph. D Biotecnología

**Codirector**

**ZOHAR IBARRA ZATARAIN**  
Ph. D Biotecnología Acuícola

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA**  
**PASTO, COLOMBIA**  
**2022**

## NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en esta tesis de grado son responsabilidad exclusiva de su autor. **Artículo 1ro del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966**, emanado por el Honorable Consejo Superior Directivo de la Universidad de Nariño.

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

**ÁLVARO JAVIER BURGOS ARCOS**  
Director trabajo de grado

---

**ZOHAR IBARRA ZATARAIN**  
Codirector

---

**CAMILO GUERRERO ROMERO**  
Jurado delegado

---

**SANDRA MILENA CERÓN**  
Jurado

**San Juan de Pasto, Junio de 2022.**

## AGRADECIMIENTOS

ZOHAR IBARRA ZATARAIN	Ph. D Biotecnología Acuícola, catedrático de CONACYT asignado al CENITT.
ÁLVARO JAVIER BURGOS ARCOS	Zoot, M. Sc., Ph. D Biotecnología y profesor adjunto al programa de Ingeniería en Producción Acuícola.
CAMILO LENIN GUERRERO ROMERO	Ingeniero en Producción Acuícola. Técnico del laboratorio de Ingeniería en producción acuícola.
SANDRA MILENA CERÓN	Ingeniera en Producción Acuícola y Esp Estadística aplicada.
JOEL FITZGERALD LINARES CÓRDOVA	Biólogo con mención en Hidrobiología y pesquería, Master en Acuicultura.
PIEDAD MEJÍA SANTACRUZ	Secretaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño.
ÓSCAR MEJÍA SANTACRUZ	Economista. Auxiliar biblioteca General Luis Santander.
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zootecnista. Esp. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño

Al **Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit (COCYTEN)** por la beca otorgada para la realización de mi tesis, al **Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología (CENITT)**, al personal que conforma la Unidad **Especializada en Gestión e Innovación Acuícola (UEGIA)** por su colaboración en el desarrollo de mi trabajo de grado, a la **Universidad de Nariño** y a todas las personas que conocí en el proceso de formación académica y personal. Por último y no menos importante a mi persona favorita, mi Eli.

## DEDICATORIA

A mi hija Eliana Sofía Reyes Moncayo quien es mi compañera de vida, mi constante motivación, quien me inspira a ser cada día la mujer que soy y por ser la personita que me ha acompañado en cada paso durante mi carrera profesional y mi vida. TE AMO con el alma mi niña bella.

A mi padre Javier Moncayo por sus consejos Digo, Quiero, Puedo y Hago, sus valores, su apoyo, por todo su amor, porque no me alcanzaría la vida para agradecerle todo lo que ha hecho por mi desde que era una niña, te amo padre. A mi tía Adelina Gómez por impulsarme a estudiar, por su ayuda y consejos. A Lidia Andrade quien es la persona que está presente en el cuidado de mi niña y que de una u otra manera sin su ayuda no hubiera logrado culminar mi profesión.

A mi madre María Erubid Gómez por darme la vida y a pesar de las circunstancias, ha estado presente y me bendice para que siempre me vaya bien, a mi hermano Emerson y hermanas Karen, Angie y Any, por estar pendientes de mí, por su apoyo y cariño, los quiero mucho.

Gracias a mi amor bello, por su apoyo incondicional, por ser mi confidente, por su cariño y soporte en momentos de debilidad, pero sobre todo por ser mi compañero de vivencias del día a día y las que llegaran. Gracias a mis compañeros y todas las personas que conocí durante mi formación profesional, por permitir entrar en sus vidas y dejar una huella en mí.

Gracias a mis profesores por compartir su conocimiento y por ayudarme a ser una buena profesional. Mi gratitud al profesor Álvaro Burgos, por su apoyo desde el primer día de clases hasta el día de culminar mis estudios, también al Dr. Zohar Ibarra por confiar en mí porque desde el primer momento no dudo en brindarme su ayuda y sin lugar a duda por darme a conocer una parte de su país México, su cultura, comida, lugares y todas las personas que conocí en mi estancia en este hermoso país, Infinitas gracias.

**“LO QUE SE MENTALIZA, SE MATERIALIZA”  
ANGÉLICA MARÍA MONCAYO GÓMEZ**

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en los laboratorios del Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología, CENITT, de la Universidad Autónoma de Nayarit, México; se evaluó el efecto de diferentes porcentajes de lípidos, sobre el comportamiento reproductivo del pez payaso tomate *Amphiprion frenatus*; se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA), aplicado a cuatro tratamientos cada uno con tres réplicas: T<sub>0</sub>=6%, T<sub>1</sub>=7%, T<sub>2</sub>=11% y T<sub>3</sub>=14%. Se utilizó un total de 48 ejemplares con peso y longitud promedio de 2,79 ± 1,09 g y 5,02 ± 0,65 cm respectivamente, distribuidos aleatoriamente a razón de cuatro organismos por tanque con una proporción de sexos de una pareja reproductora y dos organismos asexuados; para la observación del comportamiento, se instaló una cámara de video.

Se realizó un etograma y se contabilizó la ocurrencia de los diferentes comportamientos durante y después de la elección de parejas: territorialidad, agresión, aislamiento, dominio y cortejo; los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas de normalidad (Kolmogórov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (Levene) y se llevó a cabo una prueba de t de Student, aplicando un nivel de confiabilidad del 95%; de acuerdo al análisis estadístico, la territorialidad, agresión y aislamiento, T<sub>0</sub> expreso diferencias estadísticas con T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>; una vez establecidas las parejas, T<sub>0</sub> mostró menor dominancia presentando diferencias estadísticas con T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, mientras que T<sub>1</sub> presento diferencias con T<sub>2</sub>; referente al comportamiento de cortejo, T<sub>0</sub> exhibió diferencias estadísticas con T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, de manera similar, T<sub>1</sub> presento diferencias con T<sub>2</sub>, mientras que T<sub>2</sub> mostró diferencias con T<sub>3</sub>.

El comportamiento reproductivo de *A. frenatus*, fue estimulado por el porcentaje de lípidos en las dietas, logrando establecer que un contenido lipídico de 7% promovió al pez a formar parejas rápidamente y que estas realizaran un mayor número de agresiones, dominio y cortejo. El uso de dietas balanceadas con diferentes inclusiones de lípidos; evaluando su efecto sobre el comportamiento reproductivo son clave para determinar sus requerimientos nutricionales, desarrollar dietas específicas, como también para realizar estudios sobre la ecología y biología de organismos de ornato marino con fines de producción, señalando la importancia de la obtención de semilla y cría, para reducir la extracción del medio natural.

**Palabras clave:** *Amphiprion frenatus*, lípidos, etograma, comportamiento reproductivo, territorio, agresión, aislamiento, dominio, cortejo.

## ABSTRACT

This study was performed in the Nayarit Centre for Innovation and Technological Transference, CENITT, at the Autonomous University of Nayarit, México. The aim of the study was to evaluate the effect of different percentages of lipids on the reproductive performance of tomato clownfish *Amphiprion frenatus*. A completely randomized experimental design (DCA) was used, considering four treatments by triplicate. The proposed treatments were: T<sub>0</sub>=6%, T<sub>1</sub>=7%, T<sub>2</sub>=11% and T<sub>3</sub>=14%. A total of 48 organisms with an average weight and length of 2,79 ± 1,09 g and 5,02 ± 0,65 cm, respectively, were randomly distributed at a rate of four organisms per tank with a sex ratio of one possibly breeding pair and two non-breeding organisms; For the observation of the reproductive behavior, a video camera was installed in each experimental unit.

During the analyses of the video recordings an ethogram was realized in which the occurrence of different behavioural patterns of tomato clownfish were performed during and after the mate selection, such as: territoriality, aggression, isolation, dominance and courtship. Obtained data were subjected to a normality (Kolmogórov-Smirnov) and homogeneity of variances (Levene) tests. Afterwards, an independent Student's t-test, with a confidence level of  $\alpha=0.05$ , was performed with the IBM-SPSS V25 software. According to the statistical analysis, during the mate selection, the territoriality, aggression and isolation behaviours of T<sub>0</sub> were statistical significant differences to T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>; once the breeding pair was established, T<sub>0</sub> exhibited significant lower dominance in comparison to T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub>, whilst T<sub>1</sub> showed statistical differences with T<sub>2</sub>. In reference to the courtship behaviour, T<sub>0</sub> exhibited statistical differences with T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub>, meanwhile, T<sub>1</sub> was significant different with T<sub>2</sub> and T<sub>2</sub> to T<sub>3</sub>.

The reproductive behavior of *A. frenatus* was significantly stimulated by the percentage of lipids in the evaluated diets, by establishing that levels higher than 6% of lipids induced to a higher rate of aggression, dominance and mating success. The use of balanced diets with different lipid inclusions are reliable indicators to determine their nutritional requirements, by evaluating their effect on reproductive behavior, moreover, to develop specific and balanced diets, as well as to carry out studies on the ethology, ecology and biology of marine ornamental organisms for production purposes, by remarking the importance of obtaining fry and juveniles, to reduce the extraction from wild.

**Palabras clave:** *Amphiprion frenatus*, lipids, ethogram, reproductive behavior, territoriality, aggression, isolation, dominance and courtship.

## CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN .....	17
2. OBJETIVOS .....	20
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3. MARCO TEÓRICO .....	21
3.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE.....	21
3.1.1 Biología de la especie .....	21
3.1.2 Clasificación taxonómica.....	22
3.1.3 Reproducción.....	22
3.1.3.1 Desarrollo larval.....	23
3.1.4 Periodo juvenil .....	24
3.1.5 Periodo adulto.....	24
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS REPRODUCTORES DEL GÉNERO <i>AMPHIPRION</i> .....	24
3.2.1 Estrategias reproductivas.....	24
3.2.2 Formación de parejas .....	25
3.2.3 Estabilidad entre pares. ....	26
3.2.4 Comportamiento de desove .....	26
3.3 ETOGRAMA .....	27
3.4 IMPORTANCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE PECES MARINOS .....	29
3.4.1 Consumo energético en la reproducción.....	29
3.4.2 Aspectos nutricionales en peces marinos.....	30
3.4.2.1 Lípidos. ....	31
3.4.2.2 Proteína. ....	33
3.5 INFLUENCIA DE ALGUNOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA EN LA REPRODUCCIÓN .....	33
3.5.1 Temperatura. ....	34
3.5.2 Salinidad. ....	34
3.5.3 Fotoperiodo.....	35
3.6 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUÍCOLA (SRA).....	36
3.6.1 Componentes de un sistema de recirculación acuícola. Se encuentran .....	36
3.6.1.1 Tanques de cultivo.....	36
3.6.1.2 Fuente de aireación y oxigenación. ....	37
3.6.1.3 Bombas y tubería.....	37
4. METODOLOGÍA .....	38
4.1 LOCALIZACIÓN Y PERIODO DE ESTUDIO .....	38
4.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.....	39
4.2.1 Materiales. ....	39
4.2.2 Equipos.....	39
4.2.3 Insumos. ....	40
4.3 OBTENCIÓN DIETAS EXPERIMENTALES .....	40

4.3.1	Formulación y elaboración de las dietas experimentales.....	40
4.3.2	Análisis químico proximal.....	41
4.4	PLAN DE MANEJO.....	42
4.4.1	Instalación y adecuación del sistema de recirculación.....	42
4.4.2	Material Biológico.....	42
4.4.3	Alimentación. ....	43
4.4.4	Muestreo de los ejemplares. ....	44
4.4.5	Manejo de ejemplares durante el proceso de formación de parejas. ....	44
4.4.6	Muestreo de los parámetros de calidad del agua. ....	45
4.5	OBSERVACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL ETOGRAMA .....	45
4.5.1	Instalación cámaras de video.....	45
4.5.2	Observación del comportamiento. ....	45
4.5.3	Identificación de pautas de comportamiento.....	46
4.5.4	Categorías de observación. ....	47
4.5.5	Registro y descripción de las observaciones de comportamiento.....	47
4.5.6	Cuantificación del comportamiento. ....	47
4.6	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	47
4.6.1	Tratamientos.....	48
4.6.2	Formulación de hipótesis. ....	48
4.6.3	Variables evaluadas.....	48
4.6.3.1	Formación de parejas y comportamiento de la pareja establecida. ....	48
5.	RESULTADOS.....	50
5.1	ADAPTACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LOS EJEMPLARES.....	50
5.2	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DURANTE LA ELECCIÓN DE PAREJAS .....	50
5.2.1	Territorialidad.....	50
5.2.2	Agresión.....	51
5.2.3	Aislamiento .....	53
5.3	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA PAREJA ESTABLECIDA .....	54
5.3.1	Dominio.....	55
5.3.2	Cortejo .....	56
5.4	ETOGRAMA DE LOS DIFERENTES COMPORTAMIENTOS EXHIBIDOS POR LOS EJEMPLARES.....	58
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
6.1	COMPORTAMIENTOS DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PAREJAS...61	
6.2	COMPORTAMIENTOS DE LAS PAREJAS ESTABLECIDAS.....	62
7.	CONCLUSIONES .....	65
8.	RECOMENDACIONES .....	66
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	67
10.	ANEXOS.....	77

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Requerimientos nutricionales en pez payaso tomate <i>A. frenatus</i> .....	31
<b>Tabla 2.</b> Parámetros de cultivo del pez payaso <i>A. frenatus</i> .....	34
<b>Tabla 3.</b> Porcentaje de cada materia prima a incluir por cada 100 g de alimento para cada tratamiento .....	41
<b>Tabla 4.</b> Composición dieta comercial New life Spectrum® .....	41

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Pez payaso tomate ( <i>Amphiprion frenatus</i> ).....	22
<b>Figura 2.</b> Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología CENITT	38
<b>Figura 3.</b> Sistema de recirculación de agua marina utilizado en el desarrollo de la investigación .....	42
<b>Figura 4.</b> A. Dieta comercial New life Spectrum®; B. Dieta experimental .....	44
<b>Figura 5.</b> A. Extracción de ejemplar <i>A. frenatus</i> por mortalidad; B. Extracción de ejemplar <i>A. frenatus</i> por agresión .....	44
<b>Figura 6.</b> Instalación de cámaras de video.....	45
<b>Figura 7.</b> Observación del comportamiento de los ejemplares <i>A. frenatus</i> , por medio del monitor de las cámaras de video.....	46
<b>Figura 8.</b> Ubicación de los ejemplares <i>A. frenatus</i> , dentro del tanque .....	50
<b>Figura 9.</b> Comportamiento de territorialidad de los ejemplares <i>A. frenatus</i> en cada tratamiento .....	51
<b>Figura 10.</b> Comportamiento de agresión de los ejemplares <i>A. frenatus</i> .....	52
<b>Figura 11.</b> Ejemplar <i>A. frenatus</i> con laceraciones en el área ventral, aleta anal y aleta caudal.....	52
<b>Figura 12.</b> Comportamiento de agresión de los ejemplares <i>A. frenatus</i> en cada tratamiento.....	53
<b>Figura 13.</b> Comportamiento de aislamiento de los ejemplares <i>A. frenatus</i> .....	53
<b>Figura 14.</b> Comportamiento de aislamiento de los ejemplares <i>A. frenatus</i> en cada tratamiento .....	54
<b>Figura 15.</b> A. Coloración oscura del pez payaso tomate <i>A. frenatus</i> ; B. Coloración clara del pez payaso tomate <i>A. frenatus</i> .....	55
<b>Figura 16.</b> A. Captura de video del comportamiento de dominio de la pareja establecida <i>A. frenatus</i> ; B y C. Captura de video de enfrentamiento sin agresión de la pareja establecida .....	55
<b>Figura 17.</b> Comportamiento de dominio de los ejemplares <i>A. frenatus</i> en cada tratamiento.....	56
<b>Figura 18.</b> Capturas de video del comportamiento de la pareja <i>A. frenatus</i> en la limpieza del nido .....	57
<b>Figura 19.</b> Comportamiento de cortejo de los ejemplares <i>A. frenatus</i> en cada tratamiento .....	57
<b>Figura 20.</b> Secuencia de los diferentes comportamientos observados en los ejemplares de pez payaso tomate <i>A. frenatus</i> .....	59

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>Anexo A.</b> Formulación dieta experimental con 9% de aceite de pescado.....	77
<b>Anexo B.</b> Formulación dieta experimental con 12% de aceite de pescado.....	78
<b>Anexo C.</b> Formulación dieta experimental con 15% de aceite de pescado.....	79
<b>Anexo D.</b> Resumen de cantidad de materia prima necesario para la formulación de las dietas experimentales g/Kg .....	80
<b>Anexo E.</b> Análisis químico proximal de las materias primas utilizadas en la elaboración de las dietas experimentales, aportados por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. CIBNOR, La Paz, México .....	81
<b>Anexo F.</b> Resultados Análisis químico proximal de las dietas experimentales .....	82
<b>Anexo G.</b> Protocolo para determinación análisis químico proximal.....	83
<b>Anexo H.</b> Biometría inicial (Peso en g y longitud en cm) de los ejemplares <i>A. frenatus</i> en cada tratamiento con su respectiva réplica .....	87
<b>Anexo I.</b> Biometría final (Peso en g y longitud total en cm) de los ejemplares <i>A. frenatus</i> en cada tratamiento con su respectiva réplica .....	88
<b>Anexo J.</b> Mortalidad y salidas de peces en cada tratamiento con su respectiva réplica .....	89
<b>Anexo K.</b> Formación de parejas durante el periodo de estudio por tratamiento y réplica .....	90
<b>Anexo L.</b> Registros diarios de parámetros físico químicos del agua.....	91
<b>Anexo M.</b> Comportamiento promedio por mes durante el periodo de estudio de los parámetros físico químicos del agua .....	93
<b>Anexo N.</b> Variación promedio de los nitritos, nitratos y amonio durante el periodo de estudio .....	95
<b>Anexo O.</b> Número de observaciones de los comportamientos del establecimiento de parejas en cada tratamiento con su respectiva réplica .....	96
<b>Anexo P.</b> Número de enfrentamientos del comportamiento de territorialidad en cada tratamiento con su respectiva réplica .....	97
<b>Anexo Q.</b> Pruebas estadísticas $T_0$ frente a $T_1$ ; $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de territorialidad .....	98
<b>Anexo R.</b> Pruebas estadísticas $T_1$ frente a $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de territorialidad .....	100
<b>Anexo S.</b> Pruebas estadísticas $T_2$ frente a $T_3$ en el comportamiento de territorialidad .....	102
<b>Anexo T.</b> Número de veces que se repite el comportamiento de agresión en cada tratamiento con su respectiva réplica.....	103
<b>Anexo U.</b> Pruebas estadísticas $T_0$ frente a $T_1$ ; $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de agresión .....	104
<b>Anexo V.</b> Pruebas estadísticas $T_1$ frente a $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de agresión .....	106

<b>Anexo W.</b> Prueba estadística $T_2$ frente a $T_3$ en el comportamiento de agresión.	108
<b>Anexo X.</b> Número de enfrentamientos del comportamiento de aislamiento en cada tratamiento con su respectiva réplica.....	109
<b>Anexo Y.</b> Pruebas estadísticas $T_0$ frente a $T_1$ ; $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de aislamiento.....	110
<b>Anexo Z.</b> Pruebas estadísticas $T_1$ frente a $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de aislamiento.....	112
<b>Anexo AA.</b> Pruebas estadísticas $T_2$ frente a $T_3$ en el comportamiento de aislamiento.....	114
<b>Anexo BB.</b> Número de enfrentamientos del comportamiento de dominio en cada tratamiento con su respectiva réplica.....	115
<b>Anexo CC.</b> Pruebas estadísticas $T_0$ frente a $T_1$ ; $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de dominio .....	116
<b>Anexo DD.</b> Pruebas estadísticas $T_1$ frente a $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de dominio .....	118
<b>Anexo EE.</b> Pruebas estadísticas $T_2$ frente a $T_3$ en el comportamiento de dominio .....	120
<b>Anexo FF.</b> Número de enfrentamientos del comportamiento de cortejos en cada tratamiento con su respectiva réplica.....	121
<b>Anexo GG.</b> Pruebas estadísticas $T_0$ frente a $T_1$ ; $T_2$ y $T_3$ en el comportamiento de cortejo .....	122
<b>Anexo HH.</b> Pruebas estadísticas $T_1$ frente a $T_2$ y $T_3$ el comportamiento de cortejo .....	124
<b>Anexo II.</b> Pruebas estadísticas $T_2$ lípidos frente a $T_3$ en el comportamiento de cortejo .....	126

## GLOSARIO

**ACUARIOFILIA:** afición a la cría de peces y otros organismos acuáticos en un acuario bajo condiciones controladas.

**AGRESIÓN:** comportamiento para controlar un territorio, asegurar oportunidades de apareamiento y autoprotección para preservar la integridad de un organismo en respuesta ante situaciones de amenaza percibidas como ataques.

**AISLAMIENTO:** comportamiento en el que un individuo mantiene poca o nula interacción con otros organismos como mecanismo de defensa.

**COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO:** flujo continuo de movimientos y eventos, en el cual los individuos tienden a comportarse de manera determinada para acceder a los recursos, en el caso de la reproducción, los individuos ajustan su comportamiento para cortejar, aparearse, elegir, preparar y defender el sitio de desove y desplegar el cuidado parental (actividades que en conjunto forman el comportamiento reproductivo).

**CORTEJO:** consiste generalmente en una mezcla pautada de acciones inicialmente relacionadas con el apareamiento, exhibición de características físicas, producción de sonidos especiales, el ataque, la huida y el conjunto de ritos que en biología describen el comportamiento animal de apareamiento entre los géneros.

**DOMINIO:** es la capacidad de poder que ejerce un individuo sobre otros.

**ECOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO:** es la ciencia que estudia la conducta animal desde el punto de vista de la evolución. La ecología del comportamiento estudia las implicaciones ecológicas y evolutivas de las estrategias de comportamiento de los animales en diversas situaciones.

**ETOGRAMA:** descripción de los comportamientos observables en el animal, lo que constituye la fase inicial (observación), del método etológico; como un conjunto de descripciones amplias de los patrones de comportamientos característicos de una especie.

**ETOLOGÍA:** es la rama de la biología y de la psicología experimental que estudia el comportamiento de los animales en sus medios naturales, en situación de libertad o en condiciones de laboratorio. El objetivo de este estudio es el comportamiento animal en su interacción con el medio y la descripción de aspectos tales como la agresividad, el apareamiento, el desarrollo del comportamiento y la interacción social, entre otros.

**HERMAFRODITA:** organismo que posee órganos reproductivos masculinos y femeninos.

**HERMAFRODITA PROTÁNDRICO:** Organismos cuyo órgano reproductivo masculino madura antes que el femenino.

**HERMAFRODITA PROTÓGINO:** Organismos cuyo órgano reproductivo femenino madura antes que el masculino.

**HERMAFRODITAS SECUENCIALES:** los órganos reproductivos masculinos y femeninos pueden estar presentes, pero únicamente uno está activo y viable en un determinado momento.

**HERMAFRODITAS SINCRÓNICOS:** organismo que posee órganos reproductivos masculinos y femeninos activos al mismo tiempo.

**JERARQUÍA:** gradación de animales según criterios de clase, tipología, categoría u otro tópico que permita desarrollar un sistema de clasificación. Por lo tanto, supone un orden descendente o ascendente.

**SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUÍCOLA (SRA):** conjunto de procesos y componentes que se utilizan para el cultivo de organismos acuáticos mediante una serie de tratamientos del agua de cultivo que permite garantizar una buena calidad del agua para que ésta sea adecuada para el mantenimiento de los organismos acuáticos en sus diferentes estadios (reproducción, larvario, juvenil y adulto).

**TERRITORIO:** En etología, sociobiología y ecología del comportamiento, el término territorio se refiere a cualquier área en la que un animal defiende ocasionalmente contra individuos de otras especies. La defensa de los territorios se realiza por parte de animales conocidos como animales territoriales que defienden los territorios en que tienen sus sitios de anidación y recursos suficientes de alimento para ellos y su descendencia.

## 1. INTRODUCCIÓN

El comercio internacional de peces ornamentales es una industria económicamente atractiva a causa de la demanda creada por parte de la acuariofilia; en ese sentido Vivas<sup>1</sup> y Stevens *et al.*, reportan que 4500 especies de agua dulce y 1450 especies de agua marina se comercializan cada año a nivel mundial, sin embargo, las cifras y valores de este comercio no son del todo exactas, dado que, la pesca furtiva, el comercio ilegal y la falta de regulación de estos recursos, son algunos de los factores que hacen que no se puedan determinar con exactitud la cantidad y el valor total de este mercado, por su parte, la Asociación de Comercio Acuático Ornamental<sup>3</sup>, reporta que la importación a nivel mayorista de los organismos en los distintos países es de aproximadamente 1.000 millones de US\$ y a nivel minorista de unos 3.000 millones de US\$, con una tasa de crecimiento del 14% desde el año 1985.

En consecuencia, la demanda de peces de ornato marino, depende de la captura de especies entre los que se destacan “juveniles de peces y crustáceos destinados para el comercio y exhibición en acuarios en diferentes regiones costeras, por su atractivo colorido y particular comportamiento”<sup>4</sup>; es así como, la continua extracción de peces, no ha sido manejada de forma sostenible, generando que “otras especies puedan invadir el territorio de las especies sobre-explotadas, la degradación de las zonas de reproducción y desove, afectando la supervivencia de las poblaciones adultas”<sup>5</sup>; además, de acuerdo con un estudio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>6</sup> y el Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial<sup>7</sup>, solo alrededor del 2% de los peces y el 1% de los corales, son obtenidos mediante técnicas de cultivo en cautiverio.

Por su parte Biondo<sup>8</sup>, considera que estudios relacionados con la biología de las especies, nuevas tecnologías en su cultivo, sistemas de recirculación de agua,

---

<sup>1</sup> VIVAS DELGADO, José Luís. Comercio internacional de peces ornamentales. Trabajo de Grado en Comercio. España: Universidad de Valladolid. Facultad de comercio, 2019. 9 p.

<sup>2</sup> STEVENS, CH, *et al.* Stress and welfare in ornamental fishes: ¿what can be learned from aquaculture? En: Journal of fish biology. Julio, 2017, vol. 91, no. 2, p. 409-428.

<sup>3</sup> OATA. 2019. Ornamental Aquatic Trade Association. Disponible en internet: <<https://ornamentalfish.org/wp-content/uploads/OATA-Annual-Report-2018-2019.pdf>>

<sup>4</sup> REYNOSO, Fabiola, *et al.* La acuariofilia de especies ornamentales marinas: un mercado de retos y oportunidades. En: latín american journal of aquatic research. Marzo, 2012, vol. 40, no. 1, p. 12.

<sup>5</sup> ESPINOZA, Mario y NIELSEN, Vanessa. Especies comerciales. I. Peces. Ambientes marinos costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José. 2006, p. 87-104.

<sup>6</sup> PNUMA. 2019. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en internet: <<https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>>

<sup>7</sup> WCMC. 2019. Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial. Disponible en internet: <<https://www.unep-wcmc.org/>>

<sup>8</sup> BIONDO, Monica. Quantifying the trade in marine ornamental fishes into Switzerland and an estimation of imports from the European Union. En: Global Ecology and Conservation. Julio, 2017, vol. 11, p. 96.

manejo nutricional y alimentario de los organismos, puede ayudar a mitigar el impacto ambiental y sostener la industria marina ornamental, “reduciendo así la necesidad de extracción del medio natural y una mayor diversificación de especies que satisfagan la demanda del mercado”<sup>9</sup>; por lo tanto, para mejorar la sostenibilidad, a causa de la captura masiva de peces en arrecifes coralinos, de acuerdo con Álvarez-Lajonchère<sup>10</sup>, es necesario lograr un suministro confiable y controlado de huevos fértiles y juveniles, los cuales solo pueden ser producidos en un banco de reproductores mantenido bajo condiciones ambientales y requerimientos nutricionales apropiados.

Es así como Mirabent y Toledo<sup>11</sup>, consideran que sistemas de producción optimizados, de acuerdo al estado nutricional de los reproductores directa o indirectamente, se determina en gran medida el éxito reproductivo (cantidad y calidad de huevos y larvas viables), la regulación de su crecimiento, el desarrollo sexual y las características morfológicas y fisiológicas de la progenie resultante; lo anterior resalta la importancia de alimentar adecuadamente a los reproductores antes del período de maduración sexual, lo cual garantiza “las reservas energéticas y los nutrientes necesarios para llevar a cabo los procesos de formación de las células sexuales, la reproducción, el desarrollo embrionario y larval, que aseguren la producción masiva de juveniles en la cual se debe basar el cultivo de las especies deseadas”<sup>12</sup>.

De esta manera, la reproducción depende de los aportes nutricionales, cantidad y calidad de alimento; especialmente el “suministro adecuado de ácidos grasos esenciales (AGE), así como de la combinación optima de factores ambientales como la temperatura para el desarrollo de la progenie”<sup>13</sup>, sin embargo tal como lo manifiestan Hernández<sup>14</sup> y Contreras *et al*<sup>15</sup>, algunas de las especies acuáticas, se

---

<sup>9</sup> SETU, S. K, *et al.* Breeding and rearing of regal damselfish *Neopomacentrus cyanomos* (Bleeker, 1856): the role of green water in larval survival. En: World Journal of Fish and Marine Sciences. 2010, vol. 2, no. 6, p. 552.

<sup>10</sup> ÁLVAREZ-LAJONCHÈRE, Luis Sergio. Nutrición de reproductores de peces marinos. En: Avances en Nutrición Acuícola. Mazatlán, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. 2006, p. 2-4.

<sup>11</sup> MIRABENT, Marian y TOLEDO, Sergio José. Dietas para reproductores de peces con potencial para el cultivo marino en Cuba. En: Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras. Junio, 2018, vol. 35, no. 1, p. 30-31.

<sup>12</sup> SERRANO ARROYO, Daniel. Efecto del color de tanque y de dos dietas enriquecidas, sobre la supervivencia y desarrollo de larvas del falso pez payaso *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830). Trabajo de grado Maestro en ciencias en acuicultura. Veracruz, México: Instituto Tecnológico de Boca de Rio, 2017. 17 p.

<sup>13</sup> MIRABENT y TOLEDO. Op. cit., p. 31.

<sup>14</sup> HERNÁNDEZ OLALDE, Liliana. Ecología reproductiva de peces de arrecife rocoso en el suroeste del Golfo de California. Tesis doctoral, Doctorado en ciencias marinas. La Paz Baja California Sur, México: Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 2008. 79-81 p.

<sup>15</sup> CONTRERAS, Mauricio, *et al.* Comportamiento reproductivo del pez *Opistognathus rosenblatti* (Perciformes: Opistognathidae) en cautiverio. En: Revista de biología tropical. Septiembre, 2012, vol. 60, no. 3, p. 1303.

ajustan a una serie de comportamientos reproductivos, como la elección de la pareja, cortejo, preparación del nido, desove y cuidado parental entre otras.

En este sentido, según Mayorga<sup>16</sup> y Castanheira *et al*<sup>17</sup>, observaciones realizadas en la naturaleza y en cautiverio de las especies pertenecientes a la familia *pomacentridae*, evidencian patrones generales de comportamiento y reproducción, tales como un cortejo elaborado y cuidados de la puesta, por lo tanto, describir el comportamiento de una especie en particular, “representa una herramienta de información fiable sobre las respuestas e interacciones de los animales en su entorno y actividad general que realizan en la naturaleza y en cautiverio”<sup>18</sup>.

Por lo anterior, la información generada en el presente estudio sobre la etología reproductiva del pez *A. frenatus*, describe algunas de las actividades que realizan estos organismos en cuanto a la socialización, preferencia y elección de una pareja, así como de área de anidación, patrones de cortejo que responden y se expresan de manera diferente en función de la alimentación, es por ello que el uso de dietas balanceadas con diferentes inclusiones de lípidos; evaluando su valor nutritivo y eficiencia en el comportamiento reproductivo, son claves para realizar estudios de comportamiento, ecología y biología de organismos de ornato marino con fines de producción, señalando la importancia de la obtención de semilla y cría, para reducir la extracción del medio natural.

---

<sup>16</sup> MAYORGA LEÓN, Sandra Liliana y RAMOS BAQUERO, Anguella Adriana. Observaciones del comportamiento de la raya *Urobatis jamaicensis* (Cuvier, 1816) (Rajiformes: *Urolophidae*) en condiciones de cautiverio acuario Mundo Marino, Santa Marta y Oceanario Islas del Rosario, Cartagena. Trabajo de grado Biólogo Marino, Santa fe de Bogotá, Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 2001. 15 p.

<sup>17</sup> CASTANHEIRA, M, *et al*. Coping styles in farmed fish: consequences for aquaculture. En: Rev Aquac. Marzo, 2017, vol. 9, no. 1, p. 24.

<sup>18</sup> LAHITTE, H. B; FERRARI, R y LÁZARO, L. Teoría y Práctica de la descripción en Ciencias del comportamiento. En: Etogramática. 2012. p. 59.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de diferentes porcentajes de lípidos 6%, 7%, 11% y 14% sobre el comportamiento reproductivo del pez payaso tomate *Amphiprion frenatus*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el comportamiento del pez payaso tomate *Amphiprion frenatus* durante la elección de parejas en cada uno de los tratamientos.
- Identificar las conductas de las parejas establecidas del pez payaso tomate *Amphiprion frenatus* en cada uno de los tratamientos.
- Elaborar un etograma con las diferentes conductas exhibidas por los ejemplares *Amphiprion frenatus*.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE

Dentro del género *Amphiprion* los peces payaso, son probablemente los peces marinos tropicales más populares entre las especies marinas en cautividad tanto a nivel de acuarios públicos como privados; una de las principales causas de su gran popularidad, además de su atrayente patrón de coloración y de su conocida simbiosis con anémonas, es “la amplia disponibilidad de ejemplares nacidos en cautividad”<sup>19</sup>. Madhu *et al*<sup>20</sup>, afirman que entre las especies de peces ornamentales marinos, el pez payaso, se considera como una especie de ornato de las más producidas a nivel mundial debido a su alto valor comercial, coloración atractiva, alta capacidad de adaptación al cautiverio, aceptación a una dieta artificial y relación simbiótica con anémonas.

Por otra parte, Fombuena<sup>21</sup>, plantea que morfológicamente son peces con colores muy vistosos, con una gama de pigmentación que va desde los tonos naranja, marrón, rosa hasta una coloración negra, según la especie. La mayoría de estos peces presentan bandas de color blanco o blanco azulado, que cruzan el cuerpo verticalmente en número de una a tres; la aleta caudal es redondeada y aleta dorsal es alargada. Su tamaño adulto oscila según las especies entre los 8 y 16 cm de longitud; en el medio natural en cada anémona habita una hembra de gran tamaño y un macho funcional más pequeño que la hembra junto a varios congéneres asexuados de menor tamaño.

**3.1.1 Biología de la especie.** La especie *Amphiprion frenatus*, “se distribuye en aguas del pacifico occidental, Golfo de Tailandia al suroeste de Palau, norte a sur de Japón e Indonesia”<sup>22</sup>. Según un estudio realizado por Fombuena<sup>23</sup>, posee espinas en la aleta dorsal: 9-10; espinas blandas dorsales: 16-18; espinas anales: 2; espinas blandas anales: 12-15; Habita en arrecifes coralinos entre 1 y 12 m de profundidad, su comportamiento social es complejo, generalmente viven en grupos asociados a una anémona, *Entacmaea quadricolor* y *Heteractis crispa*, en esta se desarrolla y se refugia hasta la vida adulta, es muy territorial defendiendo la anémona donde se aloja produciendo chasquidos cuando defiende su territorio; la longitud máxima que alcanza es de 14 cm.

---

<sup>19</sup> CID RUIZ, José. Los peces payasos y la dieta inicial de sus larvas. *En*: Easy reefs. 2014. p. 1.

<sup>20</sup> MADHU, K; GOPAKUMAR, G y SASIDHARAN, C. Breeding, larval rearing and seed production of maroon clown *Premnas biaculeatus* under captive conditions. *En*: Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension Series. 2006, vol. 190, p. 121-125.

<sup>21</sup> FOMBUENA GARCÍA, Eric y FOMBUENA MARCHI, Martin. Reconocer los peces payasos y sus anémonas anfitrión. p. 3.

<sup>22</sup> FISHBASE. [sitio web]. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en internet: <<https://www.fishbase.se/summary/Amphiprion-frenatus.html>>

<sup>23</sup> FOMBUENA. Op. cit., p. 30.

Salis *et al*<sup>24</sup>, describen que el pez *A. frenatus*, en etapa juvenil se caracteriza por presentar dos franjas blancas verticales, la segunda ubicada sobre la mitad de su cuerpo, la cual desaparece caudo-rostralmente, su cuerpo es de color amarillo a un naranja intenso, siendo las aletas del mismo color o más claras, posee una banda vertical de color blanco en la parte posterior de los ojos (Figura 1), presentan cierto dimorfismo sexual siendo las hembras más oscuras y menos brillantes que los machos, sin embargo, en estadio juvenil no existe dimorfismo sexual; “la pareja es monógama y la especie que elijan o se vean forzados a elegir la mantendrán durante toda su vida”<sup>25</sup>.

**Figura 1. Pez payaso tomate (*Amphiprion frenatus*)**



**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

**3.1.2 Clasificación taxonómica.** Fombuena<sup>26</sup> lo clasifica de la siguiente manera:

**Reino:** Animal.  
**Phylum:** Cordados.  
**Subphylum:** Vertebrata.  
**Súper clase:** Gnatostomados.  
**Clase:** Actinopterygii.  
**Orden:** Perciformes.  
**Familia:** Pomacentridae.  
**Género:** *Amphiprion*.  
**Especie:** *Amphiprion frenatus* (Brevoort, 1856).  
**Nombre común:** Pez payaso tomate, pez payaso de fuego.

**3.1.3 Reproducción.** Según Dhaneesh *et al*<sup>27</sup>, la reproducción se produce a una temperatura de 25 a 28° C, aunque habitan en aguas tropicales, se pueden reproducir casi todo el año; presentan dimorfismo sexual, siendo los machos de

---

<sup>24</sup> SALIS, Pauline, *et al.* Ontogenetic and phylogenetic simplification during white stripe evolution in clownfishes. En: BMC biology. Septiembre, 2018, vol. 16, no. 1, p. 1.

<sup>25</sup> FOMBUENA. Op. cit., p. 31.

<sup>26</sup> FOMBUENA. Op. cit., p. 32.

<sup>27</sup> DHANEESH, K. V, *et al.* Embryonic development of percula clownfish, *Amphiprion percula* (Lacepede, 1802). En: Middle-east journal of scientific research. 2009, vol. 4, no. 2, p. 88.

menor tamaño que las hembras; el pez *A. frenatus* como todos los peces payasos, es un hermafrodita protándrico que cambia de sexo de macho a hembra según las necesidades del grupo, es decir, “el ejemplar dominante se transforma en hembra funcional al alcanzar la madurez sexual entre los 12 y 24 meses de edad y los 6 cm de longitud, si la hembra desaparece o muere, el macho funcional se desarrolla como hembra y el mayor de los juveniles se desarrolla para ocupar el puesto del macho, el resto del grupo permanecen como subordinados, ingieren menos alimento y retrasan su crecimiento”<sup>28</sup>.

De acuerdo con Fazriansyah *et al*<sup>29</sup>, el macho prepara el lugar de la puesta, espera a que la hembra fije los huevos allí, los cuales son demersales y se adhieren al sustrato, posteriormente el macho los fertiliza y agita sus aletas periódicamente para oxigenar los huevos excluyendo los que están en mal estado (sin desarrollo embrionario); tiene cuidado parental que lo realiza el macho hasta el momento de la eclosión que se produce alrededor de los siete días dependiendo de la temperatura del agua.

**3.1.3.1 Desarrollo larval.** “Las larvas de *Amphiprion* son pelágicas, y pueden distribuirse a lo largo de una zona gracias a las corrientes marinas, lo que es un factor esencial para la distribución de una especie, aumentando la variabilidad genética”<sup>30</sup>, de acuerdo a la investigación realizada por Madhu<sup>31</sup> el desarrollo larvario de *A. ocellaris* consiste en dos fases posteriores a la eclosión: larva protopterigea y larva pterigea, seguido de la fase juvenil. Cada una de las fases larvarias presenta características distintivas que permiten identificarlas de la siguiente manera:

- **Larva protopterigea.** Aparece cuando comienza la transición de alimento endógeno a alimento exógeno, durante esta fase, se termina de osificar el esqueleto de la larva, la especialización de las aletas toma lugar, se define la aleta dorsal, caudal y anal; la larva a las 48 horas después de la eclosión llega a medir de 5,6 a 5,9 mm de longitud.
- **Larva pterigea.** Se considera a partir de que las aletas están totalmente diferenciadas, se caracteriza por presentar una aleta caudal definida, la parte superior de la cabeza se distingue un poco alargada en esta etapa, debido a la especialización y fortalecimiento de la mandíbula superior, seguida de la mandíbula inferior, lo que le da a la larva por unas horas un aspecto de cráneo alargado; la coloración se hace más

---

<sup>28</sup> FISHBASE. Op. cit.,

<sup>29</sup> FAZRIANSYAH PUTRA, Dedi, *et al.* Preliminary studies on morphology and digestive tract development of tomato clownfish, *Amphiprion frenatus* under captive condition. En: Aquaculture, Aquarium, conservation y legislation international journal of the Bioflux society. 2012, vol. 5. p. 30.

<sup>30</sup> TIMM, J; PLANES, Serge y KOCHZIUS, M. High similarity of genetic population structure in the false clown anemonefish (*Amphiprion ocellaris*) found in microsatellite and mitochondrial control region analysis. En: Conservation genetics. Marzo, 2012, vol. 13, no. 3, p. 696.

<sup>31</sup> MADHU, Rema; MADHU, K y RETHEESH, T. Life history pathways in false clown *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830: A journey from egg to adult under captive condition. En: Journal of the Marine Biological Association of India. Abril, 2012, vol. 54, no. 1, p. 86.

notoria que en las fases anteriores, los cromatóforos larvales comienzan a unificarse solidificando el color en la larva dando lugar a la siguiente etapa de juvenil.

**3.1.4 Periodo juvenil.** Comienza cuando las aletas están completamente diferenciadas y posee órganos definitivos; “el período juvenil se caracteriza por un rápido crecimiento y comienza con la primera maduración de los gametos, durante este período los juveniles muestran agresión hacia menores subordinados como dominio del territorio y espacio para un posterior desove”<sup>32</sup>.

**3.1.5 Periodo adulto.** Se caracteriza por el avance en la maduración de gametos que resultan en la diferenciación por tamaño de macho y hembra en un grupo, en la formación de pares, “presentan agresión, comportamiento de desove, selección de sitios para el futuro desove, comportamiento de cortejo y crecimiento acelerado; el tamaño en la primera madurez en los machos varía entre 5,8 y 6,5 cm y en las hembras entre los 7 y 8 cm dependiendo de la estructura social, cuando la pareja envejece entra en un período senescente que hace que la producción de huevos, frecuencia de desove y tasa de crecimiento bajen sustancialmente”<sup>33</sup>.

## **3.2 CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS REPRODUCTORES DEL GÉNERO *AMPHIPRION***

**3.2.1 Estrategias reproductivas.** Desde el punto de vista de Olivotto *et al*<sup>34</sup>, las estrategias reproductivas utilizadas por los peces son muy diversas; el estudio y conocimiento de la historia de vida de una especie es crucial para el éxito de la reproducción en cautividad; el desarrollo de la competencia reproductiva se basa en la integración de una amplia variedad de estímulos internos y externos; estas señales proporcionan información crítica sobre cuando un animal se debe reproducir: si se trata de su forma, tamaño (señales metabólicas), si las condiciones son óptimas para el éxito reproductivo (señales ambientales), y si un compañero apropiado está presente (señales sociales).

Por su parte, Hernández<sup>35</sup>, hace referencia que en temas de reproducción es imperativo reconocer el tipo de sexualidad que exhiben los peces, específicamente identificar si son gonocóricas o hermafroditas (y su tipo), como serían: a) gonocórico, que presenta sexos separados, b) hermafroditas simultáneos, donde un individuo posee tanto el tejido reproductivo femenino y masculino y puede actuar como cualquiera de los sexos durante un único evento de desove, c) hermafroditas secuenciales son dominantes, un individuo que actúa como macho o hembra durante la primera parte de su vida y, finalmente, si las condiciones son apropiadas o requeridas, realiza el cambio de sexo y d) hermafroditas protogónicos y

---

<sup>32</sup> *Ibíd.*, p. 87.

<sup>33</sup> *Ibíd.*, p. 87-88.

<sup>34</sup> OLIVOTTO, Ike, *et al.* Advances in breeding and rearing marine ornamentals. *En*: Journal of the World Aquaculture Society. Abril, 2011, vol. 42, no. 2, p. 137.

<sup>35</sup> HERNÁNDEZ OLALDE. *Op. cit.*, p. 81.

protándricos, donde el primero se caracteriza por ser primero hembras y luego machos y, el segundo, se reconoce porque primero son machos y posteriormente hembras.

El mismo autor menciona que, referente al proceso reproductivo, este inicia a través de “señales ambientales propicias, que incluyen el fotoperiodo, temperatura y disponibilidad de alimentos, las cuales activan el eje hipotálamo - pituitaria. Una vez que se logra esta activación, el cerebro inicia la producción de hormonas luteinizantes y folículo-estimulantes que se encargarán, en su etapa final de la cascada hormonal, de liberar estrógenos y testosterona, encargadas de activar la gametogénesis y maduración final de gametos”<sup>36</sup>.

**3.2.2 Formación de parejas.** Según Mitchell<sup>37</sup> y Dhaneesh *et al*<sup>38</sup>, los peces payaso tienen una conducta particular, que se caracteriza por su asociación simbiótica con anemonas y la formación de grupos sociales, los cuales están constituidos por parejas monógamas y algunos juveniles asexuados, dentro de cada grupo la reproducción se limita a una pareja dominante; el vínculo entre el macho y la hembra (pareja dominante) termina cuando uno de los miembros de la pareja desaparece o muere; en la mayoría de los casos, la hembra es más grande, por lo que es más vulnerable a la depredación. Para Yasir y Qin<sup>39</sup>, en una población de pez payaso, la conversión de un macho funcional a una hembra, o de un macho inmaduro en un macho adulto puede tardar de varios meses a un año.

Por otra parte, Albrecht<sup>40</sup> considera que la jerarquía social de los peces del género *Amphiprion*, se determina cuando un espécimen dominante se desarrolla como hembra y el segundo en la jerarquía se desarrolla como macho, mientras que el resto se mantienen sexualmente inmaduros; esto se debe al hecho de que los peces payasos no cuentan con cromosomas X y Y como los mamíferos; sin una estimulación sensorial específica para la maduración sexual, los peces juveniles mantienen un comportamiento sumiso, si existe la necesidad de un macho, los nervios sensoriales de un pez juvenil estimulan su hipotálamo para que secrete hormonas que determinan el crecimiento, mayor agresión y desarrollo de un macho funcional, una vez el pez convertido en macho, no volverá a su forma inmadura, sin embargo, puede convertirse en hembra si es necesario.

---

<sup>36</sup> *Ibíd.*, p. 82.

<sup>37</sup> MITCHELL, Jeremy. Queue selection and switching by false clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris*. *En: Animal Behaviour*. Marzo, 2005, vol. 69, no. 3, p. 643-652.

<sup>38</sup> DHANEESH, *et al.* *Op. cit.*, p. 84-89.

<sup>39</sup> YASIR, Inayah y QIN, Jian. Embryology and early ontogeny of an anemonefish *Amphiprion ocellaris*. *En: Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. Julio, 2007, vol. 87, no. 4, p. 1025-1033.

<sup>40</sup> ALBRECHT, Helen. Reproducción de *Amphiprion sp.* (pez payaso) en cautiverio. Trabajo de grado Medicina Veterinaria. Porto Alegre, Brasil: Universidad Federal de Rio Grande do Sul. Facultad de Medicina Veterinaria, 2010. 7-9 p.

El mismo autor menciona que “el mecanismo exacto de cambio de sexo, no está claro, pero es posible que las señales eléctricas de los nervios sensoriales inicien el paso de testosterona en estrógeno que determinaría un desarrollo corporal, una mayor agresividad y el desarrollo de los ovarios; una vez el pez convertido en una hembra funcional, no se convertirá en macho funcional, si se necesita de un macho en ese momento, otro espécimen juvenil se formará como un nuevo macho”<sup>41</sup>.

**3.2.3 Estabilidad entre pares.** Albrecht<sup>42</sup>, señala que los peces payasos son aparentemente monógamos, formando parejas estables que terminan con la muerte de uno, generalmente el pez más longevo de la pareja y el que tiene mayor gasto energético, también existe la posibilidad de que algunas especies sean polígamas; según estudios reportados por Moyer y Bell<sup>43</sup>, observaron que las poblaciones de *Amphiprion clarkii* originarios del sur de Japón, algunas veces tienen uniones de un macho con dos hembras. Dhaneesh, *et al*<sup>44</sup>, mencionan que en ejemplares de *Amphiprion sp*, observados durante un tiempo de 2,5 y 8 años, la monogamia ocurrió en todas las parejas; después de que se establece una pareja reproductora de peces payaso, estos se reproducen todo el año, con mayor incidencia en los meses más cálidos de verano, y con intervalos entre desoves de 14 a 21 días.

**3.2.4 Comportamiento de desove.** La combinación de factores ambientales puede inducir a la maduración gonadal y, en consecuencia, el desove; “el tipo de dieta es un factor muy importante para un buen desove ya que influye en el número de huevos, tasa de eclosión y calidad de las larvas”<sup>45</sup>; Madhu *et al*<sup>46</sup>, describen el comportamiento de la pareja formada y desove, cuando la pareja selecciona un sitio o nido adecuado después de realizar una limpieza y defiende el territorio que sirve como refugio y lugar para hacer la puesta de los huevos, difícilmente pueden cambiar de sitio una vez se haya seleccionado el lugar de anidación.

Las hembras presentan una hinchazón en el abdomen y antes del desove se evidencia una protuberancia en los tubos geniales de ambos sexos, “durante el desove, la pareja nada de lado a lado, la hembra nada lentamente en zigzag rozando el vientre sobre la superficie del nido, la hembra expone su aparato ovopositor se coloca en la superficie elegida y realiza la puesta a través de la papila

---

<sup>41</sup> *Ibíd.*, p. 8.

<sup>42</sup> *Ibíd.*, p. 9.

<sup>43</sup> MOYER, Jack y BELL, Lori. Reproductive behavior of the anemonefish *Amphiprion clarkii* at Miyake-jima. *En*: Revista japonesa de ictiología. Febrero, 1976, vol. 23, no. 1, p. 23-32. Citado por ALBRECHT, Helen. Reproducción de *Amphiprion sp.* (pez payaso) en cautiverio. Trabajo de grado Medicina Veterinaria. Porto Alegre, Brasil: Universidad Federal de Rio Grande do Sul. Facultad de Medicina Veterinaria, 2010. 7-9 p.

<sup>44</sup> DHANEESH, *et al.* *Op. cit.*, p. 85.

<sup>45</sup> ALBRECHT. *Op cit.*, p. 9-10.

<sup>46</sup> MADHU, Rema; MADHU, K y RETHEESH, T. Life history pathways in false clown *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830: A journey from egg to adult under captive condition. *En*: Journal of the Marine Biological Association of India. Abril, 2012, vol. 54, no. 1, p. 77-90.

urogenital, mientras el macho sigue de cerca a la hembra y fertiliza los huevos que se encuentran adheridos al sustrato tan pronto se colocan<sup>47</sup>.

El desove tiene una duración de entre una hora y una hora con 45 minutos, según Dhaneesh *et al*<sup>48</sup>, Cada hembra puede desovar de 300 – 600 huevos cada 15 días, aunque el número de huevos por desove puede variar de 400 a 700, dependiendo del tamaño de la hembra, la mayor frecuencia de desoves tiene lugar en verano, pudiéndose efectuar en invierno si la temperatura permanece entre los 27 a 30°C.

De acuerdo a Yasir y Qin<sup>49</sup>, el color de los huevos recién puestos puede variar de una coloración anaranjada brillante a un tono amarillento y pueden llegar a medir entre los 2 a 2.3 mm de longitud y de 1 a 1.2 mm de amplitud; una vez fertilizados, los huevos del pez payaso permanecen adheridos a una superficie hasta el momento de su eclosión, Madhu *et al*<sup>50</sup> señalan que el macho es quien asume el cuidado de los huevos, limpiándolos y oxigenándolos con movimientos en forma de abanico agitando sus aletas pectorales, hasta que los huevos eclosionen.

### 3.3 ETOGRAMA

Para la descripción de una conducta, “el etograma es un punto de partida en toda investigación de comportamiento, ya que puede ser entendido como la generación de un tipo particular de lenguaje”<sup>51</sup>, dentro de este, hay una serie de factores que el etograma debe apuntar, donde cada unidad de comportamiento debe definirse con precisión y etiquetarse objetivamente. Carazo, *et al*<sup>52</sup>, mencionan que: las unidades de comportamiento también deben ser homogéneas, mutuamente excluyentes e independientes entre sí; el estudio científico del comportamiento animal asume que las observaciones reflejan lo que los animales son en realidad.

Diversos autores definen un etograma de la siguiente manera: Eibl-Eibesfeldt, afirma que: “un etograma es el catálogo exacto de todas las formas de comportamiento propias del animal”<sup>53</sup>. Grier y Burk<sup>54</sup>, proponen que el etograma es la lista completa del repertorio comportamental de un animal, o al menos del mayor segmento de él, el número de eventos observados depende del número de animales

---

<sup>47</sup> *Ibíd.*, p. 79.

<sup>48</sup> DHANEESH, *et al.* Op. cit., p. 87.

<sup>49</sup> YASIR y QIN. Op. cit., p. 1026.

<sup>50</sup> MADHU y RETHEESH. Op. cit., p. 79.

<sup>51</sup> LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. *En*: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

<sup>52</sup> CARAZO, *et al.* Observaciones del cortejo de lenguado (*Solea senegalenses*, Kaup 1858) salvaje mantenido en cautividad. *En*: XII Encuentro de la Sociedad Española de Acuicultura. 2009. p. 24-26.

<sup>53</sup> EIBL-EIBESFELDT, Irenaüs. Etología: introducción al estudio comparado del comportamiento. *En*: comportamiento animal, Etología, Ecología. 1979, vol. 2, no. 2, p. 557-612.

<sup>54</sup> GRIER, J y BURK, T. Biology of Animal Behavior. Mosby Year Book, St. Louis, Missouri, 1992. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. *En*: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

en observación, de qué tan raros son ciertos comportamientos en particular, y del tiempo de observación. Harré y Lamb<sup>55</sup>, lo definen como: un vocabulario completo de la conducta de una especie, índice de las unidades de comportamiento cuya concurrencia en diversos contextos y cuyas secuencias son utilizables en principio para una descripción total de una conducta.

Por otra parte, Bissonette<sup>56</sup>, clasifica de forma diferente las acciones que realice el animal dominante o el dominado; El animal dominante adopta los siguientes comportamientos: 1) Encararse (stare): el cuerpo se muestra tenso; 2) Volver la cabeza - boca abierta: el animal gira la cabeza con la boca abierta hacia un individuo que se acerca y en ocasiones exhiben los dientes; 3) Arremeter: Cuando un individuo se acerca a menos de un metro, el dominante se gira, o carga hacia él. El animal dominado muestra las siguientes posturas: 1) Cabeza baja, girar alejándose: el dominado baja la cabeza apartándose del animal agresivo; 2) Retroceder: El animal se aleja hacia atrás del dominante; 3) representa un comportamiento de sumisión, el animal retrocede si la agresión sigue; 4) Escapar: Esto ocurre si la amenaza se realiza desde más de 2 m.

Por el contrario, Martin y Bateson<sup>57</sup>, lo definen como un catálogo de descripciones de patrones de comportamientos discretos, típicos que forman un repertorio comportamental básico de la especie a estudiar. Lahitte *et al*<sup>58</sup>, aclaran que desafortunadamente, los etogramas publicados varían enormemente en las categorías incluidas, y en el detalle con que se hacen las descripciones, y no existen para muchas especies que se emplean en laboratorio; dentro de un etograma diversos autores definen algunas conductas comportamentales comunes entre los animales, Schweinsburg y SOWLS<sup>59</sup>, dividen las acciones agresivas en dos conjuntos: las de amenaza, y las de pelea, las primeras contribuyen a mantener la jerarquía dentro de un grupo de animales.

---

<sup>55</sup> HARRÉ, Rom y LAMB, Roger. Diccionario de etología y aprendizaje animal. En: Conducta animal, aprendizaje en animales. 1991. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

<sup>56</sup> BISSONETTE, J. A. Ecology and social behavior of the Collared Peccary in Big Bend National Park, Texas. En: Scientific Monograph Series. 1982. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

<sup>57</sup> MARTIN, P y BATESON, P. *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. En: Cambridge University Press. 1986. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

<sup>58</sup> LAHITTE; FERRARI, y LAZARO. *Op cit.*, p. 129.

<sup>59</sup> SCHWEINSBURG, R. E y SOWLS, L. K. Aggressive behavior and related phenomena in the Collared Peccary. En: Zeitschrift für Tierpsychologie. 1972, vol. 30, p. 132-145. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

### 3.4 IMPORTANCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE PECES MARINOS

El estado nutricional de los peces determina en gran medida el éxito reproductivo (cantidad y calidad de huevos y larvas viables); “la alimentación adecuada de los reproductores, antes del período de maduración sexual, garantiza las reservas energéticas y los nutrientes necesarios para llevar a cabo los procesos de formación de las células sexuales, la reproducción, el desarrollo embrionario y larval”<sup>60</sup>, Saborido-Rey<sup>61</sup>, señala que para maximizar el éxito reproductivo, un individuo debe repartir sus recursos energéticos adecuadamente, debido a que con el comienzo de la actividad reproductora el individuo entra en una fase en la que una parte importante de los recursos disponibles es asignada a las tareas de la reproducción.

**3.4.1 Consumo energético en la reproducción.** El gasto energético en la reproducción se destina básicamente a tres grandes componentes: 1) Formación de caracteres sexuales secundarios: son usados para la lucha territorial entre machos rivales, para el reconocimiento entre especies y también para la elección de la pareja durante el cortejo; 2) Comportamiento reproductivo: puede incluir diversos componentes como movimientos para la elección del lugar de reproducción, preparar el lugar de anidación, defensa del lugar, cortejo, desove y cuidado parental; y 3) formación de las gónadas. La energía es utilizada para tres fines: supervivencia, crecimiento y reproducción.

Tras cada ciclo reproductivo la energía será utilizada para cada uno de estos tres fines; de forma inmediata para la supervivencia, y el resto para el crecimiento y la reproducción. Si tras la primera maduración sexual no hay energía disponible para la supervivencia, sólo habrá tenido lugar un ciclo reproductor; si hay energía sobrante los peces tendrán oportunidad de crecer y volver a reproducirse, como es el caso de la mayoría de las especies de peces marinos. Algunas especies de peces dedican casi toda la energía sobrante a la reproducción y menos al crecimiento; normalmente suelen ser especies de vida corta. Otras especies dedican tanta o más energía al crecimiento que a la reproducción; suelen ser especies longevas que llegan a tener un gran tamaño.

Dentro de este orden de ideas el mismo autor menciona que el consumo de energía se distribuye de la siguiente manera: 1) la respiración, actividad alimenticia, escape de predadores y la actividad reproductora y 2) para el crecimiento somático, almacenamiento y formación de las gónadas. La energía designada para la alimentación, escape y la actividad reproductora influye directamente el consumo de energía, supervivencia y viabilidad de la prole, respectivamente. La energía designada

---

<sup>60</sup> FRAGOSO MACHADO, Marcia Regina. Caracterización morfológica y bioquímica del sistema digestivo e identificación por isótopos estables de peva y flexa de lubina silvestre en cautiverio. Tesis de doctorado en acuicultura. São Paulo, Brasil: Universidad Estatal de São Paulo. Centro de Acuicultura Unesp. Campus Caunesp Jaboticabal, 2011. 42 p.

<sup>61</sup> SABORIDO REY, Fran. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Tesis de doctorado en acuicultura. España: Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC). Universidad de Vigo, 2008. 5 p.

para el crecimiento somático se reparte entre el incremento del índice de condición fisiológica y el incremento en la longitud. La energía designada para la formación de la gónada determina la fecundidad y calidad de la prole<sup>62</sup>.

**3.4.2 Aspectos nutricionales en peces marinos.** Gatlin y Delbert<sup>63</sup>, consideran que muchos de los peces marinos que están siendo cultivados pueden ser reproducidos bajo condiciones controladas en laboratorio debido a que algunas especies marinas mantenidas en cautiverio aceptan fácilmente el alimento natural tal como calamar, camarón y peces; y también aceptan alimento exógeno; en el caso de alimentar organismos con una dieta formulada, esta debe proporcionar todos los nutrientes esenciales de acuerdo con la fase de desarrollo y tipo de manejo<sup>64</sup>; la aceptación de este tipo de dietas por los organismos ha permitido investigar varios aspectos nutricionales que pueden influir en el desove, la eclosión, el crecimiento y la sobrevivencia larval.

Los autores Gatlin y Delbert<sup>65</sup>, mencionan que las materias primas de origen marino, incluyendo varias harinas de pescado, han sido muy efectivas para la formulación de dietas para peces marinos porque generalmente son palatables, tienen un alto contenido de proteína, lípidos y energía. Se ha generado información nutricional importante sobre juveniles y reproductores de algunas especies de peces marinos, sin embargo, se necesita información adicional referente a los requerimientos nutricionales básicos y mecanismos para satisfacer esos requerimientos con dietas prácticas a fin de fomentar la producción rentable y sustentable.

Estudios relacionados a los requerimientos alimenticios y nutricionales de peces payaso a la fecha son mínimos, sin embargo, Souza *et al*<sup>66</sup> destacan que algunas especies como *Amphiprion akindynos*, *Stegastes nigricans* y *Stegastes rocasensis* son omnívoras y se alimentan principalmente de algas *Rhodophyta*, *Phaeophyta* y *Chlorophyta*, además de rotíferos y larvas de crustáceos, desde el punto de vista de Gordon, *et al*<sup>67</sup>, se tiene conocimiento de que *Amphiprion percula* acepta dietas secas, con las que se pueden tener un crecimiento similar al de los peces alimentados con camarón, calamar, mejillón, alimento vivo (artemia) o sus combinaciones con dietas formuladas.

---

<sup>62</sup> *Ibíd.*, p. 28-37.

<sup>63</sup> GATLIN, III y DELBERT, M. Nutrición de Reproductores y Juveniles de Peces Marinos. *En*: Avances en Nutrición Acuícola. Noviembre, 2019, p. 77-78.

<sup>64</sup> LÓPEZ MACÍAS, Jorge Nelson. Nutrición y Alimentación Piscícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. 2014. p. 53.

<sup>65</sup> GATLIN y DELBERT. *Op. cit.*, p. 79.

<sup>66</sup> SOUZA, Allan; ILARRI, Martina y ROSA, Irecê. Habitat use, feeding and territorial behavior of a Brazilian endemic damselfish *Stegastes rocasensis* (*Actinopterygii: Pomacentridae*). *En*: Environmental Biology of Fishes. Enero, 2011, vol. 91, no. 2, p. 133-144.

<sup>67</sup> GORDON, A, *et al*. Effect of feed type and age-at-weaning on growth and survival of clownfish *Amphiprion percula* (*Pomacentridae*). *En*: Aquarium Sciences and Conservation. Enero, 2000, vol. 2, no. 4, p. 215-226.

Los requerimientos dietarios en las diferentes especies se pueden establecer para “la proteína, energía, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas; los requerimientos óptimos de proteína y lípidos para el desarrollo del pez payaso siguen en estudio<sup>68</sup>”, según Coutinho *et al*<sup>69</sup>, Izquierdo *et al*<sup>70</sup>, Henry y Fountoulaki<sup>71</sup> los lípidos pueden variar de 9 a 18 % mientras que Cahu y Infante<sup>72</sup>, el requerimiento de proteína en peces marinos se estima de entre 50 y 70 % en juveniles y larvas, mientras que en la fase adulta puede disminuir de entre 35 y 45 %.

Según un estudio realizado por Hekimoglu, *et al*<sup>73</sup> el pez payaso tomate *A. frenatus*, está sujeto a los siguientes requerimientos nutricionales (Tabla 1).

**Tabla 1. Requerimientos nutricionales en pez payaso tomate *A. frenatus***

Requerimiento	%
% Proteína	42,70
% Lípidos	7,05
Energía bruta (MJ. Kg <sup>-1</sup> )	2450,5

**Fuente:** HEKIMOGLU, Müge Aliye, *et al*. Effect of supplemented algal carotenoid diets on skin color of tomato clownfish, *Amphiprion frenatus*. 2017, vol. 49, no. 2, p. 665.

**3.4.2.1 Lípidos.** Los lípidos son uno de los principales componentes de la dieta de los peces porque aportan ácidos grasos esenciales (AGE), los cuales no pueden ser sintetizados por los peces y proveen una concentrada fuente de energía, Gatlin y Delbert<sup>74</sup>, señalan que los lípidos son uno de los grupos de nutrientes que ha recibido considerable atención con respecto a la nutrición de reproductores porque estos juegan un papel en el desarrollo del ovario, lo cual ha sido establecido en estudios de reproducción con poblaciones naturales de peces, Álvarez-Lajonchère<sup>75</sup>, considera que los lípidos además de las funciones estructurales y energéticas, intervienen en la regulación hormonal, la maduración sexual bajo la

<sup>68</sup> GARZÓN VELASCO, Juan Sebastián y ESPINOSA GUTIÉRREZ, Mariana Catalina. Aspectos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce. En: Revista politécnica. Julio, 2019, vol. 15, no. 30, p. 85-86.

<sup>69</sup> COUTINHO, *et al*. Dietary protein requirement of sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) juveniles. En: Aquaculture. Agosto, 2012, vol. 356-357, p. 391-397.

<sup>70</sup> IZQUIERDO, M; FERNÁNDEZ PALACIOS, H y TACON, A. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. En: Aquaculture. Enero, 2001, vol. 197, no. 1-4, p. 27.

<sup>71</sup> HENRY, Morgane y FOUNTOULAKI, Eleni. Optimal dietary protein/lipid ratio for improved immune status of a newly cultivated Mediterranean fish species, the shi drum *Umbrina cirrosa*, L. En: Fish and shellfish immunology. Abril, 2014, vol. 37, no. 2, p. 216.

<sup>72</sup> CAHU, Chantal y INFANTE, José Zambonino. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. En: Aquaculture. Agosto, 2001, vol. 200, no. 1-2, p. 161-180.

<sup>73</sup> HEKIMOGLU, Müge Aliye, *et al*. Effect of supplemented algal carotenoid diets on skin color of tomato clownfish, *Amphiprion frenatus*. En: Pakistan Journal of Zoology. Abril, 2017, vol. 49, no. 2, p. 665.

<sup>74</sup> GATLIN y DELBERT. Op. cit., p. 78.

<sup>75</sup> ÁLVAREZ-LAJONCHÈRE. Op. cit., p. 10.

regulación endocrina, a través del eje cerebro-pituitaria-gónada, las hormonas que participan en la diferenciación gonadal son fundamentalmente esteroides de naturaleza lipídica.

Al mismo tiempo, Álvarez-Lajonchère<sup>76</sup> y Fragoso<sup>77</sup>, describen que los lípidos, específicamente, los ácidos grasos esenciales (AGE) tienen un papel vital en el desarrollo y madurez de las gónadas y de la calidad de huevos, los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) n-3 como el ácido docosahexaenoico (DHA; 22:6 n-3) y el ácido eicosapentaenoico (EPA; 20:5 n-3), forman parte en diversos procesos reproductivos, incluida la producción de esteroides y desarrollo gonadal como la ovulación controlada por prostaglandinas, que son eicosanoides producidos a partir de ácidos grasos esenciales (AGE) y pueden actuar como feromonas importantes que estimulan la conducta sexual y sincronizan a ambos sexos en el desove y por tanto influyen directamente sobre la fertilización.

Por su parte, Meneses y Paz<sup>78</sup>, mencionan que las especies de peces de agua dulce requieren ácido linoleico (18:2 n-6) o el ácido linolénico (18:3 n-3), mientras que las especies marinas tienen mayores requerimientos de ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega 3, ácido eicosapentaenoico (EPA) (20:5 n-3) y ácido docosahexaenoico (DHA) (26:6 n-3), Fernández *et al*<sup>79</sup> afirman que el contenido de lípidos del músculo actúa como una fuente de lípidos capaces de asegurar un rápido crecimiento, una óptima conversión del alimento y desempeño reproductivo.

Por estas razones, en los cultivos de peces marinos se ha enfatizado en la determinación de los requerimientos de proteínas y lípidos en las dietas para cada estadio de desarrollo, según Hung *et al*<sup>80</sup>, los niveles de inclusión de lípidos se encuentran en un rango de 8-16% para peces carnívoros; para cubrir las necesidades de AGE, no solo se debe tener en cuenta la cantidad, si no la calidad y origen de los lípidos. Cuando la dieta no contiene las correspondientes sustancias precursoras, determinados ácidos grasos poliinsaturados no pueden ser sintetizados por los peces, lo que da lugar a despigmentaciones, pérdida de apetito y retrasos del crecimiento.

Una de las principales fuentes de lípidos en una dieta es el aceite de pescado, el aceite de pescado es un producto industrial de gran valor nutricional, debido a su

---

<sup>76</sup> *Ibíd.*, p. 9-11.

<sup>77</sup> FRAGOSO MACHADO. *Op. cit.*, p. 43.

<sup>78</sup> MENESES ROSERO, John Alexander. y PAZ ARGOTY, Mario Fernando. Evaluación de los coeficientes de digestibilidad de dietas elaboradas con 10, 20 y 30% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de pescado en el alevinaje de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhossum*, Vandelli 1829). Trabajo de grado. Ingeniero en producción acuícola. Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Recursos Hidrobiológicos, 2013. 32 p.

<sup>79</sup> FERNÁNDEZ PALACIO, *et al.* *Op cit.*, p. 151.

<sup>80</sup> HUNG, D. P, *et al.* Feed Utilisation Efficiency of Lupin Inclusion in Cobia: Role of Dietary Organic Selenium Supplementation. *En: Modern Applied Science*. Julio, 2016, vol. 10, no. 10, p. 180-192.

contenido de “ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega-3 de cadena larga, como el docosahexaenoico (DHA), el docosapentaenoico (DPA) y el eicosapentaenoico (EPA), los cuales, en la actualidad, son altamente valorados por sus propiedades en el campo nutricional; el aceite de pescado, que antes era un producto secundario de la obtención de harina de pescado usada para alimentación animal, es ahora reconocido como la fuente primaria de estos ácidos grasos (AGE)”<sup>81</sup>.

**3.4.2.2 Proteína.** De acuerdo con Gatlin y Delbert<sup>82</sup>, la nutrición proteica de reproductores marinos también ha sido estudiada y encontrada como importante para la reproducción, aportar cantidades adecuadas de proteína con un buen balance de aminoácidos es vital para una adecuada síntesis de vitelogenina y desarrollo embrionario, como se ha observado en algunos reproductores.

Las proteínas son usadas por los peces para formar tejidos nuevos, como sucede en el crecimiento y en la reproducción o para el desgaste normal de los tejidos, “cuando en una dieta no se suministra una adecuada cantidad de proteína, se presenta una reducción del crecimiento y finalmente una pérdida de peso, debido a que los animales retiran las proteínas de varios tejidos con el fin de mantener las funciones de los órganos vitales; si se suministra proteína en exceso de las necesidades, un menor porcentaje será utilizada con fines energéticos”<sup>83</sup>.

### **3.5 INFLUENCIA DE ALGUNOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA EN LA REPRODUCCIÓN**

La calidad del agua es un factor fundamental en cualquier proceso acuícola, ya que de ella dependerá el desarrollo de los organismos y los rendimientos que se prevean obtener, debido a que el agua tiene influencia en tres niveles básicos: el crecimiento, la reproducción y supervivencia, “de esta forma, la productividad acuícola está estrechamente ligada tanto a la calidad hidrobiológica del medio, definida por sus parámetros físicos, químicos y biológicos que influyen en la reproducción y crecimiento de las especies”<sup>84</sup>.

Condiciones de temperatura y de fotoperiodo, junto con una buena calidad del agua y alimentación, generalmente dan como resultado una inducción a la maduración y reproducción de peces ornamentales marinos en cautiverio, Olivotto *et al*<sup>85</sup>, afirma

---

<sup>81</sup> BONILLA MÉNDEZ, Jeimmy Rocio y HOYOS CONCHA, José Luis. Métodos de extracción, refinación y concentración de aceite de pescado como fuente de ácidos grasos omega-3. En: Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Colombia. Septiembre, 2018, vol. 19, no. 3, p. 621.

<sup>82</sup> GATLIN y DELBERT. Op cit., p. 74.

<sup>83</sup> MENESES ROSERO y PAZ ARGOTY. Op cit., p. 35.

<sup>84</sup> EL AGUA COMO MEDIO DE CULTIVO. Características físicoquímicas [sitio web]. [Consultado: 28 de octubre de 2019]. Disponible en internet: <[http://www.fundame.org/cientificas/pdfs/acuicultura/Acui\\_capitulo3\\_01.pdf](http://www.fundame.org/cientificas/pdfs/acuicultura/Acui_capitulo3_01.pdf)>

<sup>85</sup> OLIVOTTO, *et al*. Op cit., p. 137.

que para los reproductores demersales como en el caso del pez *A. frenatus*, una temperatura de 28°C y fotoperiodo largo de Luz: Oscuridad, 14: 10 h, son suficientes para inducir a la reproducción, Dhaneesh *et al*<sup>86</sup>, señala que la eclosión de los huevos ocurre entre 151 y 152 horas después de la fecundación, a una temperatura promedio de 28°C, salinidad de entre 25 y 26 ‰, pH de 7.5 a 8.1, oxígeno disuelto de 4 a 6 mg/L e intensidad lumínica de 600 a 900 lux.

Las necesidades de agua son específicas para cada especie, según Fazriansyah *et al*<sup>87</sup> el pez payaso tomate *A. frenatus*, requiere de los siguientes rangos de los parámetros físico-químicos del agua (Tabla 2):

**Tabla 2. Parámetros de cultivo del pez payaso *A. frenatus***

Parámetro	Rango
Temperatura	27,9 a 28,9 °C
Salinidad	28 a 32 ‰
pH	7,23 a 8,41
Oxígeno disuelto	4,9 a 5,45 mg/L

**3.5.1 Temperatura.** La temperatura es uno de los principales factores ambientales de mayor importancia en el ritmo sexual y desarrollo de todos los organismos acuáticos, existen temperaturas mínimas favorables para el inicio y desarrollo normal de la gametogénesis (proceso evolutivo de células hacia gametos femeninos y masculinos), así como la temperatura mínima crítica debajo de la cual la formación de los productos sexuales no pueden producirse; de igual forma, la formación de los productos sexuales cuando las especies han alcanzado el estado de madurez, está determinada por la variación de la temperatura, cuyo cambio brusco tiene en general como consecuencia la formación de los gametos<sup>88</sup>.

Al mismo tiempo, Polanco *et al*<sup>89</sup>, describe que la temperatura, asociada a otros parámetros como la salinidad, desempeña un papel determinante en el desarrollo de los ciclos sexuales, no solo respecto a la gametogénesis sino también a la supervivencia de los estadios larvarios, por otra parte, la influencia de este parámetro sobre la nutrición esta explicada por el hecho de que el aumento de temperatura del agua conlleva a un incremento en el metabolismo de los organismos acuáticos y, por consiguiente, de sus necesidades energéticas.

**3.5.2 Salinidad.** La salinidad influye en la reproducción (gametogénesis y tolerancia de las larvas a los medios eurihalinos), la nutrición y crecimiento de los organismos.

<sup>86</sup> DHANEESH, *et al.* Op cit., p. 88.

<sup>87</sup> FAZRIANSYAH PUTRA, *et al.* Op. cit., p. 30.

<sup>88</sup> POLANCO, Elisa; RUESGA, S y POLANCO, J. La acuicultura: biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial. En: Mundi-Prensa. 2000. p. 63-64.

<sup>89</sup> *Ibíd.*, p. 64.

Respecto a la reproducción, la variación de salinidad no afecta la duración de la embriogénesis, pero si tiene un efecto negativo, junto con la temperatura, sobre la frecuencia de malformaciones y patógenos sobre los organismos, según Timmons *et al*<sup>90</sup>, cuando los peces están expuestos a valores de salinidad fuera de su rango óptimo, las especies acuáticas gastan una energía considerable para osmoregular disminuyendo otras funciones, tales como el crecimiento, no puede mantener la homeostasis y muere, por lo tanto, en el proceso de osmorregulación, los peces mantienen la concentración de sales disueltas en los fluidos de su cuerpo regulando el ingreso de iones del medio ambiente y por otro lado evitando la pérdida de éstos.

**3.5.3 Fotoperiodo.** Dentro de los factores que pueden afectar la respuesta adaptativa de un animal al ambiente según Maitra *et al*<sup>91</sup>, se encuentran las variaciones del fotoperiodo, el término hace referencia a la variabilidad o fluctuaciones anuales en la duración de luz solar durante el día, las cuales tienen gran incidencia en la reproducción de los peces de zonas templadas y tropicales; por otra parte Hernández y Murgas<sup>92</sup>, afirman que el fotoperiodo puede afectar la incubación, el crecimiento, el desarrollo y la supervivencia de las larvas de peces, de allí que se sugiera que, en la naturaleza, cada especie selecciona los factores abióticos adecuados para su reproducción.

Para Bonnet *et al*<sup>93</sup>, el fotoperiodo es un parámetro muy importante que determina directamente el desarrollo de las larvas y peces juveniles, puede afectar directamente los ritmos circadianos y la liberación de varias hormonas, principalmente somatotropina y hormonas tiroideas, relacionadas con el crecimiento, en este sentido, la manipulación del régimen de luz tiene un efecto endógeno y puede regular las funciones fisiológicas de los peces, como el crecimiento, la supervivencia, la maduración gonadal, el metabolismo y la reproducción.

En general, Kamler<sup>94</sup>, menciona que los fotoperiodos más largos pueden mejorar el crecimiento de las larvas de peces, probablemente al aumentar el tiempo de disponibilidad de alimentos, por otro lado, el período oscuro es importante, porque es en esta etapa cuando se produce la producción de algunas hormonas asociadas con el crecimiento y los ritmos circadianos, como la melatonina, que tiene su mayor

---

<sup>90</sup> TIMMONS, Michael; EBELING, James, y PIEDRAHITA, Raúl. Acuicultura en sistemas de recirculación. Fundación Chile. 2009, p. 67.

<sup>91</sup> MAITRA, S. K; SETH, M y CHATTORAJ, A. Photoperiod, pineal photoreceptors and melatonin as the signal of photoperiod in the regulation of reproduction in fish. En: J Endocrinol Reprod. 2006, vol. 10, no. 2, p. 73.

<sup>92</sup> HERNÁNDEZ, Ever Edrey y MURGAS, Luis. Sinergia de cambios térmicos y de pH sobre la ontogenia inicial de *P. lineatus*. En: Revista Colombiana de Ciencia Animal. 2013, vol. 6, no. 1, p. 4.

<sup>93</sup> BONNET, E, *et al*. Effect of photoperiod manipulation on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) egg quality: A genomic study. En: Aquaculture. Agosto, 2007, vol. 268, no. 1-4, p. 14.

<sup>94</sup> KAMLER, Ewa. Ontogeny of yolk-feeding fish: an ecological perspective. En: Reviews in Fish Biology and Fisheries. Marzo, 2002, vol. 12, no. 1, p. 81.

concentración en el plasma por la noche, sin embargo, el fotoperíodo ideal para lograr una mejor supervivencia y crecimiento varía no solo entre especies, sino también con su etapa de desarrollo.

### 3.6 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUÍCOLA (SRA)

Un sistema de recirculación según Hernández *et al*<sup>95</sup>, es básicamente un sistema que contiene mecanismos de tratamiento de agua para garantizar las condiciones propicias en un cultivo de peces, sin embargo García *et al*<sup>96</sup>, indican que los sistemas de recirculación acuícola (SRA) son procesos de tratamiento de agua que tienen cuatro etapas básicas: recircular el agua, remover los sólidos suspendidos, biofiltración e intercambio gaseoso, Maigual *et al*<sup>97</sup>, mencionan que los SRA requieren menos del 10% del agua y un área mucho menor que las requeridas por otros sistemas acuícolas para producir la misma cantidad de peces.

**3.6.1 Componentes de un sistema de recirculación acuícola.** Se encuentran directamente implicados según la especie de cultivo, sin embargo, la mayoría de los sistemas, según Hernández *et al*<sup>98</sup> están compuestos de los siguientes elementos:

**3.6.1.1 Tanques de cultivo.** El agua de entrada se distribuye “verticalmente en la columna de agua a través de un tubo perforado y su exceso generalmente sale del tanque por un drenaje de superficie”<sup>99</sup>, de acuerdo con Maigual *et al*<sup>100</sup>, los SRA constan de dos sistemas de filtración que consisten en tratar el agua de forma que se eliminen y controlen las variaciones de las características químicas del agua.

- **Filtración mecánica.** Su función es la remoción de sólidos suspendidos obtenidos de las heces y el alimento no consumido, consistiendo este sistema en forzar el paso del agua a través de un filtro de poro constante, de tal modo que las partículas que tienen un tamaño superior al de dicho poro quedan retenidas por el filtro.
- **Filtración biológica.** Los filtros biológicos son fundamentales para mantener la salud del sistema, transformando los residuos de nitritos y amonio en nitratos de menor

---

<sup>95</sup> HERNÁNDEZ, C; AGUIRRE, G y LÓPEZ, D. Sistemas de producción de acuicultura con recirculación de agua para la región norte, noreste y noroeste de México. En: Revista Mexicana de Agronegocios. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. Julio, 2009, vol. 25, p. 120-121.

<sup>96</sup> GARCÍA PULIDO, Daury, *et al*. Evaluación de un sistema de recirculación y acondicionamiento de agua en truchicultura. En: Revista Scielo, Tecnología y Ciencias del agua. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Abril, 2011, vol. 2, no. 2, p. 83.

<sup>97</sup> MAIGUAL, Yemall; SÁNCHEZ, Iván y MATSUMOTO, Tsunao. Desempeño de tanques decantadores de sólidos en un sistema de recirculación para producción de tilapia. En: Revista MVZ Córdoba. Córdoba, Colombia. Septiembre, 2013, vol. 18, no. 2, p. 3494.

<sup>98</sup> HERNÁNDEZ; AGUIRRE y LÓPEZ. *Op. cit.*, p. 122.

<sup>99</sup> MORENO OVIEDO, Yesenia y MIRANDA, Santos Eduardo. Evaluación del desempeño de un modelo de sistema de recirculación. En: Peces ornamentales en etapa de levante. Universidad Industrial de Santander, Dirección General De Regionalización. 2018. p. 34.

<sup>100</sup> MAIGUAL; SÁNCHEZ, y MATSUMOTO. *Op cit.*, p. 3492.

peligrosidad, en el cual se utilizan ciertos sustratos que permitan el desarrollo de nitrobacterias y nitrosomas que actúan como biofiltros, para ello se suelen utilizar diversos sistemas tales como la filtración biológica microbiana, la más utilizada es la microbiana que consiste básicamente en el paso del agua a través de un filtro que contiene gran cantidad de bacterias las cuales reciclan los productos catabólicos, concretamente el amoníaco, ya que los géneros nitrosomonas y nitrobacter, transforman el amoníaco en nitrito y luego a nitrato, siendo el último menos tóxico para los peces<sup>101</sup>.

**3.6.1.2 Fuente de aireación y oxigenación.** Moreno y Miranda<sup>102</sup>, mencionan que los peces requieren oxígeno para supervivir, más aún cuando las densidades de siembra en tanques son elevadas, en algunas ocasiones se requiere contar con oxígeno líquido para agregar al sistema o bien, un generador de oxígeno para mantener los niveles adecuados, si son inadecuadamente dimensionados o posicionados, pueden provocar excesiva agitación dentro de los tanques de cultivo, suspendiendo y fraccionando los residuos sólidos.

**3.6.1.3 Bombas y tubería.** Estos son requeridos para “mover el agua dentro del sistema, por lo que resulta importante considerar el tamaño correcto, de tal forma que permita el adecuado flujo de agua a través de los tanques”<sup>103</sup>.

---

<sup>101</sup> MORENO y MIRANDA. Op. cit., p. 35.

<sup>102</sup> *Ibíd.*, p. 36.

<sup>103</sup> HERNÁNDEZ; AGUIRRE y LÓPEZ. Op. cit., p. 122.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 LOCALIZACIÓN Y PERIODO DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio húmedo de la Unidad Especializada en Gestión e Innovación Acuícola perteneciente al Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología CENITT<sup>104</sup> (Figura 2) de la Universidad Autónoma de Nayarit, en la ciudad de Tepic del estado de Nayarit, México, ubicado a una “latitud-longitud GMS: 21° 28’ 55” Norte y 104° 50’ 51.48” Oeste, respectivamente, con una temperatura media anual de 21,3° C, altitud 920 msnm, precipitación media aproximada de 1289 mm y 92% de humedad relativa”<sup>105</sup>.

El periodo de investigación tuvo una duración de cuatro meses, tiempo en el que se instaló el sistema de recirculación, se adaptaron los organismos a las condiciones experimentales, se llevó a cabo el suministro de las dietas a saciedad tres veces al día (09:00, 12:00 y 15:00 h), se realizó la instalación de las cámaras de video, observación y análisis del establecimiento de parejas y comportamiento de las parejas establecidas del pez *A. frenatus*.

**Figura 2. Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología CENITT**



**Fuente:** CENITT. Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología. Disponible en internet: <<https://cenitt.uan.mx/>>

<sup>104</sup> CENITT. Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología. [sitio web]. [Consultado: 11 de agosto de 2021]. Disponible en internet: <<https://cenitt.uan.mx/>>

<sup>105</sup> UAN. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT. Ubicación geográfica [sitio web]. [Consultado: 11 de agosto de 2021]. Disponible en internet: <<http://www.uan.edu.mx>>

## 4.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

**4.2.1 Materiales.** Se emplearon los siguientes materiales:

- 1 Tanque plástico rectangular de 75.5 x 42 x 33 cm (largo x ancho x altura).
- 12 Tanques plásticos rectangulares de 55 x 38 x 33 cm (largo x ancho x altura).
- Acrílico siliconizado Acriflex (Sista F 130 Cont. Net 150 ml).
- Beaker 250 ml.
- Biobolas (filtro biológico).
- Calcetín de Filtro de 200 micras, 4 por 9-1/2 (Deep Blue Professional ADB41008).
- Cinta métrica (ASTORN 16ft/5m x 3/4").
- Cinta teflón (ancho 1/2" (12.7mm)).
- Codos PVC (1 pulgada y 1/2 pulgada).
- Filtro de nylon 100 micras.
- Hojas de registro.
- Lapiceros.
- Llave de bola (1/2 pulgada).
- Macetero de barro (11 cm diámetro).
- Mangueras para aireación diámetro 3/16".
- Marcador indeleble.
- Mesa plástica (122 cm largo x 61 cm ancho x 73 cm alto).
- Papel secante.
- Pegamento PVC (Siler Alta).
- Piedra difusora (2,4x1,5cm).
- Piedra tezontle o piedra porosa (filtro biológico).
- Probeta 50 ml.
- Recipientes plásticos.
- Red malla nasa (5 pulgadas).
- Silicón polycarbonate & PVC (Sista F 121 Cont. Net 300 ml).
- Soporte de hierro.
- Tapas plásticas de rosca (filtro biológico).
- Te's (1 pulgada y 1/2 pulgada).
- Toallas para limpiar.
- Tubería PVC (1 pulgada y 1/2 pulgada).
- Tuerca unión (1 pulgada).

**4.2.2 Equipos.** Se utilizaron los siguientes equipos:

- Agitador (VORTEX genie\_2 – scientific industries Si™).
- Agitador magnético (IKA® C-MAG HS7).
- Apagador Switch Placa Timer Temporizador Digital 6 Programas.
- Balanza digital portátil (Highland® - HCB 1002).

- Blower o bomba de aire (OXI Kril – Art.1688).
- Bomba sumergible de agua (Lifegard Quie+1one – 4000).
- Cámara fotográfica (SAMSUNG Galaxy J2 prime).
- Cámaras de video (SWAN – Smart security system 2k series – 1080 p).
- Disco duro externo (ADATA HD650 - 1T).
- Disco duro externo (ADATA HV620 - 1T).
- Oxímetro (EXTECH® instruments – 407510).
- Potenciómetro (HORIBA scientific – pH 1100).
- Refractómetro (DYMAX – RF-20).
- Skimmer (Coralife Bio cube).
- Switch placa timer (temporizador digital de 6 programas).
- Termostato (Burst Resistant 300 W).
- Vernier análogo (LUZEREN – SS 0-6”).

**4.2.3 Insumos.** Se hizo uso de los siguientes insumos:

- Cepas bacterianas para control de amonio BioDigest Bacteria.
- Concentrado (New life Spectrum® 1 mm).
- Hipoclorito de sodio (Desinfección).
- Kits de control de Amonio ( $\text{NH}_3^- / \text{NH}_4^+$ ), Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y Higit rage pH. (SALWATER MASTER TEST KIT – RM002075-00-0715).
- Sal marina (Instant ocean® sea salt).
- Secuestrador de amonio (Prime® concentrated conditioner for marine & freshwater 500 ml).
- Violeta de genciana 0,5% (Cicatrizante De Heridas Animales Azul Spray 100ml).

### 4.3 OBTENCIÓN DIETAS EXPERIMENTALES

**4.3.1 Formulación y elaboración de las dietas experimentales.** La formulación y elaboración de las dietas experimentales se realizó en los laboratorios de Nutrición y Alimentación de peces, ubicados en la unidad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco UJAT- México. Siguiendo la metodología descrita por Abdo de la Parra *et al*<sup>106</sup>, las dietas experimentales se formularon como isoproteicas (45% de proteína) con variación en la adición de aceite de pescado (Tabla 3 y Anexo A, B y C respectivamente), teniendo en cuenta el aporte de extracto etéreo (Anexo E) de las materias primas utilizadas en su elaboración según el protocolo propuesto por Álvarez-González *et al*<sup>107</sup>.

<sup>106</sup> ABDO DE LA PARRA, María Isabel, *et al*. Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos totales en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*. En: Revista de biología marina y oceanografía. Diciembre, 2010, vol. 45, no. 3, p. 433-439.

<sup>107</sup> ÁLVAREZ GONZÁLEZ, Carlos Alfonso, *et al*. Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, *Paralabrax maculatofasciatus*, fed practical diets. En: Aquaculture. Marzo, 2001, vol. 194, no. 1-2, p. 130-137.

**Tabla 3. Porcentaje de cada materia prima a incluir por cada 100 g de alimento para cada tratamiento**

<b>Materia prima</b>	<b>T<sub>1</sub> (%)</b>	<b>T<sub>2</sub> (%)</b>	<b>T<sub>3</sub> (%)</b>
H. pescado	40,6	40,6	40,6
Krill ProAqua	10,7	10,7	10,7
H. Ave prime	7,8	7,8	7,8
H. Cerdo	8,4	8,4	8,4
P. soya	8,15	8,15	8,15
<b>Aceite pescado</b>	<b>0,5</b>	<b>3,5</b>	<b>6,5</b>
Almidón	20,2	17,2	14,2
Alginato	2,5	2,5	2,5
Premix minerales	0,23	0,23	0,23
Premix vitamínico	0,6	0,6	0,6
Vit C.	0,1	0,1	0,1
Colina	0,2	0,2	0,2
Antioxidante	0,1	0,1	0,1
	100	100	100

**Fuente:** PEÑA MARÍN, Emyr Saúl.

Para un cuarto tratamiento se utilizó un alimento comercial New life Spectrum®, con un aporte lipídico del 6%, según la tabla de información nutricional del alimento (Tabla 4).

**Tabla 4. Composición dieta comercial New life Spectrum®**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Crude Protein (Min)	37%
Crude Fat (Min)	6%
Crude Fiber (Max)	4%
Moisture (Max)	10%
Ash (Max)	8%
Vit. A (Min)	8000 IU/Kg
Vit. D (Min)	2500 IU/Kg
Vit. E (Min)	200 IU/Kg

**Fuente:** etiqueta contenido nutricional New life Spectrum®

**4.3.2 Análisis químico proximal.** En el Laboratorio de Nutrición y Bromatología de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, se efectuó un análisis químico proximal de las tres dietas experimentales con la finalidad de determinar la calidad y verificar su contenido de porcentaje de proteína cruda y extracto etéreo (Anexo

F), el análisis bromatológico se realizó de acuerdo al protocolo descrito por Peña<sup>108</sup>, adaptada por el Laboratorio de Nutrición y Bromatología de la UJAT (Anexo G).

#### 4.4 PLAN DE MANEJO

**4.4.1 Instalación y adecuación del sistema de recirculación.** Se instaló un sistema de recirculación de agua marina con capacidad de total de 588 L de agua. Dicho sistema constó de 12 tanques plásticos rectangulares con capacidad de 48 L y un tanque que funcionó como reservorio con capacidad de 61 L, el cual fue dotado de un termostato, un skimmer, un blower, un filtro biológico de piedra tezontle o piedra porosa, tapas plásticas de rosca y biobolas, una bomba sumergible (Figura 3), para permitir la recirculación del agua, adicionalmente en cada tanque se colocó una maceta de barro de 11 cm de diámetro, previamente lavadas y desinfectadas, las cuales funcionaron como zona de refugio para los ejemplares *A. frenatus*, posteriormente se procedió al llenado de agua, la cual provenía de un tanque reservorio de agua marina del laboratorio.

**Figura 3. Sistema de recirculación de agua marina utilizado en el desarrollo de la investigación**



**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

Para permitir la maduración del sistema y estabilizar el filtro biológico se adicionó una ampollita de cepas bacterianas (BioDigest Bacteria) al tanque reservorio del sistema, para estabilizar los compuestos nitrogenados del agua, durante el experimento, se mantuvieron los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua en: salinidad = 28 ‰, pH = 8, O<sub>2</sub> = 6,6 mg/L, T = 28 °C, amonio (NH<sub>3</sub><sup>-</sup> / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) y nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en cero. Referente al fotoperiodo, este fue ajustado a la temporada luz: Oscuridad, 14:10 h con un Switch placa timer.

**4.4.2 Material Biológico.** Se utilizó un lote de ejemplares de *A. frenatus* de un año de edad del laboratorio húmedo UEGIA, los cuales se encontraban distribuidos en

---

<sup>108</sup> PEÑA, Emyr. Protocolo de análisis químico proximal. 2001. p. 1-22.

seis tanques circulares de 170 L, a razón de 40 organismos por tanque, conectados entre sí a un sistema de recirculación acuícola de agua marina; dichos organismos eran alimentados con una dieta comercial balanceada, exclusiva para peces de ornato marino, suministrada tres veces al día a saciedad.

Del lote de peces de *A. frenatus*, se seleccionaron un total de 48 ejemplares al azar, dichos organismos fueron sometidos a una biometría inicial con peso y longitud promedio de  $2,79 \pm 1,09$  g y  $5,02 \pm 0,65$  cm (Anexo H); para la selección de cada organismo, se utilizó una nasa de pesca, luego se colocaron en un recipiente con aireación y uno a uno se les realizó la biometría, para disminuir los errores en el pesaje, los peces fueron colocados en una franela húmeda para retirar el exceso de agua y se registró su respectivo peso y talla.

Posteriormente se distribuyeron a razón de cuatro organismos por réplica, con una proporción de sexos que fue estimada de una pareja reproductora y dos organismos no reproductores siguiendo la metodología descrita por Colleye y Parmentier<sup>109</sup>, teniendo en cuenta que la jerarquía social de los peces del género *Amphiprion*, se determina cuando un espécimen dominante se desarrolla como hembra y el segundo en la jerarquía se desarrolla como macho, mientras que el resto se mantienen sexualmente inmaduros<sup>110</sup>.

**4.4.3 Alimentación.** Se utilizaron y rotularon cuatro recipientes plásticos cada uno con una respectiva dieta experimental, seguidamente se inició la alimentación con la dieta comercial (New life Spectrum®) (Figura 4A) y las dietas experimentales con diferentes inclusiones de lípidos (7, 11 y 14%) (Figura 4B), suministrando paulatinamente el alimento en cada unidad experimental, tres veces al día a saciedad (9 am, 12 pm y 3 pm), después de cada alimentación, el alimento fue almacenado y refrigerado en una nevera a una temperatura de 10° C y se realizaron rutinas de sifoneo para la remoción de materia orgánica y alimento no consumido en cada unidad experimental.

---

<sup>109</sup> COLLEYE, O y PARMENTIER, E. Overview on the diversity of sounds produced by clownfishes (pomacentridae): Importance of acoustic signals in their peculiar way of life. En: Open Access freely available online y PLoS one. Noviembre, 2012, vol. 7, no. 11, p.2.

<sup>110</sup> ALBRECHT. Op cit., p. 7–9.

**Figura 4. A. Dieta comercial New life Spectrum®; B. Dieta experimental**

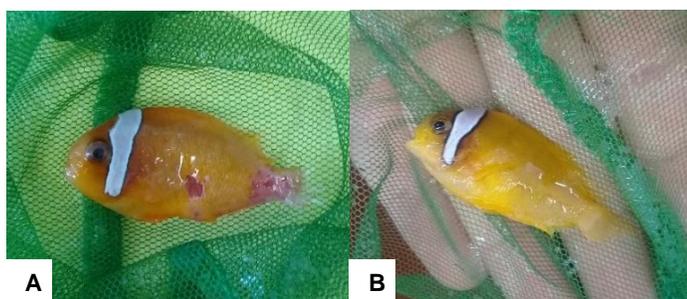


**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

**4.4.4 Muestreo de los ejemplares.** Se realizó una biometría final de los organismos con el fin de conocer los datos del incremento del peso (g) y longitud total (cm) de las parejas conformadas en cada tratamiento con su respectiva réplica (Anexo I), se utilizaron nasas de pesca pequeñas para extraer uno a uno los ejemplares de cada unidad experimental, luego se colocaron en un recipiente con aireación, para disminuir los errores en el pesaje, los peces fueron colocados en una franela húmeda para retirar el exceso de agua y se registró uno por uno su respectivo peso y talla.

**4.4.5 Manejo de ejemplares durante el proceso de formación de parejas.** Se extrajeron uno a uno los ejemplares de cada tratamiento que fueron agredidos y que murieron durante el experimento (Figura 5 y Anexo J), hasta que se obtuvo la pareja formada en cada uno de los tratamientos con su respectiva réplica (Anexo K), adicionalmente, cuando se encontraron peces con lesiones de mordedura en su piel, como medida preventiva se realizaron tratamientos tópicos en las heridas con violeta de genciana a una concentración de 0,5% (ácido tánico), y se trasladaron a un acuario con aireación para su recuperación.

**Figura 5. A. Extracción de ejemplar *A. frenatus* por mortalidad; B. Extracción de ejemplar *A. frenatus* por agresión**



**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

**4.4.6 Muestreo de los parámetros de calidad del agua.** Se realizaron monitoreos y registros diarios de los parámetros fisicoquímicos del agua (Anexo L), tomados en horas de la mañana de manera aleatoria en los tanques del sistema de recirculación de temperatura y oxígeno mediante el uso de un oxímetro, para la salinidad se usó un refractómetro, para la medición de potencial de hidrogeno (pH) se utilizó un potenciómetro y con un kits de control de amonio cada tercer día en el tanque reservorio se monitoreó el amonio ( $\text{NH}_3^- / \text{NH}_4^+$ ), los nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), para garantizar las condiciones de calidad de agua.

## **4.5 OBSERVACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL ETOGRAMA**

La observación del comportamiento reproductivo y para la elaboración del etograma se tuvo en cuenta algunos de los criterios utilizados por Bolgan *et al*<sup>111</sup>, que fueron adaptados para el desarrollo del presente estudio:

**4.5.1 Instalación cámaras de video.** Para la observación del comportamiento, se adecuó e instalo un sistema de grabación, constituido por un sistema de monitoreo constante y doce cámaras de video para cada una las unidades experimentales (Figura 6).

**Figura 6. Instalación de cámaras de video**



**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

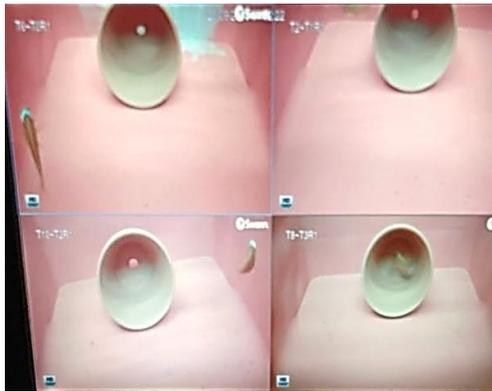
**4.5.2 Observación del comportamiento.** Una vez instalado el sistema de grabación, para investigar la ocurrencia de un patrón temporal del comportamiento, se realizó un seguimiento constante durante el día, por medio del monitor de las cámaras de video (Figura 7) y se grabaron tres sesiones en horas de la mañana, tarde y noche (8-9 am, 12-1 pm y 6-7 pm) cada una de aproximadamente una hora, para un total de tres horas diarias de grabación, establecidas por las observaciones previas de comportamiento realizadas durante el transcurso del día, teniendo en

---

<sup>111</sup> BOLGAN, M; O'BRIEN, J y GAMMELL, M. The behavioural repertoire of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in captivity: a case study for testing ethogram completeness and reducing observer effects. *En: Ecology of Freshwater Fish*. Enero, 2016, vol. 25 no. 2, p. 319.

cuenta la interacción de los organismos a la hora de suministrar el alimento en cada unidad experimental, siguiendo las recomendaciones de Bolgan *et al*<sup>112</sup>. e Ibarra y Duncan<sup>113</sup>, la observación por medio de las cámaras de video evito que se interfiriera en el comportamiento de los ejemplares ante un objeto externo; la recolección y recopilación de videos se llevó a cabo en dos unidades de disco duro externo para su posterior análisis.

**Figura 7. Observación del comportamiento de los ejemplares *A. frenatus*, por medio del monitor de las cámaras de video**



Fuente: MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

**4.5.3 Identificación de pautas de comportamiento.** A partir de las observaciones, se identificaron los movimientos de expresión relevantes y pertinentes, los cuales cumplieron con los siguientes requisitos: fueron evidentes al momento de observar los ejemplares, repetitivos, de duración corta y similares entre los organismos de cada una de las unidades experimentales, bajo los criterios descritos por Altman<sup>114</sup>, quien desarrollo una revisión sobre factores a considerar en temas de análisis comportamental en peces, se tomaron criterios de trabajos previos vinculados a la selección de pareja, agresión y desove, en algunas especies de peces de interés

---

<sup>112</sup> *Ibid.*, p. 320.

<sup>113</sup> IBARRA ZATARAIN, Zohar y DUNCAN, Neil. Mating behaviour and gamete release in gilthead seabream (*Sparus aurata*, Linnaeus 1758) held in captivity. *En*: Spanish Journal of Agricultural Research. 2015, vol. 13, no. 1, p. 8.

<sup>114</sup> ALTMAN, Jeanne. Observational study of behavior: sampling methods. *En*: Behaviour. 1974, vol. 49, no. 3-4, p. 227-266. Citado por IBARRA ZATARAIN, Zohar y DUNCAN, Neil. Mating behaviour and gamete release in gilthead seabream (*Sparus aurata*, Linnaeus 1758) held in captivity. *En*: Spanish Journal of Agricultural Research. 2015, vol. 13, no. 1, p. 8.

acuícola como: lenguado *Solea solea*<sup>115</sup>, peces de arrecife<sup>116</sup>, dorada *Sparus aurata*<sup>117</sup>, damisela azul *Chrysiptera cyanea*<sup>118</sup> y medaka *Oryzias latipes*<sup>119</sup>.

**4.5.4 Categorías de observación.** Una vez identificados los comportamientos de los organismos durante el desarrollo del experimento, el comportamiento de la especie, se dividió bajo dos criterios: comportamiento durante la elección de parejas: conducta territorial, agresión y aislamiento; y comportamiento de las parejas establecidas: dominio y cortejo, las cuales fueron similares claramente distinguibles e inequívocas entre los organismos de cada una de las unidades experimentales.

**4.5.5 Registro y descripción de las observaciones de comportamiento.** Se diseñó una tabla de registro, en la cual se registró y describió de manera manual, con el mayor detalle posible, los movimientos y actividades que realizaron los organismos durante el tiempo que fueron observados, monitoreados y grabados.

**4.5.6 Cuantificación del comportamiento.** Se realizó un conteo del número de veces que se presentó cada comportamiento, dicho registro consistió en contar el número de veces que los organismos involucrados realizaron cada evento durante el tiempo que fueron monitoreados, grabados y observados para posteriormente analizar estadísticamente los datos recolectados (Anexo O).

## 4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) conformado por cuatro tratamientos cada uno con tres réplicas por tratamiento para un total de 12 unidades experimentales; cada unidad experimental estuvo conformada por cuatro ejemplares de *A. frenatus*, el modelo teórico para representar el diseño experimental utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{j(i)} + \eta_{(ijk)}$$

Dónde:

---

<sup>115</sup> MAS MUÑOZ, Julia, *et al.* Feeding behaviour, swimming activity and boldness explain variation in feed intake and growth of sole (*Solea solea*) reared in captivity. En: PLoS One. Junio, 2011, vol. 6, no. 6, p. 1393.

<sup>116</sup> PINK, JR y FULTON, CJ. Right tools for the task: intraspecific modality in the swimming behaviour of coral reef fishes. En: Marine biology. Febrero, 2014, vol. 161, no. 5, p. 1103.

<sup>117</sup> IBARRA Y DUNCAN. Op cit., p. 8.

<sup>118</sup> WACKER, Sebastian, *et al.* Mate choice plasticity in a coral reef fish. En: Behavioral Ecology. Abril, 2016, vol. 27, no. 5, p. 1331.

<sup>119</sup> YOKOI, Saori, *et al.* Mate guarding behavior enhances male reproductive success via familiarization with mating partners in medaka fish. En: Frontiers in zoology. Junio, 2016, vol. 13, no. 1, p. 1-10.

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta.

$\mu$  = Media general del experimento.

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{j(i)}$  = Error experimental asociado a la j-ésima unidad experimental que recibe el i-ésimo tratamiento.

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

Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad (Kolmogórov-Smirnov) y homocedasticidad de varianzas (Levene), siguiendo protocolo de Ibarra y Duncan *et al*<sup>120</sup>, una vez se realizaron los supuestos estadísticos, para determinar el efecto de los diferentes porcentajes de lípidos en las dietas sobre el comportamiento reproductivo del pez *A. frenatus*, se llevó a cabo una prueba de t de Student, los análisis estadísticos se realizaron utilizando un software IBM-SPSS V25, aplicando un nivel de confiabilidad del 95%.

**4.6.1 Tratamientos.** Se evaluaron cuatro tratamientos con tres réplicas por tratamiento que fueron distribuidos de la siguiente manera:

**Tratamiento T<sub>0</sub>:** Dieta comercial (New life Spectrum®) con 6% de aporte lipídico.

**Tratamiento T<sub>1</sub>:** Dieta experimental con 7% de inclusión de lípidos.

**Tratamiento T<sub>2</sub>:** Dieta experimental con 11% de inclusión de lípidos.

**Tratamiento T<sub>3</sub>:** Dieta experimental con 14% de inclusión de lípidos.

**4.6.2 Formulación de hipótesis.** La hipótesis nula y alterna se describen de la siguiente manera:

**H<sub>0</sub>: hipótesis nula:** La inclusión de diferentes porcentajes de lípidos no posee un efecto significativo sobre el comportamiento reproductivo del pez payaso tomate *A. frenatus*.

$$H_0: \mu T0 = \mu T1 = \mu T2 = \mu T3 = \mu T4$$

**H<sub>1</sub>: hipótesis alterna:** La inclusión de diferentes porcentajes de lípidos poseen efectos altamente significativos en al menos uno de los tratamientos sobre el comportamiento reproductivo del pez payaso tomate *A. frenatus*.

$$H_1: \mu T0 \neq \mu T1 \neq \mu T2 \neq \mu T3 \neq \mu T4$$

**4.6.3 Variables evaluadas.** Las variables evaluadas fueron:

**4.6.3.1 Formación de parejas y comportamiento de la pareja establecida.** Una vez se identificó cada uno de los comportamientos presentados por el pez payaso

---

<sup>120</sup> IBARRA Y DUNCAN. Op cit., p. 8.

tomate *A. frenatus*, se realizó un conteo de la frecuencia de una conducta, la cual consistió en contar el número de veces que los organismos involucrados realizaron cada evento durante todo el tiempo que fueron monitoreados y grabados con las de cámaras de video.

Durante el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- **Territorialidad.** Consistió en la identificación de dos organismos que hicieron selección de un área específica en el tanque y presentaron un comportamiento de defensa del territorio en el tanque.
- **Agresión.** Se registró las interacciones y agresiones de los peces líderes hacia los peces no agresivos.
- **Aislamiento.** Se tuvo en cuenta los peces que se aislaron hacia un lado del tanque y hacia la superficie del agua.
- **Dominancia.** Se determinó por la selección un área dentro del nido y agresiones leves de la pareja establecida.
- **Cortejo.** Se determinó por las interacciones de la pareja, la no agresión, el cuidado y limpieza del área donde la pareja llevaría a cabo el desove.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 ADAPTACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LOS EJEMPLARES

Los ejemplares de las doce unidades experimentales, inmediatamente después de su ubicación en los respectivos tanques, mostraron un comportamiento esquivo y de baja actividad, ocultándose detrás de la maceta; sin embargo, transcurridas dos horas, comenzaron a nadar por toda la columna de agua, ante cualquier perturbación se alejaban y se situaban en el interior o en torno a la maceta; no se observó consumo del alimento durante los tres primeros días de adaptación al nuevo entorno; entre el 3er y 4to día, cada ejemplar inició una selección de un área específica del tanque, nado hacia la superficie, competencia por el alimento, agresiones, persecuciones y enfrentamientos hacia sus congéneres, estas conductas se presentaron en todos los tratamientos; al quinto día, los organismos, de los cuatro los tratamientos, comenzaron a consumir lentamente las tres raciones diarias del alimento en su totalidad.

### 5.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DURANTE LA ELECCIÓN DE PAREJAS

Cada uno de los organismos de las doce unidades experimentales, mostraron hábitos diurnos transcurriendo la mayor parte del tiempo en actividades como nadar sin dirección específica, asomar la cabeza hacia la superficie a la espera del alimento y atacar a sus congéneres según la jerarquía basada en el tamaño corporal, en donde se identificaron comportamientos de territorialidad, agresión y aislamiento.

**5.2.1 Territorialidad.** Los ejemplares realizaron la selección de un área específica, según su tamaño corporal; el pez de mayor talla se ubicó en alguno de los costados (izquierdo o derecho) de la maceta, mientras que el pez que le siguió en tamaño se ubicó en el interior del nido, los dos ejemplares de menor tamaño nadaron alrededor y hacia las esquinas del tanque sin ninguna dirección específica, una vez seleccionada el área resguardaban la posición adoptada enfrentando al pez que se acercaba. (Figura 8).

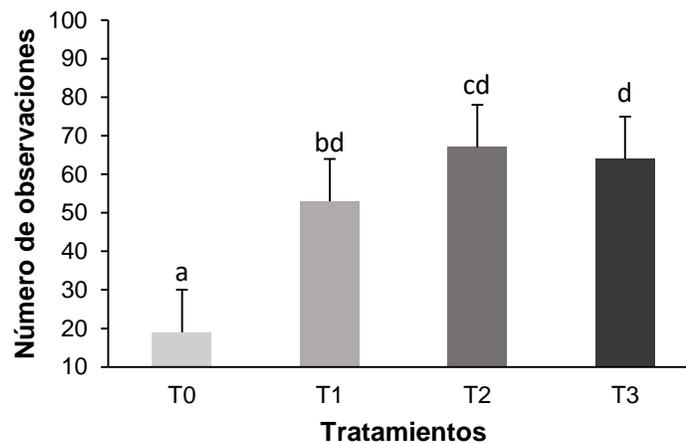
**Figura 8. Ubicación de los ejemplares *A. frenatus*, dentro del tanque**



**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

Los peces del tratamiento T<sub>0</sub> presentaron en promedio  $3,17 \pm 2,71$ , menor número de enfrentamientos para seleccionar un territorio, comparados con los tratamientos: T<sub>1</sub>=  $8,83 \pm 5,85$ ; T<sub>2</sub>=  $11,17 \pm 5,71$  y T<sub>3</sub>=  $10,67 \pm 5,32$  (Anexo P), el análisis estadístico, permitió inferir que, T<sub>0</sub> mostró diferencias estadísticas con los tratamientos experimentales T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> de inclusión de lípidos (Anexo Q), mientras que T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> no presentaron diferencias estadísticas con T<sub>3</sub>; sin embargo, el T<sub>1</sub> presentó diferencias estadísticas con T<sub>2</sub> (Figura 9 y Anexo R).

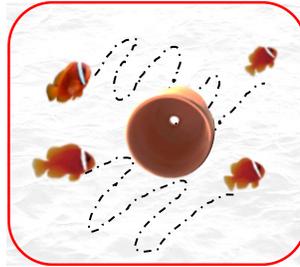
**Figura 9. Comportamiento de territorialidad de los ejemplares *A. frenatus* en cada tratamiento**



Los datos muestran el número de veces que se repite el comportamiento de territorialidad en cada tratamiento. Letras iguales denotan que no existen diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos. Letras diferentes denotan que existen diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos.

**5.2.2 Agresión.** Los ejemplares de mayor proporción corporal mostraron tendencias de enfrentamientos frecuentes hacia los congéneres de menor tamaño (Figura 10); las persecuciones se presentaron con movimientos rápidos y desplazamientos de arriba hacia abajo sobre la columna de agua con la aleta dorsal, aleta anal y aletas pélvicas extendidas, el pez agresor guardó una postura de ataque quedándose frente al pez sumiso, sin dejarlo mover y enfrentándolo frecuentemente; en algunas ocasiones no hubo agresión por parte del pez de mayor tamaño, este se quedó alrededor, dentro o fuera de la maceta, Los ataques fueron rápidos y volvieron a ocurrir hasta que el pez agredido se aisló hacia la superficie.

**Figura 10. Comportamiento de agresión de los ejemplares *A. frenatus***



**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

Las agresiones se caracterizaron por laceraciones en el área ventral, y mordeduras en gran parte de la aleta anal y aleta caudal del pez sumiso (Figura 11).

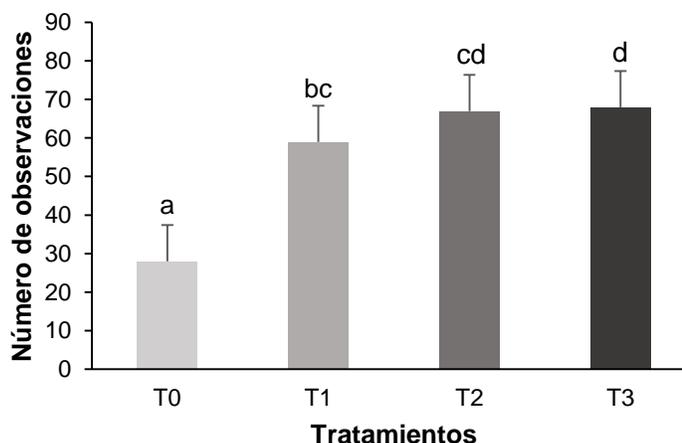
**Figura 11. Ejemplar *A. frenatus* con laceraciones en el área ventral, aleta anal y aleta caudal**



**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

Los peces del tratamiento  $T_0$  presentaron en promedio ( $4,67 \pm 4,08$ ) un menor número de agresiones hacia sus congéneres, comparados con los tratamientos:  $T_1= 9,83 \pm 3,76$ ;  $T_2= 11,17 \pm 4,96$  y  $T_3= 11,33 \pm 3,93$  (Anexo T). El tratamiento  $T_0$ , mostró diferencias estadísticas con los tratamientos experimentales  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  de inclusión de lípidos, (Anexo U); por el contrario  $T_1$  no presentó diferencias estadísticas con  $T_2$  y  $T_3$  (Anexo V); mientras que el  $T_2$  no presentó diferencias estadísticas con el tratamiento  $T_3$  (Anexo W) (Figura 12).

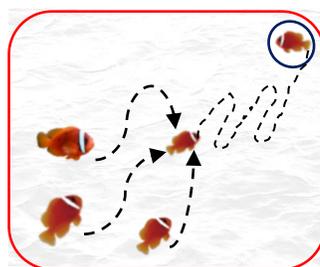
**Figura 12. Comportamiento de agresión de los ejemplares *A. frenatus* en cada tratamiento**



Los datos muestran el número de veces que se repite el comportamiento de agresión en cada tratamiento. Letras iguales denotan que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos. Letras diferentes denotan que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos.

**5.2.3 Aislamiento.** Se observó que los peces agredidos como medida de protección se ubicaron en la superficie, específicamente en las esquinas del tanque o frente a la cámara de video, permaneciendo inmóviles la mayor parte del tiempo, puesto que si este realizaba algún movimiento era agredido (Figura 13), parte de la cabeza y aleta dorsal sobresalían de la superficie del agua, los peces guardaron una posición de estar frente a su agresor como una manera de escape ante cualquier agresión; el pez que se aisló no consumió alimento y en la mayoría de las ocasiones no realizó nado por las heridas presentes en su cuerpo y consecuentemente murió.

**Figura 13. Comportamiento de aislamiento de los ejemplares *A. frenatus***

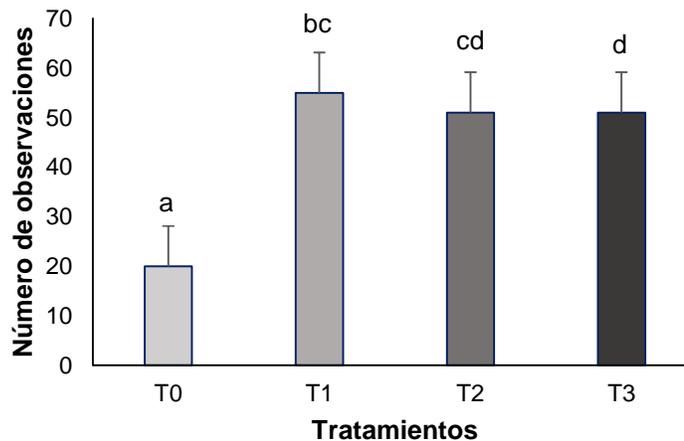


**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

El análisis estadístico, referentes al comportamiento de aislamiento permitió inferir que los peces del tratamiento T<sub>0</sub> presentaron en promedio  $3,33 \pm 2,25$  un menor

número de aislamientos, comparados con los tratamientos:  $T_1 = 9,17 \pm 3,76$ ,  $T_2 = 8,50 \pm 3,15$  y  $T_3 = 8,50 \pm 4,42$  (Anexo X). El tratamiento  $T_0$  mostró diferencias estadísticas con los tratamientos experimentales  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  de inclusión de lípidos (Anexo Y), por el contrario, el  $T_1$  no presentó diferencias estadísticas con los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$  (Anexo Z); mientras que el  $T_2$  tampoco presentó diferencias estadísticas con el tratamiento  $T_3$  (Figura 14 y Anexo AA).

**Figura 14. Comportamiento de aislamiento de los ejemplares *A. frenatus* en cada tratamiento**



Los datos muestran el número de veces que se repite el comportamiento de aislamiento en cada tratamiento. Letras iguales denotan que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos. Letras diferentes denotan que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos.

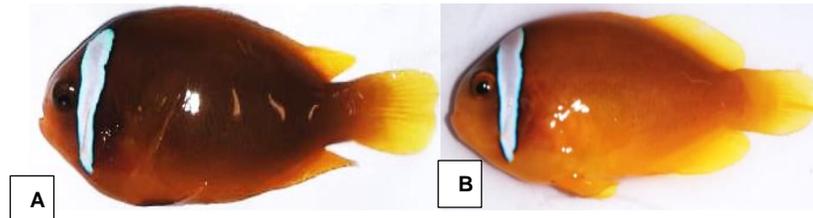
Los comportamientos de territorialidad, agresión y aislamiento se presentaron para todos los tratamientos cuando los cuatro ejemplares se encontraban en cada unidad experimental, posteriormente se retiraron los peces de cada tanque que exhibieron un comportamiento de aislamiento y los que murieron por las agresiones; por consiguiente, en cada unidad experimental permanecieron tres ejemplares, los cuales guardaron la posición de territorio primeramente adoptada y repitieron los comportamientos de agresión y aislamiento, seguidamente, se procedió a retirar los peces que volvieron a presentar agresiones, aislamiento y murieron, finalmente se estableció la pareja en cada uno de los tratamientos con su respectiva réplica.

### **5.3 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA PAREJA ESTABLECIDA**

En las doce unidades experimentales, se observó que la pareja establecida presentó una diferencia visual notable de tamaño corporal y un ligero cambio de coloración siendo un ejemplar más oscuro que el otro (Figura 15), el ejemplar dominante de coloración oscura es el primero en capturar el alimento sin que exista

competencia alimenticia, la pareja manifiesta una prolongada permanencia en el nido presentando comportamientos de dominio y de cortejo.

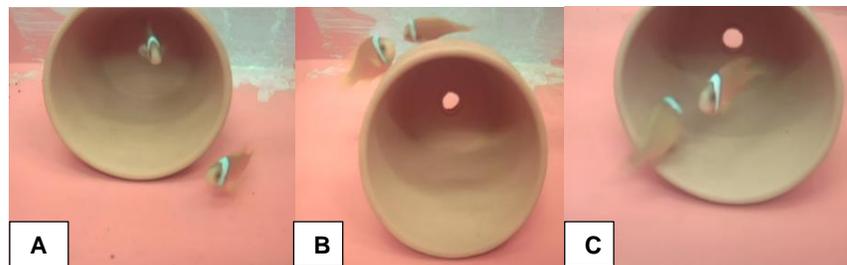
**Figura 15. A. Coloración oscura del pez payaso tomate *A. frenatus*; B. Coloración clara del pez payaso tomate *A. frenatus***



Fuente: MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

**5.3.1 Dominio.** La pareja establecida permaneció cerca del refugio, el pez líder (más grande y de coloración oscura) expuso su dominio al mantener su aleta dorsal, aleta anal y aletas pélvicas completamente erguidas y extendidas, nadando en círculos alrededor de la maceta, hacia adentro y hacia afuera, sin permitir el ingreso al refugio del otro ejemplar (Figura 16A), el pez dominante se posiciona frente a su pareja (de menor tamaño y coloración clara) nadando hacia adelante, haciendo que este retroceda y se retire (Figura 16B), a pesar de las continuas persecuciones no se evidenciaron heridas ni mordeduras en las aletas de las parejas establecidas.

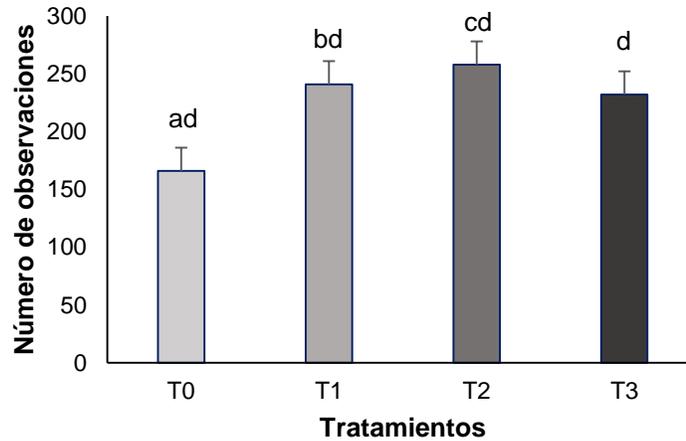
**Figura 16. A. Captura de video del comportamiento de dominio de la pareja establecida *A. frenatus*; B y C. Captura de video de enfrentamiento sin agresión de la pareja establecida**



Fuente: MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

El dominio entre las parejas del T<sub>0</sub> presentaron en promedio  $18,44 \pm 8,32$  menor dominancia, comparados con los tratamientos: T<sub>1</sub>=  $26,78 \pm 6,51$ , T<sub>2</sub>=  $28,67 \pm 8,03$  y T<sub>3</sub>=  $25,78 \pm 12,03$  (Anexo BB). T<sub>0</sub> mostró diferencias estadísticas con los tratamientos experimentales T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> de inclusión de lípidos, sin embargo, no presentó diferencias estadísticas con el T<sub>3</sub> (Anexo CC); por el contrario, el T<sub>1</sub> presentó diferencias estadísticas con el T<sub>2</sub> de inclusión de lípidos (Anexo DD), mientras que los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> no presentaron diferencias estadísticas con el tratamiento T<sub>3</sub> (Figura 17 y Anexo EE).

**Figura 17. Comportamiento de dominio de los ejemplares *A. frenatus* en cada tratamiento**



Los datos muestran el número de veces que se repite el comportamiento de dominio en cada tratamiento. Letras iguales denotan que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos. Letras diferentes denotan que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos.

**5.3.2 Cortejo.** La posible hembra (pez de mayor tamaño y de coloración oscura), enfrente y persiguió a su pareja, mientras que el aparente macho demostró sumisión adoptando una postura no ofensiva realizando movimientos de sacudidas, el ejemplar dominante reconoció este comportamiento sumiso y no lo agredió; los acercamientos que se presentaron fueron sutiles, nadaron juntos por toda la columna de agua, alrededor de la maceta e ingresaron juntos a ella, en ocasiones el posible macho realizaba un movimiento de temblor haciendo un arco con su cuerpo, tocando el área ventral de la aparente hembra (Figura 18) (no se observó cortejo cuando los cuatro ejemplares se encontraban en el tanque).

La mayor parte del tiempo, los dos organismos nadaban juntos en círculos en torno al refugio, luego ingresaban a él con un movimiento rápido e iniciaban la limpieza interna y externa de la maceta, de arriba hacia abajo de manera sincronizada y posición de cola hacia arriba mordiendo con la boca el interior del nido, regularmente la preparación y limpieza interna y externa la realizó el pez de menor tamaño, el cual permanecía por mucho más tiempo dentro del refugio y rara vez salía de él (Figura 18).

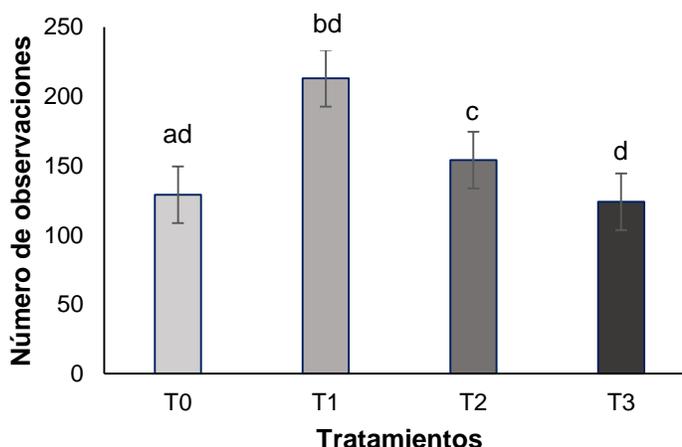
**Figura 18. Capturas de video del comportamiento de la pareja *A. frenatus* en la limpieza del nido**



**Fuente:** MONCAYO, Angelica. Esta investigación.

El comportamiento de cortejo entre las parejas del T<sub>0</sub> presentaron en promedio  $21,50 \pm 9,50$  un menor número de cortejos comparados con los tratamientos: T<sub>1</sub>=  $35,50 \pm 7,58$ ; T<sub>2</sub>=  $25,67 \pm 5,57$  y T<sub>3</sub>=  $20,67 \pm 6,89$  (Anexo FF), el tratamiento T<sub>0</sub> mostró diferencias estadísticas con los tratamientos experimentales T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> de inclusión de lípidos, sin embargo, no presentó diferencias estadísticas con el T<sub>3</sub> (Anexo GG); por el contrario, el T<sub>1</sub> presentó diferencias estadísticas con el T<sub>2</sub>, pero no presentó diferencias estadísticas con el tratamiento T<sub>3</sub> de inclusión de lípidos (Anexo HH), mientras que T<sub>2</sub> presentó diferencias estadísticas con el tratamiento T<sub>3</sub> (Figura 19 y Anexo II).

**Figura 19. Comportamiento de cortejo de los ejemplares *A. frenatus* en cada tratamiento**



Los datos muestran el número de veces que se repite el comportamiento de cortejo en cada tratamiento. Letras iguales denotan que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos. Letras diferentes denotan que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos.

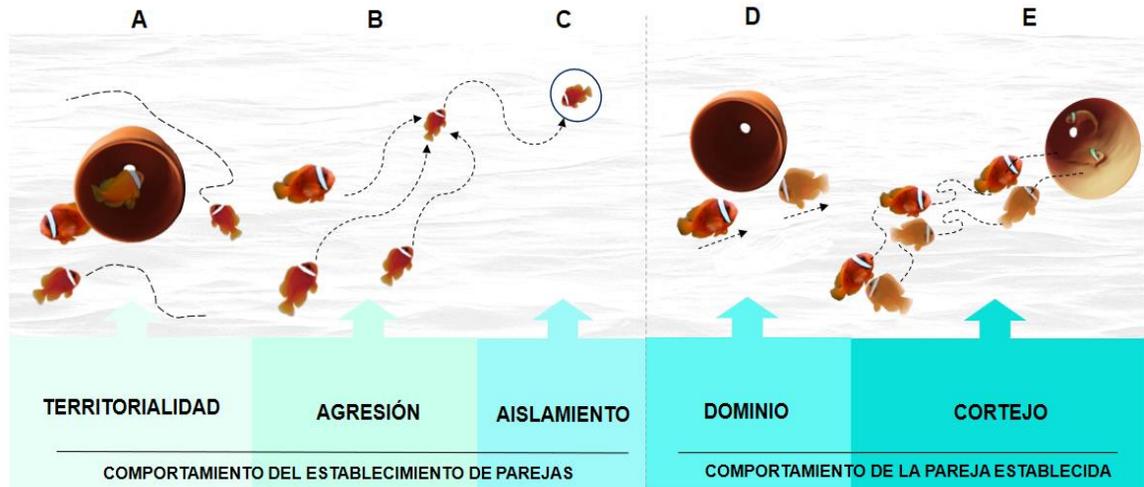
## 5.4 ETOGRAMA DE LOS DIFERENTES COMPORTAMIENTOS EXHIBIDOS POR LOS EJEMPLARES

Por medio de la observación y descripción de los diferentes comportamientos presentados por el pez *A. frenatus*, se realizó el siguiente etograma:

Categoría	Comportamiento	Descripción
Comportamiento durante el establecimiento de parejas	<b>Territorialidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Selección de un área determinada.</li> <li>➤ Persecuciones.</li> <li>➤ Protección del territorio.</li> </ul>
	<b>Agresión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ataques frecuentes a los ejemplares de menor tamaño.</li> <li>➤ Movimientos rápidos y desplazamientos de arriba hacia abajo sobre la columna de agua.</li> <li>➤ Aleta dorsal, aleta anal y aletas pélvicas extendidas.</li> </ul>
	<b>Aislamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ubicación en la superficie del agua, permaneciendo inmóviles.</li> <li>➤ Posición de estar frente a su agresor como manera de escape ante cualquier agresión.</li> <li>➤ No hay consumó alimento, ni actividad de nado por las heridas presentes en el cuerpo.</li> <li>➤ Muerte a causa de las agresiones.</li> </ul>
Comportamiento de la pareja establecida	<b>Dominio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aleta dorsal, aleta anal y aletas pélvicas completamente erguidas y extendidas.</li> <li>➤ El pez dominante se posiciona frente a su pareja nadando hacia adelante, haciendo que su pareja retroceda y se retire.</li> <li>➤ Comportamiento sumiso.</li> </ul>
	<b>Cortejo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Movimientos de temblores o sacudidas.</li> <li>➤ Acercamientos sutiles.</li> <li>➤ Nado en pareja alrededor del nido.</li> <li>➤ Movimiento de temblor en forma de arco para tocar el área ventral de la pareja.</li> <li>➤ Limpieza interna y externa del nido, de manera sincronizada y posición de cola hacia arriba.</li> </ul>

La figura 20 muestra la secuencia de los diferentes comportamientos exhibidos por el pez *A. frenatus*, durante el desarrollo de la investigación.

**Figura 20. Secuencia de los diferentes comportamientos observados en los ejemplares de pez payaso tomate *A. frenatus***



## 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Estudios enfocados en etología reproductiva de peces de ornato marino son escasos<sup>121</sup>, sin embargo, Watson<sup>122</sup>, menciona que para la recolección de datos y evaluación de comportamiento existen métodos relativamente fáciles de realizar, como grabaciones de video y/o observaciones visuales, para este estudio, el uso de cámaras de video fue indispensable para describir la conducta reproductiva del pez payaso tomate *A. frenatus*, como ha sido reportado para otras especies de peces de interés acuícola como: el lenguado *Solea solea*<sup>123</sup>, peces de arrecife<sup>124</sup>, dorada *Sparus aurata*<sup>125</sup>, damisela azul *Chrysiptera cyanea*<sup>126</sup> y medaka *Oryzias latipes*<sup>127</sup>.

En el presente estudio, el comportamiento reproductivo observado inicia con la participación de dos ejemplares dominantes y dos organismos subordinados determinado por su tamaño corporal; este tipo de conducta es habitual en la especie, tal como lo mencionan Buston y Cant<sup>128</sup>, quienes reportan que dentro de una anémona, hay un solo grupo de peces payaso compuesto de una pareja reproductora dominante y de cero a cuatro peces subordinados sin madurez sexual, adicionalmente, dentro de cada grupo, hay una jerarquía de tamaño único; la hembra es más grande (rango 1), el macho es el segundo (rango 2), y los peces sin madurez sexual se vuelven progresivamente más pequeños (rango 3), de igual forma los ejemplares de pez payaso *A. frenatus*, realizaron la selección de un área específica según su tamaño corporal, mientras que los ejemplares de menor corpulencia, durante el periodo de investigación rezagaron su crecimiento.

Al respecto, es importante mencionar que “el comportamiento reproductivo de la familia *pomacentridae* se subdivide en las siguientes categorías principales: 1) establecimiento del territorio, 2) selección del sitio del nido dentro del territorio, 3) preparación del sitio del nido, 4) cortejo y formación de parejas, 5) desove y fertilización, y 6) cuidado parental”<sup>129</sup> tal como lo menciona el autor Colleye y Parmentier<sup>130</sup>, en este sentido, las observaciones de patrones de comportamiento de formación de pareja del pez *A. frenatus*, coincide con lo descrito por el autor antes mencionado, ya que se logró establecer dos conductas de comportamiento: 1) comportamiento durante el establecimiento de parejas, identificando tres eventos:

---

<sup>121</sup> AMUNDSEN, T. Fishes as models in studies of sexual selection and parental care. En: Journal of Fish Biology. Diciembre, 2003, vol. 63, no. 1, p. 18.

<sup>122</sup> WATSON, Dianne L, *et al.* A comparison of temperate reef fish assemblages recorded by three underwater stereo-video techniques. En: Marine Biology. Agosto, 2005, vol. 148, no. 2, p. 416.

<sup>123</sup> MAS MUÑOZ. Op cit., p. 1393.

<sup>124</sup> PINK y FULTON. Op cit., p. 1103.

<sup>125</sup> IBARRA Y DUNCAN. Op cit., p. 8.

<sup>126</sup> WACKER. Op cit., p. 1331-1342.

<sup>127</sup> YOKOI. Op cit., p. 2.

<sup>128</sup> BUSTON, Peter y CANT, Michael A. A new perspective on size hierarchies in nature: patterns, causes, and consequences. En: Oecologia. Junio, 2006, vol. 149, no. 2, p. 362-363.

<sup>129</sup> *Ibid.*, p. 363.

<sup>130</sup> COLLEYE y PARMENTIER. Op cit., p. 10.

territorialidad, agresión y aislamiento; y 2) comportamiento de la pareja establecida: dominio y cortejo tal como lo mencionan diversas investigaciones.

El análisis del comportamiento reproductivo según Hernández Olalde<sup>131</sup>, da la pauta para comprender el desarrollo gonádico, la edad de la primera madurez sexual y los recursos necesarios que cada especie necesita para llevar a cabo la reproducción, por otra parte, el comportamiento reproductivo reportado para algunos peces de la familia *Pomacentridae*, sigue un patrón general en donde “los machos destinan la mayor parte del tiempo en la preparación, mantenimiento y defensa de sus territorios”<sup>132</sup>, condición indispensable para atraer pareja, sin embargo, Colleye y Parmentier<sup>133</sup>, afirman que en los peces payaso, el macho no necesita exhibir un comportamiento de cortejo típico para atraer a la hembra; el vínculo de pareja está correlacionado por el pequeño tamaño de sus territorios que a su vez, está relacionado con la inusual jerarquía social existente en cada grupo.

## 6.1 COMPORTAMIENTOS DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PAREJAS

Dentro del comportamiento durante la elección de pajaras, se identificaron los organismos que realizaron una selección de un área específica en el tanque y mostraron un comportamiento de territorialidad, posteriormente las interacciones y agresiones de los peces líderes hacia los peces no agresivos de los cuatro tratamientos incrementaron su agresión hacia sus congéneres siendo evidente que existió una jerarquía lineal dependiendo del tamaño corporal de los ejemplares, por lo tanto, a causa de las agresiones, los peces agredidos adoptaron una conducta de aislamiento como medida de protección; estas observaciones están en concordancia con Jones y Ratterman<sup>134</sup>, por cuanto este tipo de conducta es habitual en especies de peces marinos y se entiende como una adaptación evolutiva de los organismos, donde regularmente aspectos como la selección de un territorio y la agresión llegan hacer factores conductuales que se encuentran correlacionados con la teoría de la selección natural de las especies.

Los resultados del presente estudio, donde se realiza la evaluación sobre el efecto de incluir diferentes niveles de lípidos en dietas para pez *A. frenatus*, sobre su comportamiento reproductivo; permite inferir, que los datos obtenidos sugirieron que niveles superiores al 6% de lípidos en la dieta de este pez induce a cambios comportamentales, caracterizados por mayor comportamiento de territorialidad, agresión y dominio hacia sus congéneres y a exhibir un mayor número de cortejos;

---

<sup>131</sup> HERNÁNDEZ OLALDE. Op cit., p. 143.

<sup>132</sup> *Ibíd.*, p. 144.

<sup>133</sup> COLLEYE y PARMENTIER. Op cit., p. 11.

<sup>134</sup> JONES, Adam G y RATTERMAN, Nicholas L. Mate choice and sexual selection: ¿what have we learned since Darwin? En: Proceedings of the National Academy of Sciences. Junio, 2009, vol. 106, no. 1, p. 10001.

lo cual está en concordancia con las investigaciones de Tocher *et al*<sup>135</sup>, quienes mencionan que estudios relacionados con la adición o sustitución de lípidos en dietas han sido reportados para diversas especies de peces, tanto marinos como de agua dulce, y generalmente se han enfocado a evaluar su impacto sobre la organogénesis, crecimiento y fisiología en caso de larvas y juveniles, así como, en temas de comportamiento reproductivo.

## 6.2 COMPORTAMIENTOS DE LAS PAREJAS ESTABLECIDAS

El análisis de los resultados permitió observar que una vez formada la pareja, el pez líder expresó su dominio al mantener su aleta dorsal, aleta anal y aletas pélvicas completamente extendidas, tomando posesión del refugio y comportamientos de superioridad hacia su congénere; por otra parte, el cortejo de las parejas, fue evidente cuando el posible macho adoptó una postura no ofensiva y realizó movimientos de temblores o sacudidas formando un arco con su cuerpo y rozando sutilmente el vientre de la aparente hembra, posteriormente inician la limpieza interna y externa del nido de arriba hacia abajo de manera coordinada; de la misma manera Colleye y Parmentier<sup>136</sup>, afirman que estas señales podrían ser útiles para sincronizar las actividades reproductivas puesto que justo antes de que ocurra el desove, la hembra se une al macho y se vuelve más insistente en las actividades de limpieza del nido, probablemente para transmitir señales visuales sobre su disposición a desovar.

Por su parte, Dingemance *et al*<sup>137</sup> y Schuett *et al*<sup>138</sup>, establecieron que organismos que exhiben comportamientos en términos de dominancia y/o agresión, representan un beneficio mutuo a la pareja en términos de calidad y número de progenie, caso similar a la especie investigada en el presente estudio, donde la pareja establecida en cada tratamiento fue la más dominante, entendiéndose como un emparejamiento selectivo.

Relativo al aspecto reproductivo, etológico y hormonal, según Tocher<sup>139</sup> y Filby *et al*<sup>140</sup>, existen numerosos estudios donde han documentado el impacto que tienen los lípidos y, más aun, cómo los niveles de inclusión de estos impactan la maduración, desarrollo gonadal y éxito reproductivo, ya que los lípidos son

---

<sup>135</sup> TOCHER, *et al*. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. En: *Aquaculture*. Agosto, 2008, vol. 280, p. 22.

<sup>136</sup> *Ibid.*, p. 12.

<sup>137</sup> DINGEMANSE, Niels y RÉALE, Denis. Natural selection and animal personality. En: *Behaviour*. Enero, 2005, vol. 142, no. 9-10, p. 1159-1184.

<sup>138</sup> SCHUETT, Wiebke; TREGENZA, Tom y DALL, Sasha RX. Sexual selection and animal personality. En: *Biological Reviews*. Abril, 2010, vol. 85, no 2, p. 217-246.

<sup>139</sup> TOCHER, Douglas R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. En: *Reviews in fisheries science*. Junio, 2003, vol. 11, no. 2, p. 107-184.

<sup>140</sup> FILBY, Amy L, *et al*. The kisspeptin/gonadotropin-releasing hormone pathway and molecular signaling of puberty in fish. En: *Biology of reproduction*. Febrero, 2008, vol. 78, no 2, p. 279.

precursores de diversas hormonas, como las gonadotropinas que se encargan de diferenciar el sexo e iniciar la maduración sexual de los peces, esto puede explicar los resultados del presente estudio, en el sentido de que un mayor nivel de inclusión de lípidos promovió al pez payaso a formar parejas más rápidamente y que estas realizaran un mayor número de cortejos, en este contexto, se sabe que los lípidos son la principal fuente energética que utilizan los organismos durante la fase de formación de gametos, y esta energía, que se conoce como energía de reserva, es independiente de la energía de conservación utilizada para crecimiento y funcionamiento metabólico.

Adicionalmente, cuando se trata de organismos no-sexados, la calidad y cantidad de lípidos, se vuelve de vital importancia, ya que la presente investigación logró documentar como un miembro de la pareja formada comenzó a crecer más que el otro y a cambiar su color, esto sugiere ser un indicio a la diferenciación y maduración sexual; en este sentido, se puede argumentar que el proceso de cambio físico que mostraron los peces fue posiblemente promovido por una mejor utilización de energía proveída por las dietas con mayores cantidades de lípidos, en contraste con la dieta comercial, como ha sido documentado en otras especies reportadas por Saborido-rey<sup>141</sup>, que se diferencian, cambian o maduran sexualmente por primera ocasión, sin embargo, se sugiere la realización de investigaciones que profundicen dichas hipótesis, enfocadas a analizar muestras de los organismos a nivel bromatológico, hormonal e histológico.

En términos de comportamiento, los resultados demostraron que los peces alimentados con mayores porcentajes de lípidos en su dieta incrementaron su agresión hacia sus congéneres. Adicionalmente, exhibieron una mayor disposición por defender un área específica del tanque donde se encontraban, de manera general Wolf y Weissing<sup>142</sup>, han documentado que los organismos, de una misma población, reaccionan y se comportan diferente entre ellos, lo cual se reconoce como co-existencia estratégica, de igual forma, Houston y McNamara<sup>143</sup>, han establecido que el comportamiento de los individuos está muy relacionado con su estado motivacional, en el cual intervienen factores como: edad, experiencia de vida, tipo de ambiente donde creció y su estatus físico y fisiológico.

Por su parte, Wolf y Weissing<sup>144</sup>, han hipotetizado que la variación individual se encuentra correlacionada a factores estocásticos como época del año, incidencia

---

<sup>141</sup> SABORIDO-REY, Fran. Fish Reproduction. En: Ref. Modul. Earth Syst. Environ. Sci. 2016. p. 2.

<sup>142</sup> WOLF, Max y WEISSING, Franz J. An explanatory framework for adaptive personality differences. Philosophical Transactions of the Royal Society. En: Biological Sciences. Diciembre, 2010, vol. 365, no. 1560, p. 3959.

<sup>143</sup> HOUSTON, Alasdair y MCNAMARA, John. Models of Adaptive Behaviour. En: Cambridge University Press. 1999. Citado por WOLF, Max y WEISSING, Franz J. An explanatory framework for adaptive personality differences. Philosophical Transactions of the Royal Society. En: Biological Sciences. Diciembre, 2010, vol. 365, no. 1560, p. 3959.

<sup>144</sup> WOLF y WEISSING. Op cit., p. 3961.

de depredación y, en última instancia, el estado nutricional, de esta manera, se espera que organismos que adquieran una mayor de alimentos y de óptima calidad nutritiva tendrán ventajas biológicas contra sus congéneres que ingieran alimentos mal balanceados o en menor cantidad; en un escenario de comparación, las ventajas visibles entre organismos bien alimentados contra aquellos que no reciben una alimentación óptima, de acuerdo a Sinervo y Calsbeek<sup>145</sup>, se resume en tres estrategias de respuesta comportamental: competición (enfocado a obtención de recursos), escape (referido a evitar conflicto entre congéneres) y complementación (conocido como emparejamiento de organismos con similar comportamiento y estado fisiológico), con base a la información descrita, se sugiere que las dietas lograron modular e impactar en el comportamiento de los peces payaso en términos de agresión y dominio por las zonas del tanque y hasta la complementación de selección de pareja.

Trabajos similares al presente estudio, fue reportado por Ibarra<sup>146</sup> en el lenguado senegalés (*Solea senegalenses*), donde se observó que proveer dietas con diferente origen lipídico modificó patrones de comportamiento en crías de esta especie, asimismo, Lund, Vilhelm y Winding<sup>147</sup>, reportan que en la lucioperca (*Sander lucioperca*) se observó que agregar ácidos grasos esenciales (AGE) modifico no solo la tolerancia al estrés, sino también, el bienestar fisiológico de los organismos. El etograma o repertorio conductual de una especie, es “el punto de partida de toda investigación de comportamiento y puede entenderse como la generación de un tipo particular de lenguaje”<sup>148</sup>, por lo anteriormente descrito, se sugiere que la variación comportamental del pez payaso, en términos de agresión y dominio de área, según Careau y Garland<sup>149</sup>, se resume al efecto que las dietas, y en especial aquellas con mayor aportación lipídica, que proveyeron de mayor energía a los individuos y esto les permitió establecer jerarquías y dominio sobre sus congéneres más pequeños, que quizás consumieron menor alimento durante el experimento.

---

<sup>145</sup> SINERVO, Barry y CALSBEEK, Ryan. The developmental, physiological, neural, and genetical causes and consequences of frequency-dependent selection in the wild. En: Research Ecology. Diciembre, 2006, vol. 37, p. 581-610.

<sup>146</sup> IBARRA ZATARAIN, Zohar, *et al.* Dietary fatty acid composition significantly influenced the proactive reactive behaviour of Senegalese sole (*Solea senegalenses*) post-larvae. En: Applied animal behaviour science. Octubre, 2015, vol. 171, p. 233-240.

<sup>147</sup> LUND, I; VILHELM, P y WINDING, B. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A Dietary supplementation of essential fatty acids in larval pikeperch (*Sander lucioperca*); short and long term effects on stress tolerance and metabolic physiology. En: Comp. Biochem. Physiol. Agosto, 2012, vol. 162, no. 4, p. 340-348.

<sup>148</sup> LAHITTE; FERRARI y LAZARO. Op cit., p. 130.

<sup>149</sup> CAREAU, Vincent y GARLAND JR, Theodore. Performance, personality, and energetics: correlation, causation, and mechanism. En: Physiological and Biochemical Zoology. 2012, vol. 85, no. 6, p. 543.

## 7. CONCLUSIONES

- Se evidencio que el comportamiento reproductivo de *A. frenatus*, fue estimulado a partir del aporte lipídico de las dietas de los diferentes tratamientos, observando las diferentes actividades que realizaron los organismos, tales como: el establecimiento de parejas: territorialidad, agresión y aislamiento y comportamiento de la pareja formada: dominio y cortejo.
- El tratamiento de 6% de lípidos presentó una menor frecuencia de enfrentamientos para defender un área específica del tanque donde se encontraban (territorialidad), mostrando ser menos agresivos en el establecimiento de parejas y menor número de dominio y cortejos para seleccionar una pareja, respecto a los tratamientos experimentales con mayor inclusión de lípidos.
- Niveles superiores al 6% de lípidos en la dieta de *A. frenatus*, induce a cambios comportamentales caracterizados por mayores agresiones hacia sus congéneres, dominio y selección de parejas y a exhibir un mayor número de cortejos, lo cual fue similar a estudios relacionados con la adición o sustitución de lípidos en dietas para diversas especies de peces, tanto marinos como dulceacuícolas.
- El uso de la dieta con contenido lipídico de 7% promovió al pez payaso a formar parejas más rápidamente y que estas realizaran un mayor número de cortejos, ya que hubo buena aceptación y asimilación de la dieta por los peces y proveyeron de mayor energía a los individuos para establecer jerarquías y dominio sobre sus congéneres.

## 8. RECOMENDACIONES

- El uso de la dieta con contenido lipídico de 7%, puede ser un punto de partida para la formulación de piensos donde se logre cubrir los requerimientos nutricionales de esta especie, optimizando su crecimiento y conductas reproductivas en el sentido de que un mayor nivel de inclusión de lípidos promovió al pez payaso a formar parejas rápidamente y que estas realizaran un mayor número de cortejos.
- Realizar un estudio a nivel bromatológico, hormonal e histológico para poder aseverar los resultados obtenidos de las parejas establecidas en cada uno de los tratamientos.
- Complementar con estudios posteriores, el etograma de las diferentes conductas del pez *A. frenatus*.
- Evaluar y controlar los parámetros físicos químicos del agua, puesto que ello ayudará a prevenir cualquier limitante que podría afectar los comportamientos de los peces objeto de estudio.
- Realizar un perfil de ácidos grasos esenciales (AGE), a las dietas experimentales empleadas en este estudio.
- Extender el tiempo de observación en posteriores investigaciones a los ejemplares para reportar otros comportamientos y aplicar tratamientos con enriquecimientos que puedan mejorar sus condiciones.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

ABDO DE LA PARRA, María Isabel, *et al.* Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos totales en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*. En: Revista de biología marina y oceanografía. Diciembre, 2010, vol. 45, no. 3, p. 433-439.

ALBRECHT, Helen. Reproducción de *Amphiprion sp.* (pez payaso) en cautiverio. Trabajo de grado Medicina Veterinaria. Porto Alegre, Brasil: Universidad Federal de Rio Grande do Sul. Facultad de Medicina Veterinaria, 2010. 7-9 p.

ALTMAN, Jeanne. Observational study of behavior: sampling methods. En: Behaviour. 1974, vol. 49, no. 3-4, p. 227-266. Citado por IBARRA ZATARAIN, Zohar y DUNCAN, Neil. Mating behaviour and gamete release in gilthead seabream (*Sparus aurata*, Linnaeus 1758) held in captivity. En: Spanish Journal of Agricultural Research. 2015, vol. 13, no. 1, p. 8.

ÁLVAREZ GONZÁLEZ, Carlos Alfonso, *et al.* Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, *Paralabrax maculatofasciatus*, fed practical diets. En: Aquaculture. Marzo, 2001, vol. 194, no. 1-2, p. 130-137.

ÁLVAREZ-LAJONCHÈRE, Luis Sergio. Nutrición de reproductores de peces marinos. En: Avances en Nutrición Acuícola. Mazatlán, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. 2006, p. 2-4.

AMUNDSEN, T. Fishes as models in studies of sexual selection and parental care. En: Journal of Fish Biology. Diciembre, 2003, vol. 63, no. 1, p. 18.

BIONDO, Monica. Quantifying the trade in marine ornamental fishes into Switzerland and an estimation of imports from the European Union. En: Global Ecology and Conservation. Julio, 2017, vol. 11, p. 96.

BISSONETTE, J. A. Ecology and social behavior of the Collared Peccary in Big Bend National Park, Texas. En: Scientific Monograph Series. 1982. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

BOLGAN, M; O'BRIEN, J y GAMMELL, M. The behavioural repertoire of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in captivity: a case study for testing ethogram completeness and reducing observer effects. En: Ecology of Freshwater Fish. Enero, 2016, vol. 25 no. 2, p. 319.

BONILLA MÉNDEZ, Jeimmy Rocio y HOYOS CONCHA, José Luis. Métodos de extracción, refinación y concentración de aceite de pescado como fuente de ácidos

grasos omega-3. En: Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Colombia. Septiembre, 2018, vol. 19, no. 3, p. 621.

BONNET, E, *et al.* Effect of photoperiod manipulation on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) egg quality: A genomic study. En: Aquaculture. Agosto, 2007, vol. 268, no. 1-4, p. 14.

BUSTON, Peter y CANT, Michael A. A new perspective on size hierarchies in nature: patterns, causes, and consequences. En: Oecologia. Junio, 2006, vol. 149, no. 2, p. 362-363.

CAHU, Chantal y INFANTE, José Zambonino. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. En: Aquaculture. Agosto, 2001, vol. 200, no. 1-2, p. 161-180.

CARAZO, *et al.* Observaciones del cortejo de lenguado (*Solea senegalenses*, Kaup 1858) salvaje mantenido en cautividad. En: XII Encuentro de la Sociedad Española de Acuicultura. 2009. p. 24-26.

CAREAU, Vincent y GARLAND JR, Theodore. Performance, personality, and energetics: correlation, causation, and mechanism. En: Physiological and Biochemical Zoology. 2012, vol. 85, no. 6, p. 543.

CASTANHEIRA, M, *et al.* Coping styles in farmed fish: consequences for aquaculture. En: Rev Aquac. Marzo, 2017, vol. 9, no. 1, p. 24.

CENITT. Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología. [sitio web]. [Consultado: 11 de agosto de 2021]. Disponible en internet: <<https://cenitt.uan.mx/>>

CID RUIZ, José. Los peces payasos y la dieta inicial de sus larvas. En: Easy reefs. 2014. p. 1.

COLLEYE, O y PARMENTIER, E. Overview on the diversity of sounds produced by clownfishes (pomacentridae): Importance of acoustic signals in their peculiar way of life. En: Open Access freely available online y PLoS one. Noviembre, 2012, vol. 7, no. 11, p.2.

CONTRERAS, Mauricio, *et al.* Comportamiento reproductivo del pez *Opistognathus rosenblatti* (Perciformes: Opistognathidae) en cautiverio. En: Revista de biología tropical. Septiembre, 2012, vol. 60, no. 3, p. 1303.

COUTINHO, *et al.* Dietary protein requirement of sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) juveniles. En: Aquaculture. Agosto, 2012, vol. 356-357, p. 391-397.

DHANEESH, K. V, *et al.* Embryonic development of percula clownfish, *Amphiprion percula* (Lacepede, 1802). En: Middle-east journal of scientific research. 2009, vol. 4, no. 2, p. 88.

DINGEMANSE, Niels y RÉALE, Denis. Natural selection and animal personality. En: Behaviour. Enero, 2005, vol. 142, no. 9-10, p. 1159-1184.

EIBL-EIBESFELDT, Irenaüs. Etología: introducción al estudio comparado del comportamiento. En: comportamiento animal, Etología, Ecología. 1979, vol. 2, no. 2, p. 557-612.

EL AGUA COMO MEDIO DE CULTIVO. Características físicoquímicas [sitio web]. [Consultado: 28 de octubre de 2019]. Disponible en internet: <[http://www.fundame.org/cientificas/pdfs/acuicultura/Acui\\_capitulo3\\_01.pdf](http://www.fundame.org/cientificas/pdfs/acuicultura/Acui_capitulo3_01.pdf)>

ESPIÑOZA, Mario y NIELSEN, Vanessa. Especies comerciales. I. Peces. Ambientes marinos costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José. 2006, p. 87-104.

FAZRIANSYAH PUTRA, Dedi, *et al.* Preliminary studies on morphology and digestive tract development of tomato clownfish, *Amphiprion frenatus* under captive condition. En: Aquaculture, Aquarium, conservation y legislation international journal of the Bioflux society. 2012, vol. 5. p. 30.

FILBY, Amy L, *et al.* The kisspeptin/gonadotropin-releasing hormone pathway and molecular signaling of puberty in fish. En: Biology of reproduction. Febrero, 2008, vol. 78, no 2, p. 279.

FISHBASE. [sitio web]. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en internet: <<https://www.fishbase.se/summary/Amphiprion-frenatus.html>>

FOMBUENA GARCÍA, Eric y FOMBUENA MARCHI, Martin. Reconocer los peces payasos y sus anémonas anfitrión. p. 3.

FRAGOSO MACHADO, Marcia Regina. Caracterización morfológica y bioquímica del sistema digestivo e identificación por isótopos estables de peva y flexa de lubina silvestre en cautiverio. Tesis de doctorado en acuicultura. São Paulo, Brasil: Universidad Estatal de São Paulo. Centro de Acuicultura Unesp. Campus Caunesp Jaboticabal, 2011. 42 p.

GARCÍA PULIDO, Daury, *et al.* Evaluación de un sistema de recirculación y acondicionamiento de agua en truchicultura. En: Revista Scielo, Tecnología y Ciencias del agua. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Abril, 2011, vol. 2, no. 2, p. 83.

GARZÓN VELASCO, Juan Sebastián y ESPINOSA GUTIÉRREZ, Mariana Catalina. Aspectos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce. En: Revista politécnica. Julio, 2019, vol. 15, no. 30, p. 85-86.

GATLIN, III y DELBERT, M. Nutrición de Reproductores y Juveniles de Peces Marinos. En: Avances en Nutrición Acuícola. Noviembre, 2019, p. 77-78.

GHOSH, J; WILSON, R W y KUDOH, T. Normal development of the tomato clownfish *Amphiprion frenatus*: live imaging and in situ hybridization analyses of mesodermal and neurectodermal development. En: Journal of fish biology. Enero, 2009, vol. 75, no. 9, p. 2289-2294.

GORDON, A, *et al.* Effect of feed type and age-at-weaning on growth and survival of clownfish *Amphiprion percula* (*Pomacentridae*). En: Aquarium Sciences and Conservation. Enero, 2000, vol. 2, no. 4, p. 215-226.

GRIER, J y BURK, T. Biology of Animal Behavior. Mosby Year Book, St. Louis, Missouri, 1992. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

HARRÉ, Rom y LAMB, Roger. Diccionario de etología y aprendizaje animal. En: Conducta animal, aprendizaje en animales. 1991. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

HEKIMOGLU, Müge Aliye, *et al.* Effect of supplemented algal carotenoid diets on skin color of tomato clownfish, *Amphiprion frenatus*. En: Pakistan Journal of Zoology. Abril, 2017, vol. 49, no. 2, p. 665.

HENRY, Morgane y FOUNTOULAKI, Eleni. Optimal dietary protein/lipid ratio for improved immune status of a newly cultivated Mediterranean fish species, the shi drum *Umbrina cirrosa*, L. En: Fish and shellfish immunology. Abril, 2014, vol. 37, no. 2, p. 216.

HERNÁNDEZ OLALDE, Liliana. Ecología reproductiva de peces de arrecife rocoso en el suroeste del Golfo de California. Tesis doctoral, Doctorado en ciencias marinas. La Paz Baja California Sur, México: Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 2008. 79-81 p.

HERNÁNDEZ, C; AGUIRRE, G y LÓPEZ, D. Sistemas de producción de acuicultura con recirculación de agua para la región norte, noreste y noroeste de México. En: Revista Mexicana de Agronegocios. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. Julio, 2009, vol. 25, p. 120-121.

HERNÁNDEZ, Ever Edrey y MURGAS, Luis. Sinergia de cambios térmicos y de pH sobre la ontogenia inicial de *P. lineatus*. En: Revista Colombiana de Ciencia Animal. 2013, vol. 6, no. 1, p. 4.

HOUSTON, Alasdair y MCNAMARA, John. Models of Adaptive Behaviour. En: Cambridge University Press. 1999. Citado por WOLF, Max y WEISSING, Franz J. An explanatory framework for adaptive personality differences. Philosophical Transactions of the Royal Society. En: Biological Sciences. Diciembre, 2010, vol. 365, no. 1560, p. 3959.

HUNG, D. P, *et al.* Feed Utilisation Efficiency of Lupin Inclusion in Cobia: Role of Dietary Organic Selenium Supplementation. En: Modern Applied Science. Julio, 2016, vol. 10, no. 10, p. 180-192.

IBARRA ZATARAIN, Zohar y DUNCAN, Neil. Mating behaviour and gamete release in gilthead seabream (*Sparus aurata*, Linnaeus 1758) held in captivity. En: Spanish Journal of Agricultural Research. 2015, vol. 13, no. 1, p. 8.

IBARRA ZATARAIN, Zohar, *et al.* Dietary fatty acid composition significantly influenced the proactive reactive behaviour of Senegalese sole (*Solea senegalenses*) post-larvae. En: Applied animal behaviour science. Octubre, 2015, vol. 171, p. 233-240.

IZQUIERDO, M; FERNÁNDEZ PALACIOS, H y TACON, A. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. En: Aquaculture. Enero, 2001, vol. 197, no. 1-4, p. 27.

JONES, Adam G y RATTERMAN, Nicholas L. Mate choice and sexual selection: ¿what have we learned since Darwin? En: Proceedings of the National Academy of Sciences. Junio, 2009, vol. 106, no. 1, p. 10001.

KAMLER, Ewa. Ontogeny of yolk-feeding fish: an ecological perspective. En: Reviews in Fish Biology and Fisheries. Marzo, 2002, vol. 12, no. 1, p. 81.

LAHITTE, H. B; FERRARI, R y LÁZARO, L. Teoría y Práctica de la descripción en Ciencias del comportamiento. En: Etogramática. 2012. p. 59.

LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

LÓPEZ MACÍAS, Jorge Nelson. Nutrición y Alimentación Piscícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. 2014. p. 53.

LUND, I; VILHELM, P y WINDING, B. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A Dietary supplementation of essential fatty acids in larval pikeperch (*Sander lucioperca*); short and long term effects on stress tolerance and metabolic physiology. En: Comp. Biochem. Physiol. Agosto, 2012, vol. 162, no. 4, p. 340-348.

MADHU, K; GOPAKUMAR, G y SASIDHARAN, C. Breeding, larval rearing and seed production of maroon clown *Premnas biaculeatus* under captive conditions. En: Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension Series. 2006, vol. 190, p. 121-125.

MADHU, Rema; MADHU, K y RETHEESH, T. Life history pathways in false clown *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830: A journey from egg to adult under captive condition. En: Journal of the Marine Biological Association of India. Abril, 2012, vol. 54, no. 1, p. 86.

MADHU, Rema; MADHU, K y RETHEESH, T. Life history pathways in false clown *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830: A journey from egg to adult under captive condition. En: Journal of the Marine Biological Association of India. Abril, 2012, vol. 54, no. 1, p. 77-90.

MAIGUAL, Yemall; SÁNCHEZ, Iván y MATSUMOTO, Tsunao. Desempeño de tanques decantadores de sólidos en un sistema de recirculación para producción de tilapia. En: Revista MVZ Córdoba. Córdoba, Colombia. Septiembre, 2013, vol. 18, no. 2, p. 3494.

MAITRA, S. K; SETH, M y CHATTORAJ, A. Photoperiod, pineal photoreceptors and melatonin as the signal of photoperiod in the regulation of reproduction in fish. En: J Endocrinol Reprod. 2006, vol. 10, no. 2, p. 73.

MARTIN, P y BATESON, P. *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. En: Cambridge University Press. 1986. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

MAS MUÑOZ, Julia, *et al.* Feeding behaviour, swimming activity and boldness explain variation in feed intake and growth of sole (*Solea solea*) reared in captivity. En: PLoS One. Junio, 2011, vol. 6, no. 6, p. 1393.

MAYORGA LEÓN, Sandra Liliana y RAMOS BAQUERO, Anguella Adriana. Observaciones del comportamiento de la raya *Urobatis jamaicensis* (Cuvier, 1816) (Rajiformes: *Urolophidae*) en condiciones de cautiverio acuario Mundo Marino, Santa Marta y Oceanario Islas del Rosario, Cartagena. Trabajo de grado Biólogo Marino, Santa fe de Bogotá, Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 2001. 15 p.

MENESES ROSERO, John Alexander. y PAZ ARGOTY, Mario Fernando. Evaluación de los coeficientes de digestibilidad de dietas elaboradas con 10, 20 y 30% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de pescado en el alevinaje de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhossum*, Vandelli 1829). Trabajo de grado. Ingeniero en producción acuícola. Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Recursos Hidrobiológicos, 2013. 32 p.

MIRABENT, Marian y TOLEDO, Sergio José. Dietas para reproductores de peces con potencial para el cultivo marino en Cuba. En: Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras. Junio, 2018, vol. 35, no. 1, p. 30-31.

MITCHELL, Jeremy. Queue selection and switching by false clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris*. En: Animal Behaviour. Marzo, 2005, vol. 69, no. 3, p. 643-652.

MORENO OVIEDO, Yesenia y MIRANDA, Santos Eduardo. Evaluación del desempeño de un modelo de sistema de recirculación. En: Peces ornamentales en etapa de levante. Universidad Industrial de Santander, Dirección General De Regionalización. 2018. p. 34.

MOYER, Jack y BELL, Lori. Reproductive behavior of the anemonefish *Amphiprion clarkii* at Miyake-jima. En: Revista japonesa de ictiología. Febrero, 1976, vol. 23, no. 1, p. 23-32. Citado por ALBRECHT, Helen. Reproducción de *Amphiprion sp.* (pez payaso) en cautiverio. Trabajo de grado Medicina Veterinaria. Porto Alegre, Brasil: Universidad Federal de Rio Grande do Sul. Facultad de Medicina Veterinaria, 2010. 7-9 p.

OATA. 2019. Ornamental Aquatic Trade Association. Disponible en internet: <<https://ornamentalfish.org/wp-content/uploads/OATA-Annual-Report-2018-2019.pdf>>

OLIVOTTO, Ike, *et al.* Advances in breeding and rearing marine ornamentals. En: Journal of the World Aquaculture Society. Abril, 2011, vol. 42, no. 2, p. 137.  
PEÑA, Emyr. Protocolo de análisis químico proximal. 2001. p. 1-22.

PINK, JR y FULTON, CJ. Right tools for the task: intraspecific modality in the swimming behaviour of coral reef fishes. En: Marine biology. Febrero, 2014, vol. 161, no. 5, p. 1103.

PNUMA. 2019. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en internet: <<https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>>

POLANCO, Elisa; RUESGA, S y POLANCO, J. La acuicultura: biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial. En: Mundi-Prensa. 2000. p. 63-64.

REYNOSO, Fabiola, *et al.* La acuariofilia de especies ornamentales marinas: un mercado de retos y oportunidades. En: latin american journal of aquatic research. Marzo, 2012, vol. 40, no. 1, p. 12.

SABORIDO REY, Fran. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Tesis de doctorado en acuicultura. España: Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC). Universidad de Vigo, 2008. 5 p.

SABORIDO-REY, Fran. Fish Reproduction. En: Ref. Modul. Earth Syst. Environ. Sci. 2016. p. 2.

SALIS, Pauline, *et al.* Ontogenetic and phylogenetic simplification during white stripe evolution in clownfishes. En: BMC biology. Septiembre, 2018, vol. 16, no. 1, p. 1.

SCHUETT, Wiebke; TREGENZA, Tom y DALL, Sasha RX. Sexual selection and animal personality. En: Biological Reviews. Abril, 2010, vol. 85, no 2, p. 217-246.

SCHWEINSBURG, R. E y SOWLS, L. K. Aggressive behavior and related phenomena in the Collared Peccary. En: Zeitschrift für Tierpsychologie. 1972, vol. 30, p. 132-145. Citado por LAHITTE, HB; FERRARI, H y LÁZARO, L. Sobre el etograma 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. En: Revista de Etología. 2002, vol. 4, no. 2, p. 129-141.

SERRANO ARROYO, Daniel. Efecto del color de tanque y de dos dietas enriquecidas, sobre la supervivencia y desarrollo de larvas del falso pez payaso *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830). Trabajo de grado Maestro en ciencias en acuicultura. Veracruz, México: Instituto Tecnológico de Boca de Rio, 2017. 17 p.

SETU, S. K, *et al.* Breeding and rearing of regal damselfish *Neopomacentrus cyanomos* (Bleeker, 1856): the role of green water in larval survival. En: World Journal of Fish and Marine Sciences. 2010, vol. 2, no. 6, p. 552.

SINERVO, Barry y CALSBEEK, Ryan. The developmental, physiological, neural, and genetical causes and consequences of frequency-dependent selection in the wild. En: Research Ecology. Diciembre, 2006, vol. 37, p. 581-610.

SOUZA, Allan; ILARRI, Martina y ROSA, Irecê. Habitat use, feeding and territorial behavior of a Brazilian endemic damselfish *Stegastes rocasensis* (*Actinopterygii: Pomacentridae*). En: Environmental Biology of Fishes. Enero, 2011, vol. 91, no. 2, p. 133-144.

STEVENS, CH, *et al.* Stress and welfare in ornamental fishes: ¿ what can be learned from aquaculture? En: Journal of fish biology. Julio, 2017, vol. 91, no. 2, p. 409-428.

TIMM, J; PLANES, Serge y KOCHZIUS, M. High similarity of genetic population structure in the false clown anemonefish (*Amphiprion ocellaris*) found in microsatellite and mitochondrial control region analysis. En: Conservation genetics. Marzo, 2012, vol. 13, no. 3, p. 696.

TIMMONS, Michael; EBELING, James, y PIEDRAHITA, Raúl. Acuicultura en sistemas de recirculación. Fundación Chile. 2009, p. 67.

TOCHER, Douglas R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. En: Reviews in fisheries science. Junio, 2003, vol. 11, no. 2, p. 107-184.

TOCHER, *et al.* The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. En: Aqualture. Agosto, 2008, vol. 280, p. 22.

UAN. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT. Ubicación geográfica [sitio web]. [Consultado: 11 de agosto de 2021]. Disponible en internet: <<http://www.uan.edu.mx>>

VIVAS DELGADO, José Luís. Comercio internacional de peces ornamentales. Trabajo de Grado en Comercio. España: Universidad de Valladolid. Facultad de comercio, 2019. 9 p.

WACKER, Sebastian, *et al.* Mate choice plasticity in a coral reef fish. En: Behavioral Ecology. Abril, 2016, vol. 27, no. 5, p. 1331.

WATSON, Dianne L, *et al.* A comparison of temperate reef fish assemblages recorded by three underwater stereo-video techniques. En: Marine Biology. Agosto, 2005, vol. 148, no. 2, p. 416.

WCMC. 2019. Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial. Disponible en internet: <<https://www.unep-wcmc.org/>>

WOLF, Max y WEISSING, Franz J. An explanatory framework for adaptive personality differences. Philosophical Transactions of the Royal Society. En: Biological Sciences. Diciembre, 2010, vol. 365, no. 1560, p. 3959.

YASIR, Inayah y QIN, Jian. Embryology and early ontogeny of an anemonefish *Amphiprion ocellaris*. En: Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Julio, 2007, vol. 87, no. 4, p. 1025-1033.

YOKOI, Saori, *et al.* Mate guarding behavior enhances male reproductive success via familiarization with mating partners in medaka fish. En: Frontiers in zoology. Junio, 2016, vol. 13, no. 1, p. 1-10.

# ANEXOS

## 10. ANEXOS

### Anexo A. Formulación dieta experimental con 9% de aceite de pescado

<b>Componentes</b>	<b>%</b>	<b>Proteína</b>	<b>Lípidos</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>
H. pescado	40,6	26	3,25	8,73	2,64
Krill ProAqua	10,7	6	2,95	1,03	0,74
H. Ave prime	7,8	5	1,28	0,92	0,55
H. Cerdo	8,4	5	0,97	1,92	0,48
P. soya	8,15	3	0,08	0,57	4,5
Aceite pescado	<b>0,5</b>		<b>0,47</b>		
Almidón	20,2				20,19
Alginato	2,5				2,5
Premix minerales	0,23			0,23	
Premix vitamínico	0,6				0,6
Vit C.	0,1				0,1
Colina	0,2				0,2
Antioxidante	0,1				0,1
	100	45	9	13,4	32,6

**Anexo B.** Formulación dieta experimental con 12% de aceite de pescado

<b>Componentes</b>	<b>%</b>	<b>Proteína</b>	<b>Lípidos</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>
H. pescado	40,6	26	3,25	8,73	2,64
Krill ProAqua	10,7	6	2,95	1,03	0,74
H. Ave prime	7,8	5	1,28	0,92	0,55
H. Cerdo	8,4	5	0,97	1,92	0,48
P. soya	8,15	3	0,08	0,57	4,5
Aceite pescado	<b>3,5</b>		<b>3,47</b>		
Almidón	17,2				17,19
Alginato	2,5				2,5
Premix minerales	0,23			0,23	
Premix vitamínico	0,6				0,6
Vit C.	0,1				0,1
Colina	0,2				0,2
Antioxidante	0,1				0,1
	100	45	12	13,4	29,6

**Anexo C. Formulación dieta experimental con 15% de aceite de pescado**

<b>Componentes</b>	<b>%</b>	<b>Proteína</b>	<b>Lípidos</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>
H. pescado	40,6	26	3,25	8,73	2,64
Krill ProAqua	10,7	6	2,95	1,03	0,74
H. Ave prime	7,8	5	1,28	0,92	0,55
H. Cerdo	8,4	5	0,97	1,92	0,48
P. soya	8,15	3	0,08	0,57	4,5
Aceite pescado	<b>6,5</b>		<b>6,47</b>		
Almidón	14,2				14,19
Alginato	2,5				2,5
Premix minerales	0,23			0,23	
Premix vitamínico	0,6				0,6
Vit C.	0,1				0,1
Colina	0,2				0,2
Antioxidante	0,1				0,1
	100	45	15	13,4	26,6

**Anexo D.** Resumen de cantidad de materia prima necesario para la formulación de las dietas experimentales g/Kg

Componentes	g/Kg de dieta seca		
	D 45-9	D 45-12	D 45-15
H. pescado	406,2	406,2	406,2
Krill ProAqua	107,2	107,2	107,2
H. Ave prime	77,5	77,5	77,5
H. Cerdo	83,7	83,7	83,7
P. soya	81,5	81,5	81,5
Aceite pescado	4,7	34,7	64,7
Almidón	<b>201,9</b>	<b>171,9</b>	<b>141,9</b>
Alginato	25,0	25,0	25,0
Premix minerales	2,3	2,3	2,3
Premix vitamínico	6,0	6,0	6,0
Vit C.	1,0	1,0	1,0
Colina	2,0	2,0	2,0
Antioxidante	1,0	1,0	1,0
Total gr	1000,0	1000,0	1000,0
kcal/g	4,7	4,9	5,0
KJ/g	19,7	20,4	21,1
Prot/energía	95,5	92,3	89,4

**Anexo E.** Análisis químico proximal de las materias primas utilizadas en la elaboración de las dietas experimentales, aportados por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. CIBNOR, La Paz, México

<b>Materia prima</b>	<b>Proteína cruda (%)</b>	<b>Extracto etéreo (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>ELN (%)</b>	<b>Humedad (%)</b>
Harina de pescado	64,00	8,00	21,50	6,50	10,00
Harina de Krill	56,00	27,50	9,60	6,90	5,90
Harina Ave prime	64,50	16,51	11,92	7,07	2,79
Harina de Cerdo	59,76	11,65	22,89	5,71	5,12
Harina de soya	36,8	0,99	6,95	55,26	9,75

**Anexo F. Resultados Análisis químico proximal de las dietas experimentales**

<b>Tratamientos</b>	<b>% Proteína cruda</b>	<b>% Extracto etéreo</b>	<b>%Humedad</b>	<b>%Ceniza</b>
T <sub>1</sub>	45	<b>7</b>	7,02	12,39
T <sub>2</sub>	45	<b>11</b>	7,00	12,35
T <sub>3</sub>	45	<b>14</b>	6,76	12,90

## Anexo G. Protocolo para determinación análisis químico proximal

### 5.2.1 Humedad

El agua es el constituyente principal presente en la mayoría de alimentos; es considerado un factor de gran importancia. El contenido de humedad indica la estabilidad que presenta un alimento. La determinación exacta de humedad presente en un alimento es difícil, debido a que el agua se encuentra presente en 3 formas: agua ligada, agua parcialmente ligada y agua libre (Hart, 1991). Uno de los métodos más utilizados para la determinación de humedad es el de secado en horno (Figura 1) propuesta por Olvera *et al.* (1993).

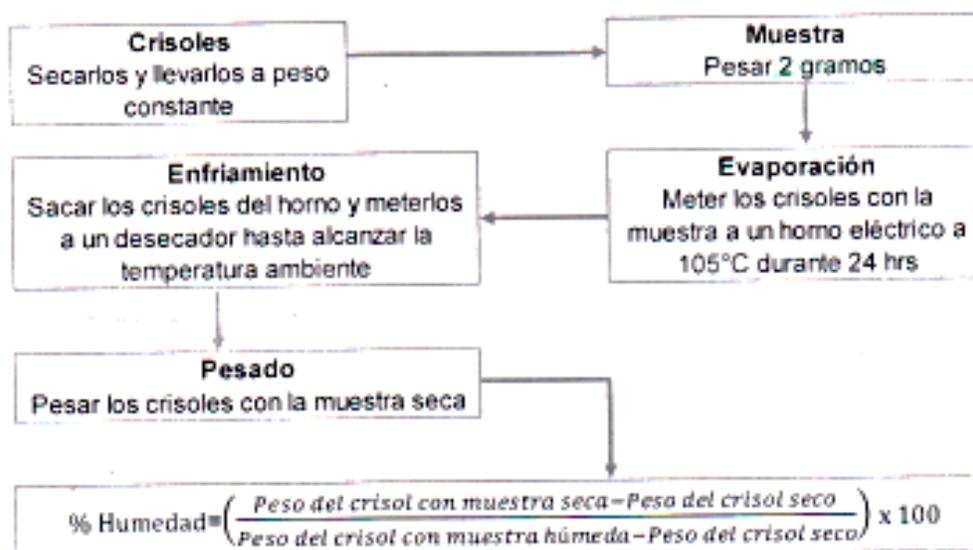
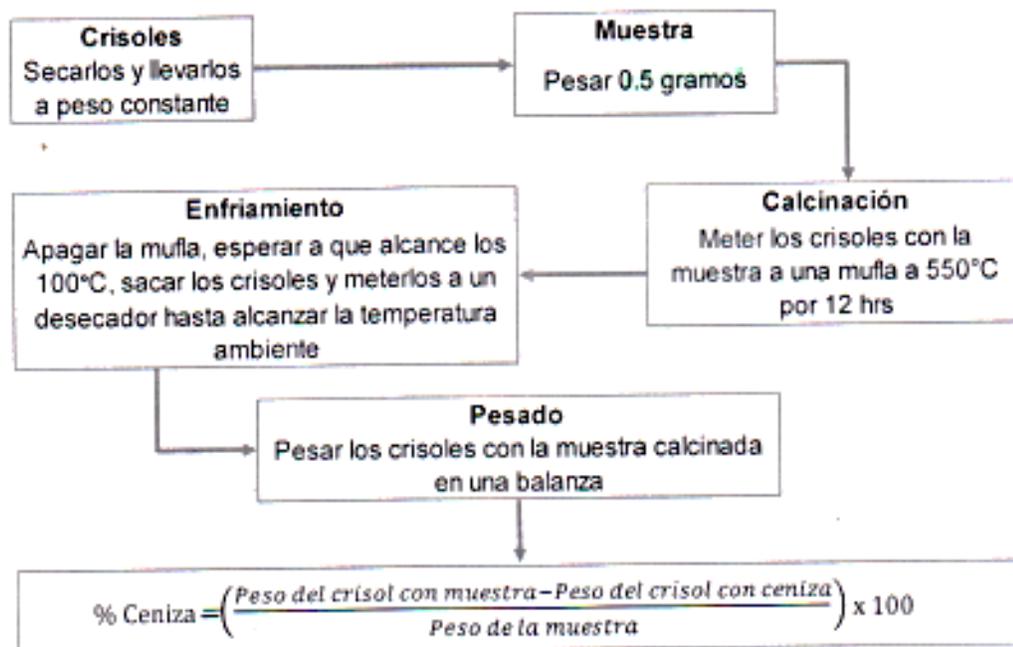


Figura 1. Representación esquemática del proceso para la determinación de humedad (Olvera *et al.*, 1993).

### 5.2.2 Cenizas

Se denomina ceniza a la materia inorgánica (sales minerales) que forma parte constituyente de los alimentos, es decir el conjunto de nutrientes elementales presentes en estos (Kirk *et al.*, 1996). Según Osborne y Mendel (1914) el método que se emplea para determinar el porcentaje de cenizas se basa en la calcinación (Figura 2).

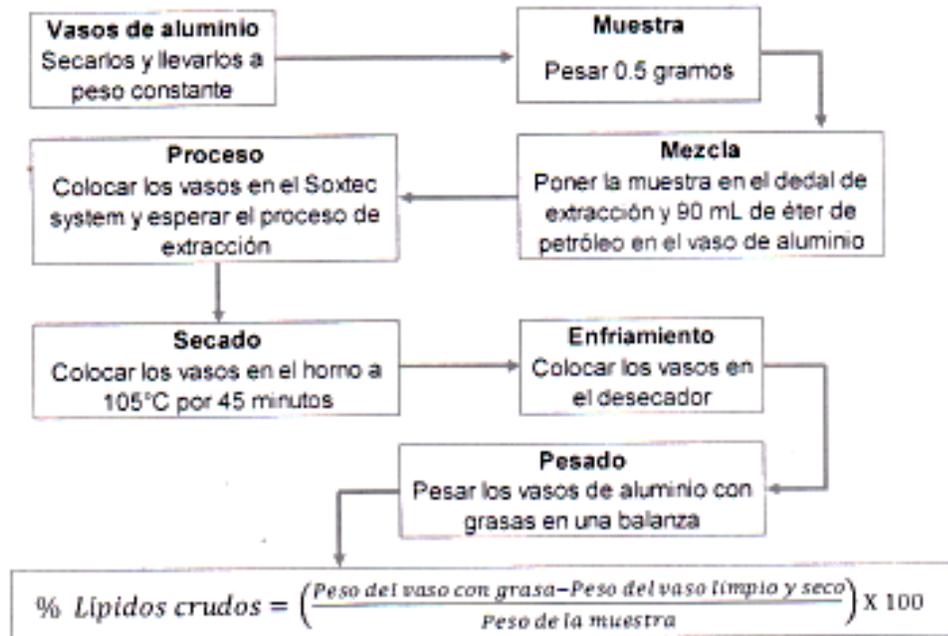


**Figura 2.** Representación esquemática del proceso para la determinación de cenizas (Osborne y Mendel, 1914).

### 5.2.3 Lípidos

Los lípidos son biomoléculas insolubles en agua pero solubles en solventes como el benceno y el éter de petróleo. Se consideran importantes, debido a que cumplen diversas funciones en los organismos vivos, entre ellas, la de reserva energética, estructural y reguladora (Lehninger, 2006).

El análisis de lípidos determina la cantidad de grasa cruda existente en una muestra. Existen diversos métodos: Soxhlet y Randall. El método Soxhlet (Figura 3) se basa en extraer la grasa presente en una muestra con éter de petróleo y evaluar el porcentaje de peso, después que el solvente se haya evaporado. Para el análisis de grasas cruda se utiliza éter de petróleo, aparato de extracción Soxtec System (Foss Tecator), horno a 105 °C, desecador, dedales de extracción y vasos de aluminio (AOAC 2011).



**Figura 3.** Representación esquemática del proceso para la determinación de lípidos mediante el método Soxhlet (AOAC, 2011).

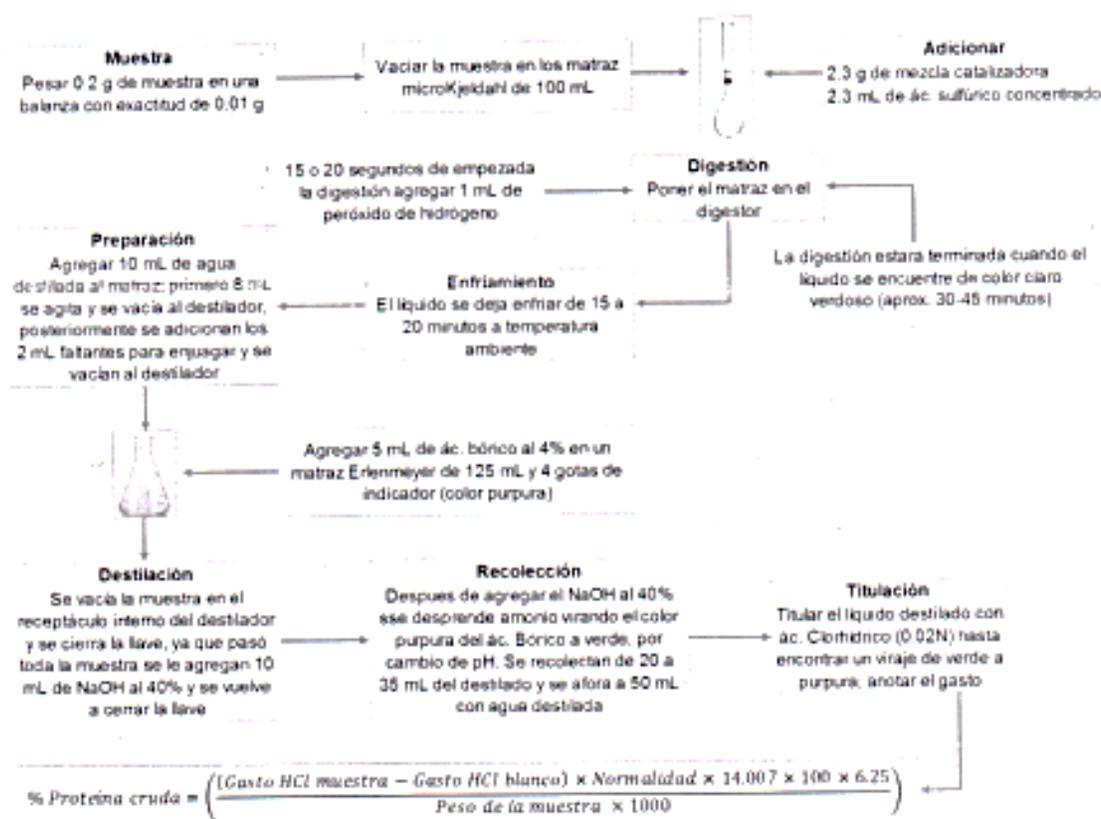
#### 5.2.4 Proteínas

Las proteínas están consideradas como el constituyente más importante de cualquier célula viviente y representan el grupo químico más abundante en el cuerpo de los animales, con excepción del agua (Tacon, 1989). Uno de los elementos fundamentales en las proteínas es el nitrógeno, el cual se encuentra en una proporción que varía dependiendo de la naturaleza de los aminoácidos que componen la proteína (Sosulski, 1990).

El nitrógeno proteico presente en la proteína de productos cárnicos como el pescado es de aproximadamente el 16 % de la proteína, es importante tener en consideración que particularmente en el caso del nitrógeno y productos pesqueros, el contenido de nitrógeno presente proviene de dos grupos de compuestos, por una parte de proteínas y otra parte de un grupo de compuestos denominados nitrogenados no proteicos (Sosulski, 1990). La cantidad de nitrógeno restante es

multiplicado por un factor de 6.25 para dar el porcentaje de proteína neta presente en la muestra.

El método usado para la determinación de proteína es el de Kjeldahl o micro Kjeldahl el cual consta de tres etapas: digestión, destilación y titulación. En la digestión se produce la descomposición del nitrógeno que contienen las muestras orgánicas utilizando una solución de ácido concentrado resultando de esto una solución de sulfato de amonio. En la destilación se libera amoniaco el cual es retenido en ácido bórico, por último se lleva a cabo la etapa de titulación en donde se valora la cantidad de amonio presente en la muestra destilada.



**Figura 4.** Representación esquemática del proceso para la determinación de proteínas mediante el método micro Kjeldahl (AOAC, 2011).

**Anexo H.** Biometría inicial (Peso en g y longitud en cm) de los ejemplares *A. frenatus* en cada tratamiento con su respectiva réplica

Réplicas	Tratamientos							
	T <sub>0</sub> - 6%		T <sub>1</sub> - 7%		T <sub>2</sub> -11%		T <sub>3</sub> - 14%	
	Peso (g)	LT (cm)	Peso (g)	LT (cm)	Peso (g)	LT (cm)	Peso (g)	LT (cm)
R1	4,97	6,3	6,6	6,7	3,5	5,7	4,27	5,8
	2,85	5,1	3,3	5,1	1,97	4,7	2,86	5,4
	2,53	5	3,33	5,7	3,13	5,4	1,91	4,5
	1,83	4,5	2,07	4,6	2,71	5,2	2,54	5
	3,6	5,5	3,2	5,5	4,47	6	3,37	5,6
R2	2,1	4,5	1,4	4	2,75	5	1,77	4,2
	2,55	5	2,25	4,8	2,64	4,8	3,09	5,1
	1,53	4,1	3,53	5,5	1,99	4,7	1,05	4
	3,5	5,6	4,18	6	5,02	6,1	4,01	5,7
R3	2,14	4,4	2,93	5	2,19	4,4	1,99	4,5
	2,33	4,7	2,27	4,5	1,35	3,9	1,95	4,5
	2,46	4,8	2,6	5,1	1,47	4,3	2,01	4,6
<b>Promedio</b>	2,70	4,96	3,14	5,21	2,77	5,02	2,57	4,91
<b>Desviación estándar</b>	0,90	0,58	1,27	0,70	1,08	0,66	0,93	0,59
<b>Coficiente de variación</b>	0,33	0,12	0,40	0,13	0,39	0,13	0,36	0,12

**Anexo I.** Biometría final (Peso en g y longitud total en cm) de los ejemplares *A. frenatus* en cada tratamiento con su respectiva réplica

Réplicas	Tratamientos							
	T <sub>0</sub> - 6%		T <sub>1</sub> - 7%		T <sub>2</sub> -11%		T <sub>3</sub> - 14%	
	Peso (g)	LT (cm)	Peso (g)	LT (cm)	Peso (g)	LT (cm)	Peso (g)	LT (cm)
R1	3,09	5,5	7,67	6,9	3,86	5,3	5,55	6,3
	5,02	6,3	3,37	5,6	4,31	5,8	3,63	5,8
R2	3,76	5,6	2,4	5	4,48	6,2	3,89	5,7
	1,78	4,5	3,62	5,6	3,03	5,5	4,22	5,7
R3	3,6	5,8	3,04	5,3	5,04	6,1	5,75	6,3
	3,22	5,4	4,65	6,1	2,05	4,6	2,83	5,3
<b>Promedio</b>	3,41	5,52	4,13	5,75	3,80	5,58	4,31	5,85
<b>Desviación estándar</b>	0,96	0,54	1,72	0,61	0,99	0,54	1,04	0,35
<b>Coficiente de variación</b>	0,28	0,10	0,42	0,11	0,26	0,10	0,24	0,06

**Anexo J.** Mortalidad y salidas de peces en cada tratamiento con su respectiva réplica

Tratamiento	Tanque	Réplica	Número de peces por réplica	Mortalidad	Número restante de peces por réplica	Salidas	Número restante de peces por réplica
<b>T<sub>0</sub> - 6%</b>	6	R1	4	0	4	2	2
	3	R2	4	2	2	0	2
	9	R3	4	0	4	2	2
			<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>T<sub>1</sub> - 7%</b>	2	R1	4	1	3	1	2
	7	R2	4	1	3	1	2
	12	R3	4	0	4	2	2
			<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>T<sub>2</sub> - 11%</b>	10	R1	4	0	4	1	3
	5	R2	4	1	3	2	1
	1	R3	4	0	4	2	2
			<b>12</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>T<sub>3</sub> - 14%</b>	8	R1	4	1	3	1	2
	11	R2	4	0	4	2	2
	4	R3	4	0	4	2	2
			<b>12</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

**Anexo K.** Formación de parejas durante el periodo de estudio por tratamiento y réplica

Número de días	Tratamientos												Número de peces finales
	T <sub>0</sub> - 6%			T <sub>1</sub> - 7%			T <sub>2</sub> -11%			T <sub>3</sub> - 14%			
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Día 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<b>48</b>
Día 14	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	<b>47</b>
Día 21	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	<b>45</b>
Día 22	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	<b>44</b>
Día 31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	<b>36</b>
Día 37	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	<b>35</b>
Día 39	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	<b>34</b>
Día 42	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>25</b>
Día 64 en adelante	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>24</b>

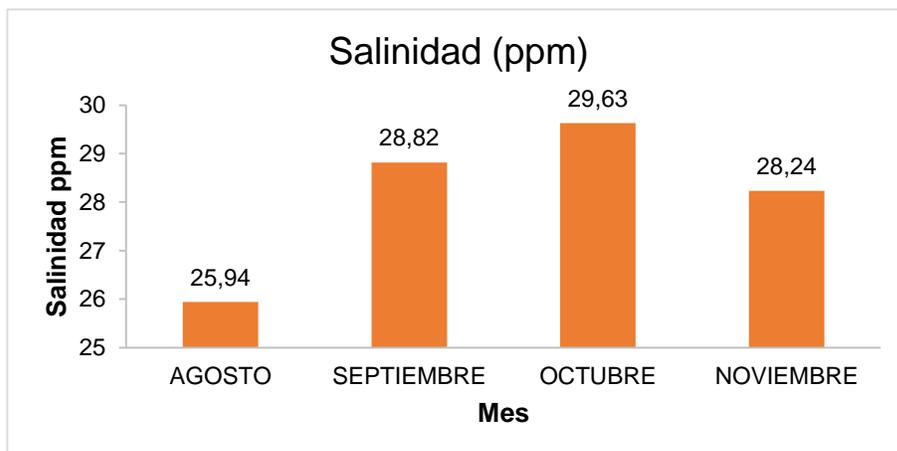
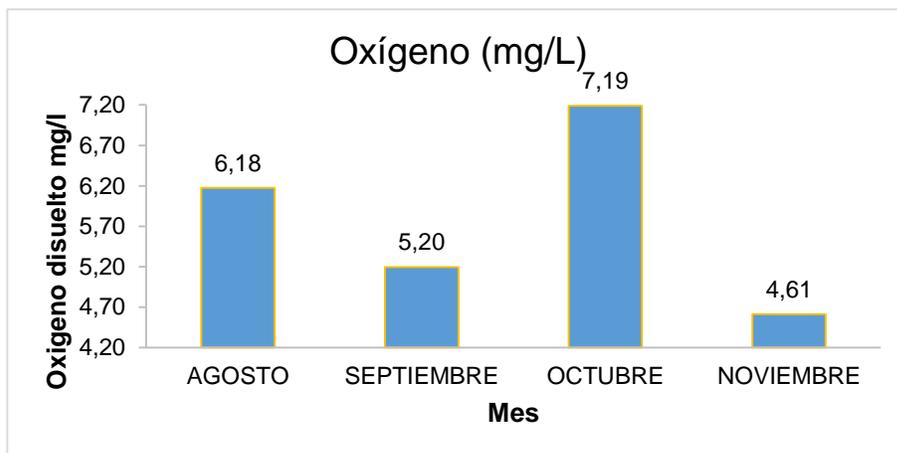
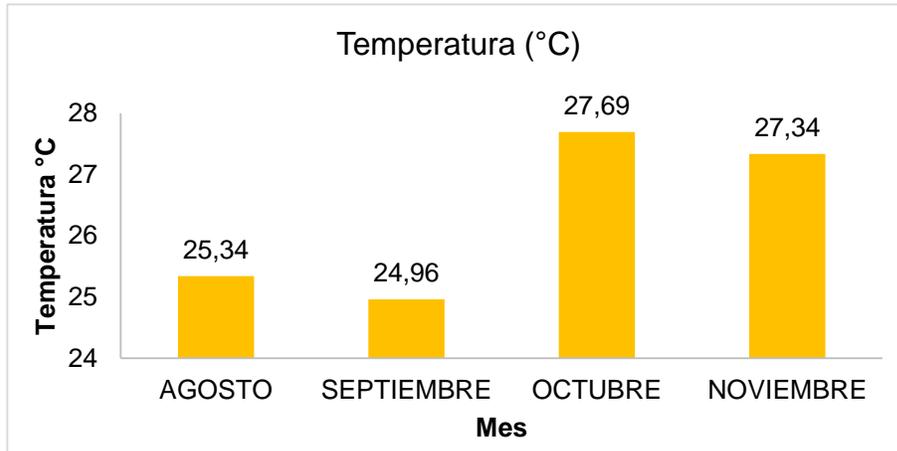
## Anexo L. Registros diarios de parámetros físico químicos del agua

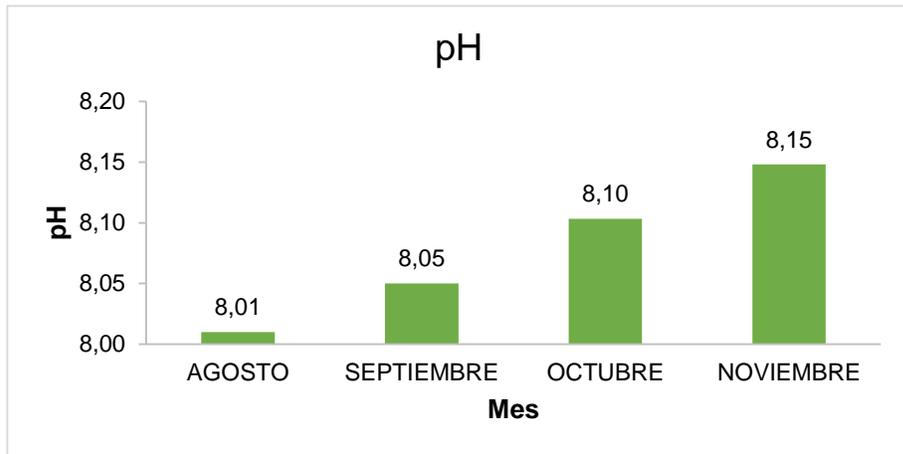
Parámetros fisicoquímicos							
Mes	Temperatura (°C)	Oxígeno (mg/L)	Salinidad (ppm)	pH	Amonio NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Agosto	25,1	6,9	23	7,4	0,25	0	40
	24	6,5	25	7,94	...	...	...
	25,7	6,7	24	7,94	...	...	...
	25,4	6,2	26	8,07	...	...	...
	25,8	5,9	26	8,04	0,25	0	5
	25,9	6,1	26	8,07	...	...	...
	24,5	5,6	26	8,3	...	...	...
	25,5	5,9	26	8,12	0,5	0	0
	25,8	6,5	26	8,23	...	...	...
	25,1	6,7	26	8,04	...	...	...
	25,8	6,4	27	8,01	0,5	0,25	0
	26,5	5,7	27	8	1	1	10
	26,1	4,9	27	8	1	1	20
	25,8	5,8	27	8,01	2	2	40
	24,7	6,6	27	8	1	...	...
	24	6,2	26	8	1	2	160
Septiembre	25,1	6,4	26	8	1	...	...
	25,8	5,5	27	8,2	0,5	5	160
	23,6	5,4	27	8,05	0,25	....	....
	24	5,8	28	8,04	0,25	...	...
	24,2	5,6	28	8,04	...	...	...
	24,8	5,1	28	8,08	0,25	5	160
	25	5,2	29	8,26	0,25	5	160
	25,2	5,1	27	8,26	...	...	...
	25,3	5	28	8,13	...	...	...
	23	5,8	27	7,86	0,25	5	160
	24,8	4,3	28	7,92	...	...	...
	24	4,2	30	7,8	0	5	160
	24,8	4,5	30	7,9	...	...	...
	24	4,4	32	8,1	...	...	...
	23	5,5	29	7,6	...	...	...
	25,2	5,2	29	8,2	...	...	...
Octubre	26,5	6,1	29	8,09	0	0	160
	25,5	5,2	30	8	...	...	...
	25,3	5,2	30	8	...	...	...
	26	5,1	30	8,14	...	...	...
	25,3	5,1	30	8,06	0	0	5
	27,4	5,5	29	8,13	...	...	...
	26,5	5,5	29	8,24	..	...	...
	26,4	5,1	29	8,13	0	0	0
	27,6	5,2	29	8,1	...	...	...
	27,5	5,5	29	8,01	...	...	...
	27,6	5,6	29	7,98	0	0	80
	27,6	5,6	29	7,96	0	0	160
	27,9	5,5	30	8,18	...	...	...
	27,6	5,3	30	8	...	...	...
	27,7	5,4	30	8,09	0	0	160
	29,8	5,6	30	8,12	...	...	...
27,6	5,1	30	8,05	0	0	160	
29,7	5,8	30	8,14	...	...	...	

	29,6	5,1	30	8,26	0	0	80
	28	5,2	30	8,15	...	...	80
	27	5,6	30	8,01	...	...	...
	29,4	5,1	29	8,11	...	...	...
	29,3	5,2	29	8,11	0	0	80
	26,9	5,7	30	8,1	...	...	...
	26,5	5,8	30	8,03	...	...	...
	25,2	6,1	30	8,36	0	0	160
	26,3	5,8	30	8,21	...	...	...
	26,7	5,8	30	8,07	...	...	...
	29,01	5,2	30	8,11	0	0	80
	26,2	5,3	30	8,37	...	...	...
	27,4	5,3	29	8,17	...	...	...
	27,6	5,4	29	8,08	0	0	160
	27,6	5,2	29	7,81	...	...	...
	28	4,9	30	8,08	...	...	...
	27,8	3,5	29	8,02	...	...	...
	27,1	3,8	28	8,06	...	...	...
	27,5	3,6	28	8,18	0	0	80
	27,5	3,5	28	8,06	...	...	...
	27,6	3,6	28	8,02	...	...	...
	28,5	3,3	28	8,01	...	...	...
	28,6	3,2	29	8,06	0	0	0
	25,5	3,5	28	8,27	...	...	...
	26,1	3,6	28	8,12	...	...	...
	28,5	6,1	28	8,32	0	0	160
	28,4	6,1	28	8,37	...	...	...
	27,6	5,6	28	8,29	...	...	...
	27,6	5,6	28	7,89	0	0	40
	26,9	6,3	28	8,25	...	...	...
	26,3	5,5	28	8,16	...	...	...
	26,5	6,4	28	8,24	0	0	0
	26,7	5,2	30	8,2	...	...	...
<b>Promedio</b>	<b>28,41</b>	<b>5,93</b>	<b>28,37</b>	<b>8,08</b>	<b>0,30</b>	<b>1,04</b>	<b>87,74</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>1,59</b>	<b>5,30</b>	<b>1,61</b>	<b>0,15</b>	<b>0,46</b>	<b>1,88</b>	<b>67,80</b>
<b>Coeficiente de variación</b>	<b>0,06</b>	<b>0,89</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>1,54</b>	<b>1,80</b>	<b>0,77</b>

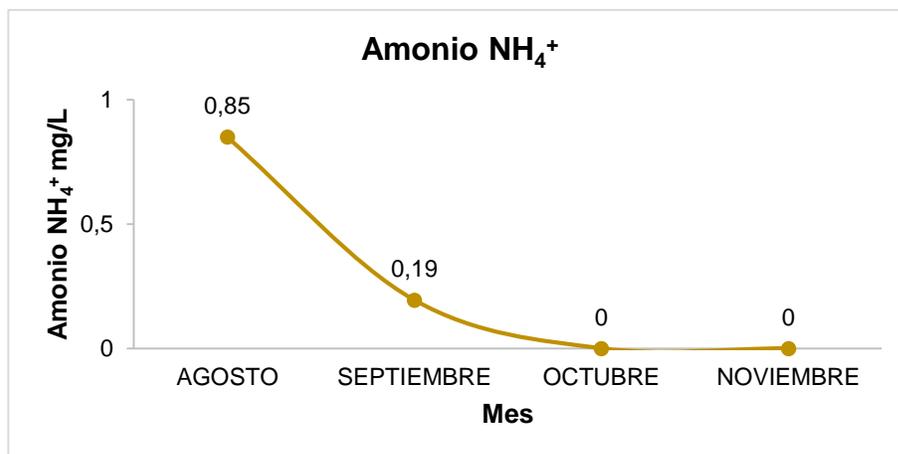
Noviembre

**Anexo M.** Comportamiento promedio por mes durante el periodo de estudio de los parámetros físico químicos del agua





**Anexo N.** Variación promedio de los nitritos, nitratos y amonio durante el periodo de estudio



**Anexo O.** Número de observaciones de los comportamientos del establecimiento de parejas en cada tratamiento con su respectiva réplica

Tratamientos	Número de organismos	Réplicas	Número de veces que se repite cada comportamiento		
			Territorialidad	Agresión	Aislamiento
T <sub>0</sub> - 6%	4	R1	4	6	3
		R2	6	9	7
		R3	3	4	4
	3	R1	6	9	4
		R2	0	0	1
		R3	0	0	1
T <sub>1</sub> - 7%	4	R1	6	11	9
		R2	2	6	5
		R3	5	6	6
	3	R1	18	11	12
		R2	13	16	15
		R3	9	9	8
T <sub>2</sub> - 11%	4	R1	10	9	6
		R2	8	14	4
		R3	3	3	9
	3	R1	16	17	10
		R2	19	14	9
		R3	11	10	13
T <sub>3</sub> - 14%	4	R1	9	7	5
		R2	5	11	8
		R3	5	8	4
	3	R1	12	10	7
		R2	15	17	16
		R3	18	15	11
<b>Promedio</b>			8,46	9,25	7,38
<b>Desviación estándar</b>			5,73	4,80	4,04
<b>Coficiente de variación</b>			0,68	0,52	0,55

**Anexo P.** Número de enfrentamientos del comportamiento de territorialidad en cada tratamiento con su respectiva réplica

Número de organismos	Réplicas	Tratamientos			
		T <sub>0</sub> = 6%	T <sub>1</sub> = 7%	T <sub>2</sub> = 11%	T <sub>3</sub> = 14%
4 Peces	R1	4	6	10	9
	R2	6	2	8	5
	R3	3	5	3	5
3 Peces	R1	6	18	16	12
	R2	0	13	19	15
	R3	0	9	11	18
<b>Total</b>		19	53	67	64
<b>Promedio</b>		3,17	8,83	11,17	10,67
<b>Desviación Estándar</b>		2,71	5,85	5,71	5,32
<b>Coficiente de variación</b>		0,86	0,66	0,51	0,50

**Anexo Q.** Pruebas estadísticas  $T_0$  frente a  $T_1$ ;  $T_2$  y  $T_3$  en el comportamiento de territorialidad

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_1$  en el comportamiento de territorialidad

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
$T_0$ - 6%	6	3,00	2,530	1,033					
$T_1$ - 7%	6	7,83	4,262	1,740					

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2,664	0,134	-2,389	10	0,038	-4,833	2,023	-9,342	-0,325
No se asumen varianzas iguales			-2,389	8,134	0,043	-4,833	2,023	-9,486	-0,181

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_2$  en el comportamiento de territorialidad

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
$T_0$ - 6%	6	3,00	2,530	1,033					
$T_2$ - 11%	6	13,50	3,391	1,384					

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,584	0,462	-6,079	10	0,000	-10,500	1,727	-14,349	-6,651

No se asumen varianzas iguales	-6,079	9,249	0,000	-10,500	1,727	-14,391	-6,609
--------------------------------	--------	-------	-------	---------	-------	---------	--------

➤ Pruebas estadísticas T<sub>0</sub> contra T<sub>3</sub> en el comportamiento de territorialidad

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
T <sub>0</sub> - 6%	6	3,00	2,530	1,033
T <sub>3</sub> - 14%	6	10,17	4,579	1,869

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	4,088	0,071	-3,356	10	0,007	-7,167	2,136	-11,925	-2,408
No se asumen varianzas iguales			-3,356	7,792	0,010	-7,167	2,136	-12,114	-2,219

**Anexo R.** Pruebas estadísticas T<sub>1</sub> frente a T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> en el comportamiento de territorialidad

➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>2</sub> en el comportamiento de territorialidad

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
T <sub>1</sub> - 7%	6	7,83	4,262	1,740					
T <sub>2</sub> - 11%	6	13,50	3,391	1,384					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior		
Se asumen varianzas iguales	0,648	0,440	-2,548	10	0,029	-5,667	2,224	-10,621	-0,712
			-2,548	9,519	0,030	-5,667	2,224	-10,655	-0,678

➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>3</sub> en el comportamiento de territorialidad

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
T <sub>1</sub> - 7%	6	7,83	4,262	1,740					
T <sub>3</sub> - 14%	6	10,17	4,579	1,869					

Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior		
Se asumen varianzas iguales	0,098	0,761	-0,914	10	0,382	-2,333	2,554	-8,024	3,357
			-0,914	9,949	0,383	-2,333	2,554	-8,028	3,361

---

varianzas  
iguales

---

**Anexo S. Pruebas estadísticas T<sub>2</sub> frente a T<sub>3</sub> en el comportamiento de territorialidad**

<b>Estadísticas de grupo</b>									
<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Desv. Error promedio</b>					
T <sub>2</sub> - 11%	6	13,50	3,391	1,384					
T <sub>3</sub> - 14%	6	10,17	4,579	1,869					

<b>Prueba de muestras independientes</b>									
	<b>Prueba de Levene de igualdad de varianzas</b>		<b>prueba t para la igualdad de medias</b>					<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>	
	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>	<b>Diferencia de medias</b>	<b>Diferencia de error estándar</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
Se asumen varianzas iguales	1,296	0,281	1,433	10	0,182	3,333	2,326	-1,850	8,516
No se asumen varianzas iguales			1,433	9,216	0,185	3,333	2,326	-1,910	8,577

**Anexo T.** Número de veces que se repite el comportamiento de agresión en cada tratamiento con su respectiva réplica

Número de organismos	Réplicas	Tratamientos			
		T <sub>0</sub> = 6%	T <sub>1</sub> = 7%	T <sub>2</sub> = 11%	T <sub>3</sub> = 14%
4 Peces	R1	6	11	9	7
	R2	9	6	14	11
	R3	4	6	3	8
3 Peces	R1	9	11	17	10
	R2	0	16	14	17
	R3	0	9	10	15
<b>Total</b>		28	59	67	68
<b>Promedio</b>		4,67	9,83	11,17	11,33
<b>Desviación estándar</b>		4,08	3,76	4,96	3,93
<b>Coficiente de variación</b>		0,86	0,66	0,51	0,50

**Anexo U.** Pruebas estadísticas  $T_0$  frente a  $T_1$ ;  $T_2$  y  $T_3$  en el comportamiento de agresión

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_1$  en el comportamiento de agresión

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
$T_0$ - 6%	6	4,67	4,082	1,667					
$T_1$ - 7%	6	9,83	3,764	1,537					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,191	0,672	-2,279	10	0,046	-5,167	2,267	-10,218	-0,116
No se asumen varianzas iguales			-2,279	9,935	0,046	-5,167	2,267	-10,222	-0,111

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_2$  en el comportamiento de agresión

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
$T_0$ - 6%	6	4,67	4,082	1,667					
$T_2$ - 11%	6	11,17	4,956	2,023					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,146	0,710	-2,480	10	0,033	-6,500	2,621	-12,341	-0,659

No se asumen varianzas iguales	-2,480	9,646	0,033	-6,500	2,621	-12,370	-0,630
--------------------------------	--------	-------	-------	--------	-------	---------	--------

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_3$  en el comportamiento de agresión

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
$T_0$ - 6%	6	4,67	4,082	1,667
$T_3$ - 14%	6	11,33	3,933	1,606

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,041	0,843	-2,881	10	0,016	-6,667	2,314	-11,823	-1,510
No se asumen varianzas iguales			-2,881	9,986	0,016	-6,667	2,314	-11,824	-1,509

## Anexo V. Pruebas estadísticas T<sub>1</sub> frente a T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> en el comportamiento de agresión

### ➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>2</sub> en el comportamiento de agresión

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
T <sub>1</sub> - 7%	6	9,83	3,764	1,537					
T <sub>2</sub> - 11%	6	11,17	4,956	2,023					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,523	0,486	-0,525	10	0,611	-1,333	2,541	-6,995	4,328
No se asumen varianzas iguales			-0,525	9,328	0,612	-1,333	2,541	-7,050	4,384

### ➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>3</sub> en el comportamiento de agresión

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
T <sub>1</sub> - 7%	6	9,83	3,764	1,537					
T <sub>3</sub> - 14%	6	11,33	3,933	1,606					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,055	0,819	-0,675	10	0,515	-1,500	2,222	-6,452	3,452
No se asumen varianzas iguales			-0,675	9,981	0,515	-1,500	2,222	-6,453	3,453

---

varianzas  
iguales

---

**Anexo W.** Prueba estadística T<sub>2</sub> frente a T<sub>3</sub> en el comportamiento de agresión

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
T <sub>2</sub> - 11%	6	11,17	4,956	2,023
T <sub>3</sub> - 14%	6	11,33	3,933	1,606

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,290	0,602	-0,065	10	0,950	-0,167	2,583	-5,922	5,589
No se asumen varianzas iguales			-0,065	9,509	0,950	-0,167	2,583	-5,963	5,629

**Anexo X.** Número de enfrentamientos del comportamiento de aislamiento en cada tratamiento con su respectiva réplica

Número de organismos	Réplicas	Tratamientos			
		T <sub>0</sub> = 6%	T <sub>1</sub> = 7%	T <sub>2</sub> = 11%	T <sub>3</sub> = 14%
4 Peces	R1	3	9	6	5
	R2	7	5	4	8
	R3	4	6	9	4
3 Peces	R1	4	12	10	7
	R2	1	15	9	16
	R3	1	8	13	11
<b>Total</b>		20	55	51	51
<b>Promedio</b>		3,33	9,17	8,50	8,50
<b>Desviación estándar</b>		2,25	3,76	3,15	4,42
<b>Coficiente de variación</b>		0,68	0,41	0,37	0,52

**Anexo Y.** Pruebas estadísticas  $T_0$  frente a  $T_1$ ;  $T_2$  y  $T_3$  en el comportamiento de aislamiento

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_1$  en el comportamiento de aislamiento

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
$T_0$ - 6%	6	3,33	2,251	0,919					
$T_1$ - 7%	6	9,17	3,764	1,537					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior		
Se asumen varianzas iguales	1,523	0,245	-3,258	10	0,009	-5,833	1,790	-9,823	-1,844
No se asumen varianzas iguales			-3,258	8,171	0,011	-5,833	1,790	-9,947	-1,720

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_2$  en el comportamiento de aislamiento

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
$T_0$ - 6%	6	3,33	2,251	0,919					
$T_2$ - 11%	6	8,50	3,146	1,285					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior		
Se asumen varianzas iguales	0,523	0,486	-3,271	10	0,008	-5,167	1,579	-8,686	-1,648

No se asumen varianzas iguales	-3,271	9,056	0,010	-5,167	1,579	-8,736	-1,597
---	--------	-------	-------	--------	-------	--------	--------

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_3$  en el comportamiento de aislamiento

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
$T_0$ - 6%	6	3,33	2,251	0,919
$T_3$ - 14%	6	8,50	4,416	1,803

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2,110	0,177	-2,553	10	0,029	-5,167	2,023	-9,675	-0,658
No se asumen varianzas iguales			-2,553	7,434	0,036	-5,167	2,023	-9,895	-0,438

**Anexo Z.** Pruebas estadísticas T<sub>1</sub> frente a T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> en el comportamiento de aislamiento

➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>2</sub> en el comportamiento de aislamiento

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
T <sub>1</sub> - 7%	6	9,17	3,764	1,537					
T <sub>2</sub> - 11%	6	8,50	3,146	1,285					

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,246	0,630	0,333	10	0,746	0,667	2,003	-3,796	5,129
No se asumen varianzas iguales			0,333	9,695	0,746	0,667	2,003	-3,815	5,148

➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>3</sub> en el comportamiento de aislamiento

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
T <sub>1</sub> - 7%	6	9,17	3,764	1,537					
T <sub>3</sub> - 14%	6	8,50	4,416	1,803					

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,115	0,742	0,281	10	0,784	0,667	2,369	-4,611	5,945

---

No se asumen varianzas iguales	0,281	9,755	0,784	0,667	2,369	-4,629	5,963
---	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------

---

**Anexo AA.** Pruebas estadísticas T<sub>2</sub> frente a T<sub>3</sub> en el comportamiento de aislamiento

<b>Estadísticas de grupo</b>									
<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Desv. Error promedio</b>					
T <sub>2</sub> - 11%	6	8,50	3,146	1,285					
T <sub>3</sub> - 14%	6	8,50	4,416	1,803					

<b>Prueba de muestras independientes</b>									
	<b>Prueba de Levene de igualdad de varianzas</b>		<b>prueba t para la igualdad de medias</b>					<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>	
	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>	<b>Diferencia de medias</b>	<b>Diferencia de error estándar</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
Se asumen varianzas iguales	0,629	0,446	0,000	10	1,000	0,000	2,214	-4,932	4,932
No se asumen varianzas iguales			0,000	9,037	1,000	0,000	2,214	-5,004	5,004

**Anexo BB.** Número de enfrentamientos del comportamiento de dominio en cada tratamiento con su respectiva réplica

Número de organismos	Réplicas	Tratamientos			
		T <sub>0</sub> = 6%	T <sub>1</sub> = 7%	T <sub>2</sub> = 11%	T <sub>3</sub> = 14%
2	R1	19	25	37	45
	R2	34	34	42	39
	R3	12	21	28	33
	R1	26	19	31	27
	R2	12	23	25	22
	R3	10	38	32	28
	R1	17	22	26	16
	R2	25	32	22	9
	R3	11	27	15	13
<b>Total</b>		20	55	51	51
<b>Promedio</b>		18,44	26,78	28,67	25,78
<b>Desviación estándar</b>		8,32	6,51	8,03	12,03
<b>Coficiente de variación</b>		0,45	0,24	0,28	0,47

**Anexo CC.** Pruebas estadísticas  $T_0$  frente a  $T_1$ ;  $T_2$  y  $T_3$  en el comportamiento de domino

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_1$  en el comportamiento de dominio

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
$T_0$ - 6%	9	16,78	5,449	1,816					
$T_1$ - 7%	9	26,33	2,784	0,928					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2,910	0,107	-4,685	16	0,000	-9,556	2,040	-13,880	-5,232
No se asumen varianzas iguales			-4,685	11,910	0,001	-9,556	2,040	-14,003	-5,108

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_2$  en el comportamiento de dominio

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
$T_0$ - 6%	9	16,78	5,449	1,816					
$T_2$ - 11%	9	31,56	5,270	1,757					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,027	0,871	-5,848	16	0,000	-14,778	2,527	-20,135	-9,421

No se asumen varianzas iguales	-5,848	15,982	0,000	-14,778	2,527	-20,135	-9,420
---	--------	--------	-------	---------	-------	---------	--------

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_3$  en el comportamiento de dominio

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
$T_0$ - 6%	9	16,78	5,449	1,816
$T_3$ - 14%	9	24,33	9,566	3,189

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	4,825	0,043	-2,059	16	0,056	-7,556	3,670	-15,335	0,224
No se asumen varianzas iguales			-2,059	12,698	0,061	-7,556	3,670	-15,502	0,391

**Anexo DD.** Pruebas estadísticas T<sub>1</sub> frente a T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> en el comportamiento de dominio

➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>2</sub> en el comportamiento de dominio

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
T <sub>1</sub> - 7%	9	26,33	2,784	0,928
T <sub>2</sub> - 11%	9	31,56	5,270	1,757

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2,166	0,161	-2,628	16	0,018	-5,222	1,987	-9,434	-1,010
No se asumen varianzas iguales			-2,628	12,142	0,022	-5,222	1,987	-9,546	-0,899

➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>3</sub> en el comportamiento de dominio

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
T <sub>1</sub> - 7%	9	26,33	2,784	0,928
T <sub>3</sub> - 14%	9	24,33	9,566	3,189

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	15,141	0,001	0,602	16	0,555	2,000	3,321	-5,040	9,040

---

No se asumen varianzas iguales	0,602	9,346	0,561	2,000	3,321	-5,470	9,470
---	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------

---

**Anexo EE.** Pruebas estadísticas T<sub>2</sub> frente a T<sub>3</sub> en el comportamiento de dominio

➤ Prueba estadística T<sub>2</sub> contra T<sub>3</sub> en el comportamiento de dominio

<b>Estadísticas de grupo</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Desv. Error promedio</b>
T <sub>2</sub> - 11%	9	31,56	5,270	1,757
T <sub>3</sub> - 14%	9	24,33	9,566	3,189

<b>Prueba de muestras independientes</b>									
	<b>Prueba de Levene de igualdad de varianzas</b>		<b>prueba t para la igualdad de medias</b>						
	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>	<b>Diferencia de medias</b>	<b>Diferencia de error estándar</b>	<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>	
								<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
Se asumen varianzas iguales	5,392	0,034	1,984	16	0,065	7,222	3,640	-0,495	14,940
No se asumen varianzas iguales			1,984	12,447	0,070	7,222	3,640	-0,678	15,123

**Anexo FF.** Número de enfrentamientos del comportamiento de cortejos en cada tratamiento con su respectiva réplica

Número de organismos	Réplicas	Tratamientos			
		T <sub>0</sub> = 6%	T <sub>1</sub> = 7%	T <sub>2</sub> = 11%	T <sub>3</sub> = 14%
2	R1	23	41	32	27
	R2	34	32	24	22
	R3	17	36	33	29
	R1	31	34	23	11
	R2	13	24	19	20
	R3	11	46	23	15
<b>Total</b>		129	213	154	124
<b>Promedio</b>		21,50	35,50	25,67	20,67
<b>Desviación estándar</b>		9,50	7,58	5,57	6,89
<b>Coficiente de variación</b>		0,44	0,21	0,22	0,33

**Anexo GG.** Pruebas estadísticas  $T_0$  frente a  $T_1$ ;  $T_2$  y  $T_3$  en el comportamiento de cortejo

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_1$  en el comportamiento de cortejo

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
$T_0$ - 6%	6	18,17	5,307	2,167
$T_1$ - 7%	6	25,33	5,391	2,201

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,025	0,879	-2,320	10	0,043	-7,167	3,089	-14,048	-0,285
No se asumen varianzas iguales			-2,320	9,998	0,043	-7,167	3,089	-14,049	-0,285

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_2$  en el comportamiento de cortejo

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
$T_0$ - 6%	6	18,17	5,307	2,167
$T_2$ - 11%	6	34,67	8,140	3,323

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,917	0,361	-4,159	10	0,002	-16,500	3,967	-25,340	-7,660

No se asumen varianzas iguales	-4,159	8,600	0,003	-16,500	3,967	-25,539	-7,461
---	--------	-------	-------	---------	-------	---------	--------

➤ Prueba estadística  $T_0$  contra  $T_3$  en el comportamiento de cortejo

Estadísticas de grupo				
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
$T_0$ - 6%	6	18,17	5,307	2,167
$T_3$ - 14%	6	23,50	6,775	2,766

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,150	0,706	-1,518	10	0,160	-5,333	3,513	-13,162	2,495
No se asumen varianzas iguales			-1,518	9,458	0,162	-5,333	3,513	-13,223	2,556

## Anexo HH. Pruebas estadísticas T<sub>1</sub> frente a T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> el comportamiento de cortejo

### ➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>2</sub> en el comportamiento de cortejo

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
T <sub>1</sub> - 7%	6	25,33	5,391	2,201					
T <sub>2</sub> - 11%	6	34,67	8,140	3,323					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,791	0,395	-2,341	10	0,041	-9,333	3,986	-18,215	-0,452
No se asumen varianzas iguales			-2,341	8,679	0,045	-9,333	3,986	-18,402	-0,265

### ➤ Prueba estadística T<sub>1</sub> contra T<sub>3</sub> en el comportamiento de cortejo

Estadísticas de grupo									
Tratamientos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
T <sub>1</sub> - 7%	6	25,33	5,391	2,201					
T <sub>3</sub> - 14%	6	23,50	6,775	2,766					

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,089	0,771	0,519	10	0,615	1,833	3,535	-6,043	9,709
No se asumen varianzas iguales			0,519	9,520	0,616	1,833	3,535	-6,097	9,763

---

varianzas  
iguales

---

**Anexo II. Pruebas estadísticas T<sub>2</sub> lípidos frente a T<sub>3</sub> en el comportamiento de cortejo**

<b>Estadísticas de grupo</b>									
<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Desv. Error promedio</b>					
T <sub>2</sub> - 11%	6	34,67	8,140	3,323					
T <sub>3</sub> - 14%	6	23,50	6,775	2,766					

<b>Prueba de muestras independientes</b>									
	<b>Prueba de Levene de igualdad de varianzas</b>		<b>prueba t para la igualdad de medias</b>					<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>	
	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>	<b>Diferencia de medias</b>	<b>Diferencia de error estándar</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
Se asumen varianzas iguales	0,255	0,624	2,583	10	0,027	11,167	4,324	1,533	20,800
No se asumen varianzas iguales			2,583	9,681	0,028	11,167	4,324	1,490	20,844