



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Reproducción del pez Betta splendens. Regan 1910 mediante el control de temperatura y alimento vivo para la obtención de machos**

**FIGUEROA MUÑOZ GERMAN ALBERTO  
INGENIERO ACUICOLA**

**GAVILANES PALADINES ANTHONY REYNALDO  
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Reproducción del pez Betta splendens. Regan 1910 mediante el control de temperatura y alimento vivo para la obtención de machos**

**FIGUEROA MUÑOZ GERMAN ALBERTO  
INGENIERO ACUICOLA**

**GAVILANES PALADINES ANTHONY REYNALDO  
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Reproducción del pez Betta splendens. Regan 1910 mediante el control de temperatura y alimento vivo para la obtención de machos**

**FIGUEROA MUÑOZ GERMAN ALBERTO  
INGENIERO ACUICOLA**

**GAVILANES PALADINES ANTHONY REYNALDO  
INGENIERO ACUICOLA**

**CUN JARAMILLO MILTON LUIS**

**MACHALA  
2022**

# intento two

*por* Anthony Gavilanes Paladines

---

**Fecha de entrega:** 07-mar-2023 08:41p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2031655774

**Nombre del archivo:** Intento\_one.docx (1.54M)

**Total de palabras:** 9266

**Total de caracteres:** 48449

# intento two

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1	1library.co	Fuente de Internet	1%
2	www.researchgate.net	Fuente de Internet	<1%
3	docplayer.es	Fuente de Internet	<1%
4	zagan.unizar.es	Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE	Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.unsch.edu.pe	Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ug.edu.ec	Fuente de Internet	<1%
8	abc.museucienciasjournals.cat	Fuente de Internet	<1%
9	dspace.casagrande.edu.ec:8080	Fuente de Internet	

<1 %

10

repositorio.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

ciencia.lasalle.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

12

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD

Trabajo del estudiante

<1 %

13

Alex Olivera D, Emilio Aranda I, Jesus Ramos J, Luis Vargas V, Juan Zaldivar C, German Mendoza M. "Evaluation of the nutritive value of sugarcane residues inoculated with fungus Fomes sp", Revista MVZ Córdoba, 2014

Publicación

<1 %

14

Submitted to Universidad Internacional de la Rioja

Trabajo del estudiante

<1 %

15

Raquel Monge Ortiz. "Efecto de la sustitución de la harina y el aceite de pescado por fuentes vegetales y animales en la alimentación de la seriola (Seriola dumerili. Risso, 1810)", Universitat Politecnica de Valencia, 2020

Publicación

<1 %

16

Stefanie Medina R., Carlos Salvador A., Yaneline Hidalgo V., Carlomagno Velásquez V..

<1 %

# "Incubación de huevos de pavo: efecto del método de desinfección y edad de la reproductora", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2023

Publicación

17

[cybertesis.unmsm.edu.pe](http://cybertesis.unmsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

18

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

<1 %

19

[es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)

Fuente de Internet

<1 %

20

[libros.uam.es](http://libros.uam.es)

Fuente de Internet

<1 %

21

[repository.udca.edu.co:8080](http://repository.udca.edu.co:8080)

Fuente de Internet

<1 %

22

[pt.slideshare.net](http://pt.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1 %

23

Carla Grimaneza Molina Pule, Iván Ricardo García Merino, Jonathan Eduardo Aldas Ramírez, Gabriela Falconí Borja et al.

"Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de composite tras diferentes periodos de envejecimiento", Revista Facultad de Odontología, 2015

Publicación

<1 %

24

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

<1 %

25

[repositorio.uchile.cl](http://repositorio.uchile.cl)

Fuente de Internet

<1 %

26

[cinto.invemar.org.co](http://cinto.invemar.org.co)

Fuente de Internet

<1 %

27

[doczz.com.br](http://doczz.com.br)

Fuente de Internet

<1 %

28

[dspace.espol.edu.ec](http://dspace.espol.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

29

[repositorio.usanpedro.edu.pe](http://repositorio.usanpedro.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

30

[worldwidescience.org](http://worldwidescience.org)

Fuente de Internet

<1 %

31

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1 %

32

[www.elsevier.es](http://www.elsevier.es)

Fuente de Internet

<1 %

33

Submitted to Universidad Francisco de Vitoria

Trabajo del estudiante

<1 %

34

Submitted to Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Trabajo del estudiante

<1 %

35

[dehesa.unex.es:8443](http://dehesa.unex.es:8443)

Fuente de Internet



<1 %

36

[pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org)

Fuente de Internet

<1 %

37

[riunet.upv.es](http://riunet.upv.es)

Fuente de Internet

<1 %

38

[vsip.info](http://vsip.info)

Fuente de Internet

<1 %

39

[www.tempsdoci.com](http://www.tempsdoci.com)

Fuente de Internet

<1 %

40

[ruizhealytimes.com](http://ruizhealytimes.com)

Fuente de Internet

<1 %

41

[runnermag.ca](http://runnermag.ca)

Fuente de Internet

<1 %

42

[www.scielo.org.ar](http://www.scielo.org.ar)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

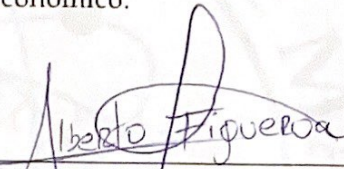
Los que suscriben, FIGUEROA MUÑOZ GERMAN ALBERTO y GAVILANES PALADINES ANTHONY REYNALDO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Reproducción del pez Betta splendens. Regan 1910 mediante el control de temperatura y alimento vivo para la obtención de machos, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.


Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

  
\_\_\_\_\_  
FIGUEROA MUÑOZ GERMAN ALBERTO  
0706852605

  
\_\_\_\_\_  
GAVILANES PALADINES ANTHONY REYNALDO  
0704605211

## AGRADECIMIENTO

Me siento agradecido con Dios por ser guía y sostén en todos los aspectos de mi vida en especial durante esta etapa de formación académica. A mis padres quienes me han enseñado hacer la persona que soy hoy, por siempre estar en los buenos y malos momentos y enseñarme afrontar las dificultades de la vida. A mi hermana, María José y Jessica quienes me brindaron siempre su amor y apoyo incondicional para que pueda cumplir con todos mis objetivos. A los amigos que me dio esta carrera, Andrés, Juan David, Kenet, Anthony, en especial Christopher y Bryan quienes brindaron su ayuda durante la realización de este trabajo así mismo a mi amigo y compañero de tesis, Alberto por ser siempre de apoyo durante el desarrollo del trabajo. Finalmente quiero darles las gracias a todos mis docentes quienes me brindaron su experiencia y sabiduría durante toda mi formación académica y elaboración de este trabajo y en especial a mi tutor el Blg. Milton Cun por su apoyo y guía desde el primer momento para desarrollar un buen trabajo.

*Anthony Gavilanes*

Quiero primero dar gracias a Dios porque él es quien me acompaña en todo lo que me propongo y me ha ayuda a culminarlas. A mis padres, por todo lo que han hecho por mí por el sacrificio que han hecho para darme los estudios y poder llegar a este momento tan importante en mi vida, a su vez quiero darle un agradecimiento especial a mi Tía María ya que ella ha sido un pilar fundamental en mi vida porque desde muy pequeño me inculco y me supo educar de buena manera y a su vez ayudarme en mis estudios, es por eso que he llegado hasta donde estoy. A mis hermanas, por su ayuda día a día con sus consejos y con su ayuda en mi vida. A mi amigo Anthony Gavilanes que se convirtió en mi compañero de tesis y quien confió en mí y en mis conocimientos para poder hacer un buen equipo de trabajo. A mis compañeros, quienes me han ayudado a lo largo de esta carrera Christopher, Bryan y Ana Paula, también a quien al final de este proceso se convirtió en una parte muy especial para mí a Génesis quien ha sido un apoyo muy importante para mí. Y por último agradecerle a mi tutor Biologo. Milton Cún por su apoyo incondicional en este trabajo.

*Alberto Figueroa*

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios pues es quien intercede en todos mis logros. También se lo dedico a mi familia quienes directa e indirectamente aportaron con su granito de arena durante toda mi formación académica y en especial a los que no están, pero viven en mi corazón. Por último y no menos importante a mis verdaderos amigos y seres queridos quienes siempre me brindan su apoyo, amor y confianza en cualquier momento de mi vida.

*Anthony Gavilanes*

Este trabajo se lo dedico a Dios pues es quien me acompaña en todas mis metas. Especialmente se lo dedico a mis padres: Alberto y Mercedes y mi tía María porque me han dado todo en mi formación académica y que sin ellos no habría logrado esta meta. Es por esto que les dedico mi trabajo por haberme dado todo en esta vida, la cual me siento muy afortunado por tenerlos.

*Alberto Figueroa*

## RESUMEN

El pez luchador siamés (*Betta splendens*) se encuentra dentro de los peces ornamentales de acuario con mayor comercialización, donde dentro de esta especie los machos son los pretendidos para su comercialización debido a su mayor tamaño, aletas más largas y patrones de color llamativos en comparación con las hembras. La reproducción es un reto para muchos productores debido a la falta de información científica y añadido a esto encontrar una técnica que permita obtener el mayor porcentaje de alevines machos del pez betta para su venta.

Debido a esto, en el presente estudio se llevó a cabo una investigación para definir el efecto que tiene la temperatura y el tipo de alimentación dentro de su reproducción de esta especie para encontrar un método efectivo que influya en la proporción de sexos y la obtención del mayor número de especímenes machos en la reproducción de la especie *Betta splendens*. Se adquirieron 2 parejas reproductoras las cuales fueron puestas en reproducción para obtener especímenes F1 los cuales se esperó a su maduración sexual, y posteriormente se seleccionaron 18 parejas para la investigación, estas fueron trasladadas a 18 peceras de 40L, la relación de macho: hembra fue de 1:1. Se trabajó con tres temperaturas (T1: 30°C, T2: 27°C y T3: 24°C) controladas por termostatos y dos tipos de alimento, alimento vivo (*Daphnia sp*) y alimento comercial para Bettas.

Con las parejas distribuidas en cada unidad experimental se dio inicio a la investigación, durante 12 días fueron alimentadas cada pecera con su respectivo tratamiento y en ese lapso de tiempo también sirvió para que los machos construyan su nido y exista una aceptación entre macho y hembra. La reproducción tuvo una duración de 1 a 2 días, una vez desovados los huevos, las hembras fueron retiradas de las peceras, los machos fueron encargados del cuidado desde la fase de eclosión hasta el cuidado independiente de los alevines, luego los machos fueron retirados de las peceras; durante todo el transcurso de crecimiento de los alevines se mantuvieron bajo las mismas condiciones a diferencia de la temperatura la cual fue la misma del inicio de la investigación en cada tratamiento hasta que los organismos

podieran ser diferenciados sexualmente mediante la observación morfológica, órgano sexual y comportamiento.

Los resultados obtenidos demostraron que el efecto combinado de la temperatura y el tipo de alimentación no influyo sobre la reproducción para obtener especímenes machos, pero se demostró que individualmente el tipo de alimentación influyo en los colores de los organismos obtenidos y las altas temperatura fue el factor determinante para la obtención de machos, las UE expuestas al T1 (30°C) se obtuvo un 85,6% de especímenes machos, de igual manera fue influyente en la supervivencia de organismos obtenidos, las UE expuestas al T2 (27°C) se obtuvo una mayor sobrevivencia con un 85,12% seguido del T1(30°C) con un 78,77%.

## ABSTRACT

The Siamese fighting fish (*Betta splendens*) is one of the most popular ornamental aquarium fish in the world trade, where within this species the males are the most sought after for commercialization due to their larger size, longer fins and striking color patterns compared to the females. Reproduction is a challenge for many producers due to the lack of scientific information and added to this, finding a technique that allows obtaining the highest percentage of male betta fish fry for sale.

For this reason, in the present study an investigation was carried out to determine the effect that temperature and type of feeding have on the reproduction of this species in order to find an effective method to influence the sex ratio and to obtain the highest number of male specimens in the reproduction of the *Betta splendens* species. Two breeding pairs were acquired which were put into reproduction to obtain F1 specimens which were waited for their sexual maturation, and then 18 pairs were selected for the research, these were transferred to 18 40L tanks, the ratio of male:female was 1:1.

We worked with three temperatures (T1: 30°C, T2: 27°C and T3: 24°C) controlled by thermostats and two types of food, live food (*Daphnia* sp) and commercial food for Bettas. With the pairs distributed in each experimental unit, the research began. During 12 days each tank was fed with its respective treatment and during this period of time the males also built their nest and there was an acceptance between male and female. Reproduction lasted 1 to 2 days, once the eggs were spawned, the females were removed from the tanks, the males were in charge of the care from the hatching phase until the fry could digest food on their own, then the males were removed from the tanks; during the whole process of growth of the fry they were kept under the same conditions except for the temperature which was the same as at the beginning of the research in each treatment until the organisms could be sexually differentiated through morphological observation, sexual organ and behavior.

The results obtained showed that the combined effect of temperature and type of feeding did not influence reproduction to obtain male specimens, but it was demonstrated that individually the type of feeding influenced the colors of the organisms obtained and the high temperature was the determining factor for obtaining males, the EU exposed to T1 (30°C) obtained 85.6% of male specimens, and also influenced the survival of the organisms obtained. The EU exposed to T2 (27°C) obtained a higher survival rate of 85.12%, followed by T1 (30°C) with 78.77%.

**Keywords:** *Betta splendens*, temperature, reproduction, effect, males.



# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>3</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Problemática</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Justificación</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Objetivos</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3.1 Objetivo general</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>4</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. Generalidades del <i>Betta splendens</i></b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.1. Hábitat</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.2. Taxonomía</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.3. Comportamiento</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.4. Anatomía del cuerpo</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.5. Reproducción</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1.6. Parámetros Físico químicos</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1.7. Temperatura</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.8. pH</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.9. Dureza general (KH)</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.10. Amoníaco</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.11. Niveles de nitrito</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.12. Niveles de nitrato</b> .....	<b>10</b>

2.2.	Disponibilidad de alimentos .....	10
2.3.	Alimentación en los peces .....	11
2.4.	Alimento seco.....	11
2.5.	Alimento vivo.....	12
2.6.	Zooplancton .....	13
2.7.	Pulga de agua.....	13
2.7.1	Taxonomía.....	14
2.7.2.	Morfología y fisiología .....	14
2.7.3	Ciclo de vida de la pulga de agua.....	15
2.7.4	Distribución e importancia ecológica .....	15
2.7.5	Hábitat.....	16
2.7.6	Contenido nutricional .....	16
2.7.7	Reproducción.....	17
2.7.8	Parámetros ambientales para el desarrollo de <i>Daphnia sp</i> .....	18
3	MATERIALES Y METODOS .....	19
3.1	Ubicación de experimentación .....	19
3.2	Material biológico .....	20
3.2.1	<i>Betta splendens</i> (Regan, 1910) .....	20
3.3	Materiales y equipos .....	20
3.3.1	Materiales.....	20
3.3.2	Equipos .....	20
3.3.3	Insumos .....	21
3.4	Diseño Experimental.....	21
3.4.1	Modelo Matemático.....	22
3.4.2	Caracterización de los tratamientos .....	22

<b>3.5 Variables a medir .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5.1 Variables Dependientes.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5.2 Variables Independientes .....</b>	<b>24</b>
<b>3.6 Manejo del Experimento .....</b>	<b>24</b>
<b>3.6.1 Unidad experimental.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6.2 Obtención y aclimatación de las parejas reproductoras pre-ensayo.....</b>	<b>25</b>
<b>3.6.3 Reproducción de las parejas reproductoras pre-ensayo .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6.4 Mantenimiento de las crías obtenidas durante el pre-ensayo .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6.5 Preparación de las peceras .....</b>	<b>26</b>
<b>3.6.6 Adecuación del ambiente de trabajo .....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.7 Selección de los ejemplares para reproducción.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.8 Traslado y aclimatación de las parejas reproductoras a las unidades experimentales .....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.9 Alimentación de los Reproductores .....</b>	<b>28</b>
<b>3.6.10 Cultivo de Daphnia sp.....</b>	<b>28</b>
<b>3.6.11 Control de temperaturas en las peceras.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6.12 Apareamiento .....</b>	<b>29</b>
<b>3.6.13 Eclosión .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.14 Mantenimiento de los alevines para su posterior sexado.....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.15 Sexado de las especies .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.16 Supervivencia .....</b>	<b>32</b>
<b>3.7 Análisis Estadístico .....</b>	<b>32</b>
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Efecto combinado de la temperatura del agua (TW) y el tipo Alimento (TA) para la obtención de especímenes machos. ....</b>	<b>33</b>

<b>4.2 Influencia de la temperatura en la reproducción para la obtención de especímenes machos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3 Influencia del Tipo de alimento en la reproducción para la obtención de especímenes machos.....</b>	<b>36</b>
<b>4.4 Influencia de la temperatura del agua en la obtención de alevines.....</b>	<b>37</b>
<b>4.5 Influencia del Tipo de alimento en la obtención de alevines.....</b>	<b>39</b>
<b>4.6 Efecto de la alimentación en la coloración de los alevines.....</b>	<b>42</b>
<b>4.7 Efecto de la temperatura en la coloración de los alevines.....</b>	<b>44</b>
<b>4.8 Efecto de la temperatura en la supervivencia.....</b>	<b>47</b>
<b>5 CONCLUSION.....</b>	<b>49</b>
<b>6 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>7 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>51</b>
<b>9 ANEXOS.....</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Aletas caudales de B.splendens macho adulto.....	7
<b>Figura 2</b> Ubicación de la vivienda donde se realiza el Trabajo.....	19
<b>Figura 3</b> Unidades experimentales en el lugar del experimento.....	24
<b>Figura 4</b> Separación de los machos y puestos en vaso de plástico .....	26
<b>Figura 5</b> Aclimatación de las parejas reproductoras.....	28
<b>Figura 6</b> Cultivo de Daphnia sp.....	29
<b>Figura 7</b> Apareamiento de los peces Betta splendens .....	30
<b>Figura 8</b> Media del porcentaje de machos obtenidos en función a los diferentes tratamientos de la temperatura del agua .....	35
<b>Figura 9</b> Media del porcentaje de machos obtenidos en función a los diferentes tratamientos de los tipos de alimento .....	37
<b>Figura 10</b> Media de la cantidad de alevines totales en función a las diferentes temperaturas del agua.....	39
<b>Figura 11</b> Media del conteo de alevines totales en relación a los tipos de alimentos .....	41
<b>Figura 12</b> Grafico de barra con el recuento de la coloración en función a los tratamientos en la Alimentación.....	44
<b>Figura 13</b> Grafico de barra con el recuento de la coloración en función a los tratamientos de la temperatura del agua.....	46
<b>Figura 14</b> Media de la supervivencia de los alevines totales en relación a las diferentes temperaturas.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Taxonomía del Pez Betta splendens (Regan,1910) .....	6
<b>Tabla 2</b> Taxonomía de la Daphnia sp. ....	14
<b>Tabla 3</b> Tabla del contenido nutricional de la <i>Daphnia sp</i> .....	17
<b>Tabla 4</b> Parámetros para el desarrollo de <i>Daphnia sp</i> .....	18
<b>Tabla 5</b> Croquis del Experimento Factorial Completo Completamente al azar .....	21
<b>Tabla 6</b> Tratamientos del diseño experimental utilizados Reproducción del pez Betta splendens (Regan,1910) mediante el control de temperatura y alimento vivo para la obtención de machos. ....	23
<b>Tabla 7</b> ANOVA factorial intergrupar para el análisis combinado de la temperatura y el tipo de alimento sobre la cantidad de machos (Betta splends) eclosionados.....	34
<b>Tabla 8</b> Prueba T student para muestras independientes para el tipo de alimento en relación al porcentaje de macho eclosionados.....	36
<b>Tabla 9</b> Anova de un factor intergrupo para la comparación entre las diferentes temperaturas para la obtención de alevines totales .....	38
<b>Tabla 10</b> Prueba T student para muestras independientes en los tipos de alimentos en relación a la obtención de alevines.....	40
<b>Tabla 11</b> Tabla de contingencia para la distribución del color en función a la alimentación .....	42
<b>Tabla 12</b> Prueba de chi-cuadrado para identificar la relación de alimento con la coloración .....	43
<b>Tabla 13</b> Tabla de contingencia para la distribución del color en función a los diferentes tipos de temperatura .....	45
<b>Tabla 14</b> Prueba de chi-cuadrado para identificar la relación de las temperaturas con la coloración .....	46
<b>Tabla 15</b> Anova de un factor intergrupo para la comparación de los tratamientos de la temperatura del agua en la supervivencia total de los alevines .....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1 Limpieza de las Unidades experimentales.</i> .....	56
<i>Anexo 2 Llenado de las Unidades experimentales.</i> .....	56
<i>Anexo 3 Colocación de los termostatos en las Unidades Experimentales con su respectiva temperatura</i> .....	57
<i>Anexo 4 Colocación de los termostatos en las Unidades Experimentales con su respectiva temperatura</i> .....	57
<i>Anexo 5 Aclimatación de los reproductores</i> .....	58
<i>Anexo 6 Alimentación de los alevines.</i> .....	58
<i>Anexo 7 Ingreso de la hembra con el macho para su posterior apareamiento</i> .....	59
<i>Anexo 8 Hembra y macho juntos en el nido de burbujas</i> .....	59
<i>Anexo 9 Control de la temperatura</i> .....	60
<i>Anexo 10 Hembras reproductoras</i> .....	60
<i>Anexo 11 Mantenimiento y recambio de agua de las hembras reproductoras.</i> .....	61
<i>Anexo 12 Cama de burbujas del reproductor.</i> .....	61
<i>Anexo 13 Cama de burbujas del reproductor abajo del nido.</i> .....	62
<i>Anexo 14 Alevines luego de su eclosión</i> .....	62
<i>Anexo 15 Alevines</i> .....	63
<i>Anexo 16 Mantenimiento de alevines posterior a su sexado</i> .....	63
<i>Anexo 17 Alevines sexados</i> .....	64

## 1. INTRODUCCIÓN

La reproducción de los peces ornamentales tiene tres características de conocimiento se deben considerar las físicas, químicas y biológicas antes de llevar a cabo la reproducción de las especies y lo importante reconocer o diferenciar correctamente los sexos de las especies, ya que contribuye a su supremacía, impidiendo su total extinción. Una de las características fisiológicas de un animal es controlar cuántas crías produce, en los peces, este proceso es multifactorial e involucra factores ambientales, factores sociales, neurales, factores endocrinos y factores nutricionales (Murcia *et al.*, 2016).

La creación del mesocosmo sirve para replicar el hábitat natural del pez simulando al de su hazienda acuáticos, a lo largo de la historia humana, este pasatiempo ha sufrido modificaciones. Se estima que 125 países y más de 2500 especies, el 60% de las cuales son de agua dulce, participan en el mercado de peces ornamentales multimillonario (Fontanillas, 2017).

Como estudiante de la carrera de acuicultura nos vemos involucrados en incrementar el estudio de este campo para enriquecer en los medios sociales, económicos, de salud y ambientales como futuros profesionales en esta disciplina de estudio. El pez ornamental Betta conocido como pez luchador, es un pez territorial el cual habita en lagunas o aguas lentas (poca corriente), la especie al tener dimorfismo sexual es fácil lograr la diferenciación de su sexo, donde el macho sus aletas son más grandes y coloridas a diferencia de la hembra, la comercialización de esta especie se genera más en los machos por lo antes mencionado, llegando a costar alrededor de \$20-\$35 cada pez.

A partir de su tercer mes están listos para la reproducción el mismo que es motivado con la temperatura promedio de 27 a 30°C, durante este proceso se debe tener una temperatura constante para lograr su reproducción y tomar en cuenta los cuidados adecuados mediante el cortejo, desove, y desarrollo de los alevines, donde el macho recolecta los huevos y se



encarga de cuidar el nido, en este momento se retira a la hembra para evitar lesiones. Es por ello que esta investigación se enfocó en obtener un mayor porcentaje de especímenes machos, sometidos a diferentes rangos de temperatura que generaron aspecto técnico y económico requeridos en este proyecto y el tiempo para el cumplimiento del objetivo propuesto.

La dieta es de vital importancia especial los alimentos vivos que proporciona grandes niveles de proteína teniendo crecimientos acelerados de los alevines, sin embargo, una mala gestión generaría una serie de problemas, como enfermedades, mala calidad del agua en los medios de cultivo, costo significativo negativos e impacto que perjudicial la producción. Los peces de agua dulce constituyen la mayor parte de este mercado, y muchos de ellos ya se producen en mesocosmos industriales. Tailandia, Indonesia, Singapur, Japón, China y Malasia son las principales naciones que históricamente han incrementado su producción pesquera (Rendón B., 2020).

En esta investigación demostramos que somos capaces en diversificar nuestro campo a nivel de acuicultura para las áreas de producción actual y futura, al tener alternativas de producción de la especie del pez *Betta splendens*. en nuestro medio sometido a la inducción para su reproducirse en cautiverio. Este estudio nos permite brindar un mayor conocimiento fuente de trabajo y beneficios económicos.

## **1.1 Problemática**

La acuariofilia es un campo de producción acuícola que tiene poca apertura comercial en especial del pez Betta es la etapa reproductiva en la preparación de las hembras, muchos criadores no consideran antes de iniciar una reproducción, se debe llevar un adecuado control de parámetros en el agua del mesocosmo para el organismo, rotación de dietas ricas en proteína, fibra y alimentos vivos.

El hábitat natural del Betta presenta la característica de una pequeña columna de agua y una baja cantidad de oxígeno, este es un problema dentro de la reproducción en cautiverio ya que es necesario la implantación de una pequeña bomba de aire. Moreno y Ávila (2015) indican que después del cuarto día, momento en el cual las crías comienzan a nadar se debe oxigenar el agua, debido a que no puede respirar oxígeno de la superficie ya que no han formado su órgano laberinto.

## **1.2 Justificación**

El siguiente trabajo investigativo tiene la finalidad de encontrar beneficios en la etapa reproductiva del pez Betta y la selectividad de peces machos. Tomando en consideración la diversidad de factores que inciden como los parámetros físicos, químicos, biológicos y las dietas alimenticias como alimento vivo e inerte, además la maduración sexual de la especie y su cortejo. El estudio permitirá evaluar las condiciones adecuadas que garanticen en la reproducción la obtención de macho. Las investigaciones con logros positivos generan fuentes de trabajo, beneficios económicos y un buen vivir del entorno.

Cada año se comercializan millones de especímenes de 2.000 tipos diferentes de peces ornamentales. Existe gran variedad de especies de agua dulce y salada, pero entre el 90% y el 96% del comercio son endémicos de agua dulce que se criaron en gran medida en granjas acuícolas industriales, es por aquello que la reproducción y producción de peces ornamentales constituye un factor económico muy factible en el desarrollo rural que necesitan la mejora de conocimiento técnicos para aumentar la producción y ahorrar gastos, la buena selectividad de machos para el mercado, genera una gran aceptación por sus característica morfológicas como lo es sus colores llamativos que lo hacen aceptables en el mercado en comparación al pez hembra (Pavía, 2014).

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

- Obtener la reproducción del pez *Betta splendens* (Regan,1910) mediante el control de temperatura y alimento vivo para la obtención de machos.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto combinado e individual de la temperatura del agua (24°C, 27°C y 30°C) y el tipo de alimentación (balanceado comercial y alimento vivo) en la reproducción para la obtención de especímenes machos del pez *Betta splendens*.
- Determinar la influencia de la temperatura del agua y el tipo de alimentación en la coloración y obtención de alevines del pez *Betta splendens*.
- Evaluar el efecto de la temperatura en la supervivencia de alevines de *Betta splendens*.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Generalidades del *Betta splendens*

El pez luchador siamés, o betta comercial (*Betta splendens*), es un miembro perteneciente a la familia de peces *Anabantoides* (suborden *Anabantoidei*), la mayoría de los cuales se encuentran en aguas dulces de África y el sur de Asia. En tres familias, *Anabantidae* (28 especies), *Helostomatidae* (1 especie) y *Osphronemidae*, hay alrededor de 137 peces laberintos (Watson *et al.*, 2019). Por su belleza y variedad de colores, rusticidad, facilidad de reproducción y capacidad de ser criado en acuarios pequeños sin aireación por el sistema de fijación de la respiración del aire, el pez luchador siamés “*B. splendens*” es uno de los más conocidos. y peces ornamentales comercializados en el mundo (Azevedo *et al.*, 2016).

Debido a que es nativo de Siam, el “*B. splendens*” tiene un rango natural que incluye Camboya, Laos y Vietnam, además de Tailandia. En otras naciones donde ya están bien establecidos en la naturaleza, también se han traído bettas de Brasil, Colombia, Indonesia, Malasia, Singapur y la República Dominicana, países donde también podemos encontrar estos peces, de hecho, debido a que los peces tropicales se comercializan internacionalmente y pueden adaptarse a una variedad de condiciones del agua, las poblaciones de “*B. splendens*” probablemente estén presentes en más países (Brammah, 2015). Los Bettas sirven como especies de estudio cruciales en una variedad de disciplinas, como evolución y filogenética, morfología funcional, determinación del sexo, hibridación, fisiología, biología del desarrollo, diversidad de características funcionales, diversidad biológica, comportamiento agresivo y genética de poblaciones (Srikulnath *et al.*, 2021).

### 2.1.1. Hábitat

Los campos de arroz que se han inundado o los estanques de agua dulce poco profundos con fondos fangosos son los hábitats nativos de la especie, esta puede sobrevivir en mares con un mínimo de oxígeno porque puede respirar oxígeno de la superficie (debido a su órgano laberíntico) (Valentin *et al.*, 2015).

Llegan a ser capaces de sobrevivir en estanques semi secos que solo mantienen su piel húmeda requiere que las aguas tengan corrientes lentas, como resultado, los peces Betta deben vivir en estanques poco profundos donde puedan respirar aire atmosférico durante un breve período de tiempo. A diferencia de otros peces, esta especie dispone de un órgano respiratorio llamado laberinto el cual le posibilita la toma de oxígeno atmosférico, los peces son conocidos por ser hábiles saltadores y usan este talento para saltar de un charco a otro más grande (Santos *et al.*, 2020).

### 2.1.2. Taxonomía

**Tabla 1** Taxonomía del Pez *Betta splendens* (Regan, 1910)

Reino	<b>Animalia</b>
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Osphronemidae
Género	<i>Betta</i>
Especie	<i>B. splendens</i> (Regan, 1910)

**Fuente:** Aquassius (2020)

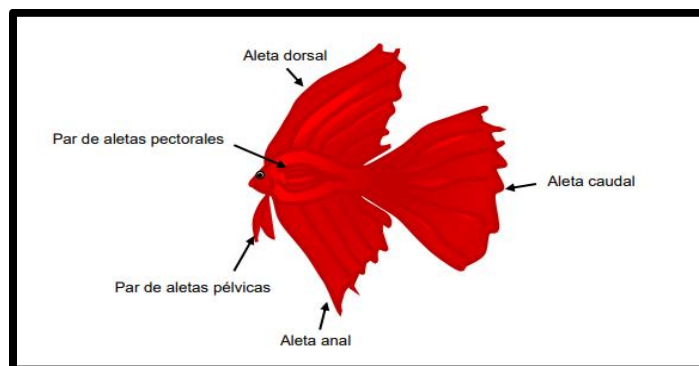
### 2.1.3. Comportamiento

Es un pez territorial y agresivo, solo puede haber un macho en el tanque porque de lo contrario lucharán hasta la muerte, aunque son menos agresivas, las hembras nunca deben vivir en parejas, uno o más de tres debido a su naturaleza jerárquica. Los machos tampoco deben quedarse solos con las hembras, ya que los molestaría constantemente (Santos *et al.*, 2020).

### 2.1.4. Anatomía del cuerpo

El *Betta splendens* tiene una longitud de 6 a 7 cm, siendo las hembras más cortas que los machos, presenta un cuerpo fusiforme y siete aletas: dos aletas pectorales, dos aletas pélvicas, dos aletas anales y dos aletas caudales. Los Bettas femeninos son más pequeños y menos coloridos que los Bettas masculinos (Colunga Ramírez, 2016).

**Figura 1** Aletas caudales de *B.splendens* macho adulto



**Fuente:** Colunga (2016)

### **2.1.5. Reproducción**

Es una especie ovípara, por lo que las crías nacerán con saco vitelino, y cuando estén listas para reproducirse, tendrán una erupción y una barriga agrandada, predominará el área de desove para la formación de burbujas ya que es un área aireada con condiciones ideales para que los huevos estén fértiles y luego adquieran una eclosión exitosa. Se reproducen construyendo nidos de burbujas con la ayuda de un sustrato flotante (Srikrishnan *et al.*, 2017).

El macho crea un lecho de burbujas sustancial en un rincón del acuario durante el cortejo, el macho abre sus branquias y extiende sus aletas dorsal, ventral y caudal en forma de velo para atraer a una hembra. El agarre del macho sobre la hembra le permite realizar la fecundación externa con cópula, luego de lo cual la hembra permanece en un estado de placer y cae mientras libera los huevos, y así completa el ritual de apareamiento. El macho, por su parte, recoge los ovocitos que pasan por la columna de agua y los coloca en el lecho de burbujas, donde permanecen hasta que eclosionan, proceso que puede durar hasta 4 horas (Vu *et al.*, 2020).

### **2.1.6. Parámetros Físico-químicos**

Pleeging & Moons (2017) Señalan que debido a que estas criaturas residen en aguas tranquilas con un movimiento mínimo, la calidad del agua no es tan importante para ellos. Los peces de pelea son organismos que pueden adaptarse a una variedad de durezas del agua y niveles de pH, para estos peces el rango ideal es de es un rango ácido, así como una dureza suave. También hay que tener en cuenta que el agua que entra por las tuberías no es adecuada para estos peces porque ha sido tratada con metales, cloro y cloraminas.

### **2.1.7. Temperatura**

Los peces betta viven en cuerpos de agua entre 25,5 °C a 26,5°C; en zonas de baja temperatura, se instala calentadores para poder mantener el agua a una temperatura adecuada ya que temperaturas por debajo de los 20°C causar estrés en los peces y posteriormente la muerte (Martínez, 2008).

### **2.1.8. pH**

Estos organismos son capaces de soportar un rango de pH ácido de entre 6,4 a 7, pero es aconsejable mantener el agua por debajo de 7,0; de esta manera se evita problemas de inflamación debido al amoníaco producido por el agua alcalina (Arboleda, 2006).

### **2.1.9. Dureza general (KH)**

La KH mide la cantidad de calcio y magnesio que se encuentra disuelta en el agua, el agua con grandes concentraciones de calcio y magnesio disueltos se conoce como agua dura y reflejaba una lectura alta de KH, para los *B splendens* se necesita un agua blanda, con una lectura de KH de entre 2 y 4 dKH (Almanza, 2014).

### **2.1.10. Amoníaco**

El amoníaco es muy letal y tóxico para todos los peces tropicales, las concentraciones de amoníaco para los *B. splendens* deben estar en 0 ppm e incluso ni llegar a valores de 1 ppm, esto es debido a que concentraciones pequeñas de amoníaco pueden provocar quemaduras en sus branquias; por eso es recomendable mantener estos valores en 0 (Almanza, 2014).



### **2.1.11. Niveles de nitrito**

De manera similar que el amoníaco, el nitrito es muy letal y tóxico para los peces, por tal manera estos niveles también deben permanecer en 0 ppm. Si estos niveles de nitrito al igual que el amoníaco son altos, indican que las toxinas en el acuario o estanque se han acumulado a un nivel nocivo para la salud y que se debe realizar un cambio del agua (Almanza, 2014).

### **2.1.12. Niveles de nitrato**

Los peces *B. splendens* tienen una mayor tolerancia a los niveles de nitrato, por lo que se tiene un poco más de libertad de acción, puede tener un nivel de nitrato de hasta 20 ppm en su tanque. Por supuesto, el mejor nivel de nitrato para los peces es el más bajo posible, así que se debe cambiar el agua regularmente (Almanza, 2014).

## **2.2. Disponibilidad de alimentos**

Una dieta saludable con una composición nutricional equilibrada, que incluya suficientes cantidades de proteínas, carbohidratos, grasas y minerales, los alimentos para peces vienen en dos variedades: naturales y sintéticas. Debido a las limitaciones de la naturaleza, la creciente demanda de alimentos naturales por parte de los consumidores está disminuyendo el suministro de alimentos naturales para el sector de los peces ornamentales de agua dulce (Nengtias et al., 2021).

Cualquier organismo derivado de animales, ya sea acuático o terrestre, que sea muy apetecible para los peces y tenga valor nutricional se considera alimento vivo en la acuicultura. Para calificar, un organismo debe tener las siguientes cualidades: el tamaño adecuado, un cuerpo blando, alta disponibilidad, proclividad, un ciclo corto, asimilabilidad

y un alto valor nutricional. Las ventajas de los alimentos vivos incluyen fomentar los instintos de caza y mejorar la digestión gracias a las enzimas que se encuentran en los alimentos vivos (Rendón, 2020).

### **2.3. Alimentación en los peces**

Los peces deben ser alimentados para desarrollarse y reproducirse, estos compuestos contienen una cantidad significativa de proteínas, vitaminas y minerales. La alimentación es el proceso de obtención y consumo de estos materiales. Los peces pueden utilizar una amplia gama de fuentes de alimentos vegetales o animales porque tienen diversas estructuras alimentarias y métodos de alimentación. Se dividen en cuatro grupos según sus formas preferidas de alimentación: herbívoros, carnívoros y omnívoros (Reyes & Chambilla, 2019).

En su medio natural, los peces disponen de una variedad de alimentos muy amplia. Pero con los diversos tipos de alimentos que se comercializan hoy en día, es posible preparar una dieta saludable para casi todos los peces de acuario (Schliewen, 2016).

### **2.4. Alimento seco**

Los alimentos secos, en forma de copos o de gránulos, son los más simples de administrar y fáciles de conservar. Son muy higrofilos, y deben conservarse en recipientes bien cerrados, en un lugar seco y aireado. Los alimentos secos son adecuados especialmente para peces omnívoros ya que son muy completos y están vitaminados (Parris, 2018).

Este tipo de alimento se compone según las necesidades y el tipo de pez al que se suministra, para peces herbívoros se componen principalmente de alimento vegetal, para peces carnívoros se componen de pequeños crustáceos, por lo común este último es comercializado como una variante dentro de la alimentación en la gran parte de peces de acuario. (Ponce, Valencia, & Cuero, 2018).

## **2.5. Alimento vivo**

La alimentación es fundamental y requiere una calidad y cantidad decente de alimento, esto se debe a que la nutrición de las larvas también es vital para el desarrollo y la reproducción de los peces ornamentales, y numerosos estudios han demostrado que los alimentos vivos promueven un mayor crecimiento y supervivencia que los alimentos comerciales (Srikrishnan *et al.*, 2017). También así aportan otros criterios de Sales & Janssens (2003) afirman que es crucial para las cualidades del pez, ya que el alimento juega un papel influyente en la coloración del pez, algunas especies, como los peces, tienen colores que indican estados inmunológicos, camuflaje que ayuda a detectar depredadores y perseguir presas, y rasgos de selección sexual como el camuflaje.

Los pequeños organismos vivos suministrado como alimento combinan características como poseer un cuerpo blando, tamaño adecuado en relación con la boca del pez, movimiento, disponibilidad y abundancia, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto, alto valor nutritivo y facilidad de digestión, el alimento vivo constituye un menú altamente nutritivo para los peces (Luna & Figueroa, 2017).

La acuicultura es la práctica de cultivar organismos acuáticos para su uso en la producción de alimentos; pero, cuando los peces se los retiran del hábitat natural y se mantienen en cautiverio, muestran problemas de alimentación, ya que están acostumbrados a atrapar a sus presas y han desarrollado criterios específicos para elegir los alimentos, la disponibilidad de

alimentos vivos en la dieta de los peces es una solución a este problema. Las principales especies utilizadas como alimento vivo incluyen *Artemia sp.*, *Daphnia sp.*, *Enchytraeus buchholzi*, *Poecilia reticulata*, *Eisenia foetida* y *Gammarus sp.* por su facilidad de cría, mantenimiento y rápida reproducción (Forero, 2015).

## **2.6. Zooplancton**

El zooplancton es una clase muy variada de criaturas diminutas, la mayoría de las cuales son diminutas, con una movilidad acuática muy limitada; más bien, flotan en el agua y se mueven con las corrientes, el zooplancton es crucial porque, junto con el fitoplancton, forma la base de la cadena alimentaria de los ecosistemas marinos y de agua dulce. Además, Huanacuni Pilco & Espinoza Ramos (2018) indican un alto contenido de proteínas, vitaminas y otros nutrientes, junto con su tamaño microscópico, color, movilidad y persistencia en la columna de agua, lo convierten en una fuente de nutrientes para las primeras etapas que las larvas de peces y moluscos encuentran atractivas.

El plancton animal se suministra en las etapas iniciales del desarrollo larval, pre-engorda y usualmente durante la engorda como alimento natural (Luna-Figueroa, 2017).

## **2.7. Pulga de agua**

También está presente la especie acuática *Daphnia sp.*, también conocida como pulga de agua, es una especie de zooplancton que es ovípara y capaz de reproducirse tanto sexual como asexualmente. Se distingue de otros zooplánctones por los saltos que da al agua, que son provocados por la acción de las antenas (Forero, 2015).

Los microcrustáceos de agua dulce del orden Cladocera conforman las especies del género *Daphnia*. Debido a sus patrones de natación erráticos, que se asemejan a los patrones de salto de las pulgas "reales" (que son insectos) o pulgas de mar, se le dio el apodo de "pulga de agua"(Antunes & Castro, 2017).

### 2.7.1 Taxonomía

*Tabla 2 Taxonomía de la Daphnia sp.*

<b>Reino</b>	<b>Animalia</b>
<b>Phylum</b>	Arthropoda
<b>Clase</b>	Branchiopoda
<b>Orden</b>	Diplostraca
<b>Familia</b>	Daphniidae
<b>Género</b>	Daphnia

*Fuente: Huamán (2017)*

### 2.7.2. Morfología y fisiología

Las segmentaciones del cuerpo en el organismo no son tan visibles. Se puede identificar una muesca que divide la cabeza del cuerpo, que está unido e inclinado típicamente hacia abajo, en la mayoría de las especies, los cinco pares de patas se proyectan desde una abertura ventral en el caparazón que cubre el resto del cuerpo, tienen dos antenas además de un solo ojo compuesto (Krishnakumar et al., 2020). El sistema digestivo, el sistema locomotor, el ojo, las antenas, la maduración de las crías en la bolsa y el corazón son buenos animales para

estudiar bajo el microscopio en muchas especies porque sus caparazones son translúcidos o prácticamente translúcidos (Luna-Figueroa, 2017).

### **2.7.3 Ciclo de vida de la pulga de agua**

La reproducción partenogenética significa que, durante la mayor parte del año, particularmente en el verano, producen exclusivamente hembras, la hembra puede tener unos 20 huevos partenogenéticos en su bolsa de incubación, según la especie y el entorno. Se parecen a su padre en forma cuando nacen por primera vez. Se reproducen cada 48 horas y tienen un breve ciclo de vida de tres a cuatro semanas, las pulgas partenogenéticas jóvenes se liberan en el agua unos días después de convertirse en embriones y viajar a través de conductos a una bolsa de incubación que se encuentra en la espalda de la hembra (Castro et al., 2003).

### **2.7.4 Distribución e importancia ecológica**

Se encuentra en lagos poco profundos y estanques que son ricos en materia orgánica, prefiere la parte superior de la columna de agua cerca de la superficie del agua, pero con frecuencia puede viajar hacia arriba o hacia abajo de la columna según la situación. Durante un proceso conocido como migración vertical, estaciones o depredadores. Las daphnias forman parte de muchas cadenas alimentarias, incluso si los humanos no las consumen directamente como alimento, para muchos animales, incluidos peces y anfibios, constituyen la principal fuente de alimento. Además, la capacidad de *Daphnia* para transformar el fitoplancton y los materiales en descomposición en una forma más útil es esencial para prácticamente todos los entornos de agua dulce, por lo general, son los herbívoros dominantes de bacterias, algas y protozoos, así como la principal fuente de alimento para los peces. Aunque a menudo se alimentan por filtración, su alimento consiste principalmente en crustáceos y rotíferos, se emplean con frecuencia como especie indicadora para medir cómo los ecosistemas están

respondiendo al cambio ambiental debido a su papel destacado en las redes alimentarias (Sánchez, 2019).

### **2.7.5 Hábitat**

Además de los cursos de agua dulce, *Daphnia sp* también se encuentra en aguas salobres; en el último, se pueden encontrar tanto en cuerpos de agua grandes como pequeños. Sin embargo, no admiten hábitats con circunstancias extremas, como las aguas termales, aunque estén presentes en numerosos cuerpos de agua. El hábitat de la *Daphnia* puede tener una amplia variedad de calidades de agua, la mayoría de las especies pueden tolerar un pH entre 6,5 y 9,5, pero se cree que un pH entre 7,2 y 8,5 es ideal, dado que el agua salada contiene un promedio de 35 g.L.<sup>-1</sup> de sales, el género *Daphnia* puede soportar salinidades tan bajas como 1,75 g.L.<sup>-1</sup>, pero *Daphnia magna* puede soportar salinidades tan altas como 7 g.L.<sup>-1</sup>, que es el 20% de la salinidad del agua de mar (Huamán, 2017).

### **2.7.6 Contenido nutricional**

Su notable contenido nutricional la destaca como un alimento crucial para los pequeños peces de agua dulce, particularmente durante sus fases de crecimiento larvario y juvenil; también se emplean como componente en la producción de alimentos comerciales. (Guevara, 2006). A continuación, se puede ver cómo *Daphnia* contribuye a la nutrición

**Tabla 3** Tabla del contenido nutricional de la *Daphnia sp*

Elemento	Porcentaje	Bioelementos	Mg/g
<b>Proteínas</b>	74.5	Ca	0.21
<b>Lípidos</b>	1.4	Mg	0.12
<b>Cenizas</b>	0.7	P	1.46
	Aminoácidos	Na	0.74
<b>Arginina</b>	10.92	K	0.72
<b>Histidina</b>	2.69	Fe	72.2
<b>Tirosina</b>	4.27	Zn	12.8
<b>Cistina</b>	1.17	Mn	13.2
<b>Metionina</b>	3.45	Cu	1.1

*Fuente: Paw et al. (1981)*

### 2.7.7 Reproducción

La reproducción asexual, que se lleva a cabo por partenogénesis, ocurre principalmente cuando las condiciones de desarrollo son favorables, lo que da como resultado camadas compuestas exclusivamente por hembras, estas hembras pueden entonces entrar en la fase reproductiva y continuar reproduciéndose asexualmente siempre que se mantengan las condiciones de alimentación favorables. Cuando una o más de estas condiciones empeoran, parte de la descendencia consistirá en machos que, cuando lleguen a la edad adulta, pueden iniciar la reproducción sexual fertilizando hembras. La importancia de la partenogénesis reside en la rapidez y conveniencia con la que se pueden producir especímenes genéticamente idénticos (Zaldívar, 2018).



**Asexual.** - Los gonopóros (orificios sexuales) de los machos de *Daphnia*, se ubican en la región posterior del individuo, cerca del ano. Generalmente poseen órganos copuladores, los cuales están constituidos por apéndices abdominales modificados.

### 2.7.8 Parámetros ambientales para el desarrollo de *Daphnia sp*

*Tabla 4* Parámetros para el desarrollo de *Daphnia sp*

<b>Parámetro</b>	<b>Características</b>
<b>Hábitat</b>	Habitan en cuerpos de agua dulce (lagos, reservorios, charcos) y pueden coexistir con <i>Moina</i> , <i>Copépodos</i> y <i>Brachiópodos</i> .
<b>Temperatura</b>	La temperatura óptima varía de 18 a 22 C, pero eventualmente pueden sobrevivir cambios de temperatura de 0 a 22 C.
<b>Oxígeno</b>	Pueden soportar variaciones de oxígeno disuelto, desde la saturación hasta concentraciones muy bajas (3-4 mg.L). La supervivencia depende de la capacidad de sintetizar hemoglobina.
<b>pH</b>	El pH óptimo oscila de 7,5 a 8,0

*Fuente: Huaraca (2017)*

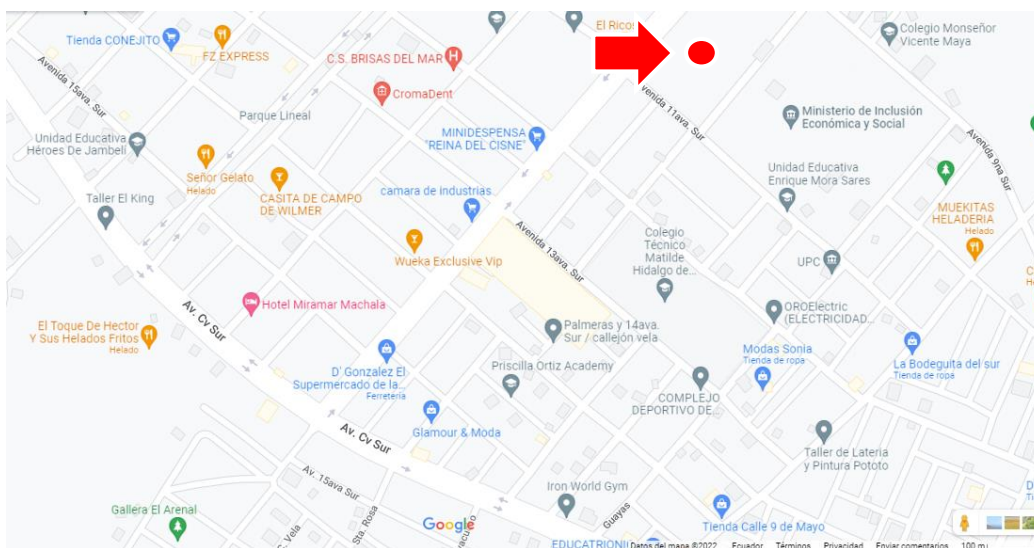
**Elaborado por:** Los autores

### 3 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación de experimentación

La parte experimental se llevó a cabo en la vivienda de uno de los autores en la ciudad de Machala-El Oro, en la ciudadela Carretas del Sur con las siguientes coordenadas geográficas: longitud de  $79^{\circ}58'09.9''\text{W}$ , latitud de  $3^{\circ}15'56.0''\text{S}$ .

*Figura 2 Ubicación de la vivienda donde se realiza el Trabajo*



*Fuente: Google Earth (2023)*

## **3.2 Material biológico**

### **3.2.1 *Betta splendens* (Regan, 1910)**

Como pre-ensayo se usaron dos parejas reproductoras adquiridas de diferentes proveedores cada pareja, puestas en reproducción se llevó el cuidado de los nuevos peces obtenidos hasta su maduración, de los cuales se seleccionaron los peces (F1) de un sexo distinto en las dos diferentes reproducciones que se obtuvo para evitar la consanguinidad, las cuales fueron distribuidos una pareja por pecera.

## **3.3 Materiales y equipos**

### **3.3.1 Materiales**

- 18 peceras de 50cm x 40cm x 30cm
- 20 vasos plásticos de 16 Onzas
- 2 betteras (peceras de 40cm x 20cm x 20cm)
- Pipeta plástica de 1 ml
- 1 aireador dos entradas

### **3.3.2 Equipos**

- 18 termostatos para acuarios de 50watts
- Multiparametro
- Gramera
- Extensiones
- Regletas

### 3.3.3 Insumos

- Hojas de almendro
- Declorador para acuario
- Azul de metileno
- Sal para acuario

### 3.4 Diseño Experimental

Se utilizó un Experimento Factorial Completo completamente al azar (EFCCA) fraccionado 3x2, ya que se presenta la combinación de tratamientos y queremos ver el efecto de interacción de los factores de estudio. Teniendo dos factores de estudio, el primero la temperatura en la cual tiene tres tratamientos que son diferentes tipos de temperatura (30°C, 27°C y 24°C) y el segundo factor de estudio que es la alimentación que presenta dos tratamientos que son alimento vivo y alimento balanceado

*Tabla 5 Croquis del Experimento Factorial Completo Completamente al azar*

<i>Temperatura</i>	<i>Replica 1</i>	<i>Replica 2</i>	<i>Replica 3</i>
<i>T1 (30°C) - T2</i>	T1-TA1	T2-TA1	T2-TA2
<i>(27°C) - T3 (24°C)</i>	T2-TA1	T3-TA2	T1-TA1
	T3-TA2	T3-TA1	T1-TA2
	T1-TA2	T1-TA1	T3-TA1
	T3-TA1	T2-TA2	T3-TA2
	T2-TA2	T1-TA2	T2-TA1

*Alimentación: (TA1: Alimento Vivo y TA2: Alimento Balanceado)*

### 3.4.1 Modelo Matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + e_{ijk}$$

Donde:

**Y<sub>ijk</sub>**: Es la variable aleatoria medida en el i-ésimo sujeto (repetición), j-ésimo nivel o versión FE A y el k-ésimo nivel o versión FE B.

**μ**: Media general de VD.

**α<sub>j</sub>**: efecto del j-ésimo nivel o versión del FE A.

**β<sub>k</sub>**: efecto del k-ésimo nivel o versión del FE B.

**(αβ)<sub>jk</sub>** efecto de interacción entre el j-ésimo nivel o versión del FE A y el k-ésimo nivel o versión del FE B.

**e<sub>ijk</sub>**: Error experimental en el i-ésimo sujeto asociado a la combinación del j-ésimo nivel o versión del FE A y el k-ésimo nivel o versión del FE B

### 3.4.2 Caracterización de los tratamientos

En la tabla 6, se observan los tratamientos de temperatura con las que se trabajó en el experimento, en la cual vemos que son diferentes temperaturas (30°C, 27°C y 24°C) y a su vez también se puede observar la alimentación que se suministró siendo estas alimentadas con *Daphnia sp* con una dosificación de 20 daphnias y alimento balanceado comercial con una dosificación de 4 pellet diariamente.

**Tabla 6** Tratamientos del diseño experimental utilizados Reproducción del pez *Betta splendens* (Regan,1910) mediante el control de temperatura y alimento vivo para la obtención de machos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Alimento</b>	<b>Repeticiones</b>
<b>T1</b>	30 °C	<i>Daphnia sp</i>	T1R1
			T1R2
			T1R3
<b>T2</b>	27°C	<i>Daphnia sp</i>	T2R1
			T2R2
			T2R3
<b>T3</b>	24°C	<i>Daphnia sp</i>	T3R1
			T3R2
			T3R3
<b>T1</b>	30°C	Balanceado	T1R1
			T1R2
			T1R3
<b>T2</b>	27°C	Balanceado	T2R1
			T2R2
			T2R3
<b>T3</b>	24°C	Balanceado	T3R1
			T3R2
			T3R3

### 3.5 Variables a medir

Las mediciones de las variables dependientes fueron realizadas una vez se obtuvieron los alevines y se puedan diferenciar, Por otro lado, las variables independientes se las realizo durante el proceso de reproducción de los especímenes.

### 3.5.1 Variables Dependientes

- Porcentaje de machos (%)
- Conteo total de los alevines
- Coloración de los alevines
- Supervivencia (%)

### 3.5.2 Variables Independientes

- Temperatura del agua (°C)
- Alimento Dosificado

## 3.6 Manejo del Experimento

### 3.6.1 Unidad experimental

Durante el pre-ensayo realizado, las unidades experimentales fueron 2 betteras (peceras de 20L), en esta fase se llevó a cabo la reproducción de las 2 parejas. Una vez iniciado la investigación se usaron 18 peceras de 50cm x 40cm x 30cm y con un volumen de 20 litros.

*Figura 3 Unidades experimentales en el lugar del experimento*



*Fuente: Los autores*

### **3.6.2 Obtención y aclimatación de las parejas reproductoras pre-ensayo**

Se obtuvo dos parejas reproductoras utilizadas durante el pre-ensayo las cuales fueron adquiridas de dos diferentes criaderos de peces ornamentales ubicados en la ciudad de Machala y Pasaje. Los ejemplares fueron transportados en bolsas plásticas, las cuales contenían un ejemplar por bolsa.

En su aclimatación no hubo un factor estresante que peligre el estado de salud de los mismos y la aclimatación fue rápida, los machos fueron colocados por separado en vasos plásticos de 750 ml transcurridos 25 minutos se abrieron las fundas dejando que poco a poco se introdujera el agua de los vasos a la bolsa plástica. El mismo procedimiento se llevó con las hembras, pero estas se colocaron juntas en una pecera de 20cm x 40cm x 20cm.

### **3.6.3 Reproducción de las parejas reproductoras pre-ensayo**

Cada pareja se trasladó a cada bettera (pecera dividida adecuada para la reproducción de peces Betta), se esperó 1 semana hasta observar que las parejas se aceptaban entre si y los machos hayan realizado su cama de burbujas para luego proceder a liberarlos. Durante la reproducción no se manipuló ningún parámetro ambiental.

### **3.6.4 Mantenimiento de las crías obtenidas durante el pre-ensayo**

Las crías obtenidas se mantuvieron en las mismas peceras donde fueron desovados durante toda la etapa de crecimiento, no se manipulo ningún parámetro físico-químico. A los 65 días los machos ya presentaban comportamientos territoriales entre ellos y con las hembras, por lo que se procedió a separar todas las hembras en una pecera y a los machos se los colocó en vasos plásticos de 16 Onzas con un volumen de 150ml



**Figura 4** Separación de los machos y puestas en vaso de plástico



**Fuente:** Los autores

### 3.6.5 Preparación de las peceras

Para la limpieza y desinfección de las peceras, se utilizó agua potable con la cual se llenó 3 baldes plásticos de 40L las cuales se les añadió el clorador (1gota/L), se dejó reposar por 20 minutos para que haga un mejor efecto, y se procedió a cepillar, lavar todas las peceras, el proceso se repitió hasta completar de limpiar todas las peceras. Se llevó el mismo procedimiento para los materiales utilizados como los termostatos y los vasos plásticos. Con las peceras listas, se llenaron cada una con 20 L de agua y se añadió clorador (1gota/L) y se dejó reposar 24 horas. Las peceras no se les añadieron ningún tipo de aireación ya que gracias a su órgano “laberinto” los peces betta pueden respirar aire atmosférico.

### **3.6.6 Adecuación del ambiente de trabajo**

El espacio donde se desarrolló el proyecto fue un espacio abierto pero adecuado de manera que las peceras estén protegidas directamente del sol bajo un techo, dado que las peceras se encuentran descubiertas en la parte superior se utilizó malla roja para evitar cualquier interferencia sobre las unidades experimentales. Ya que en el espacio únicamente existía una toma corriente se hizo uso de extensiones y regletas que permitieron instalar en el mismo lugar todos los termostatos dentro de cada pecera realizó una instalación para los termostatos.

### **3.6.7 Selección de los ejemplares para reproducción**

Para la selección de los machos, se seleccionó aquellos que contaban con un buen tamaño y formaban una cama de burbujas de buen tamaño y consistente. Para la selección de las hembras, se seleccionó aquellas que se podía observar el ovopositor y el abultamiento producido por las huevas, además que el tamaño coincida o se asemeje al de los machos.

### **3.6.8 Traslado y aclimatación de las parejas reproductoras a las unidades experimentales**

Ya que las peceras se encontraban listas para el inicio de la investigación, fueron añadidos los ejemplares seleccionados (1 pareja por unidad experimental) en vasos plásticos para que se aclimaten al agua de las peceras, este proceso duro 30 minutos, las hembras fueron encerradas en los mismos vasos plásticos, pero se procedió a realizar un orificio en la base de los vasos con la finalidad que pueda ingresar aire atmosférico y para evitar que los machos las maltraten.

**Figura 5** Aclimatación de las parejas reproductoras



**Fuente:** Los autores

### **3.6.9 Alimentación de los Reproductores**

Los reproductores fueron alimentados con pulgas de agua y otros con alimento comercial, el proceso del control de alimentación duro toda la reproducción desde que estos fueron ingresados a las peceras hasta su posterior desove. La alimentación con el alimento comercial fue suministrada con una dosis de 2 pellet en la mañana y 2 pellet en la noche, en cuento la alimentación con alimento vivo fue suministrada con una dosis de 10 Daphnias en la mañana y 10 Daphnias en la noche seleccionando las de mayor tamaño.

### **3.6.10 Cultivo de Daphnia sp**

Para el inicio del cultivo se adquirió 3 cepas de “pulga de agua” la cual se mantuvo en reproducción durante 2 semanas, siendo alimentadas cada 3 días con microalga espirulina,

con la finalidad de que aumente el cultivo y poder darles de alimento a los peces sin que se agote la comunidad de *Daphnia*.

**Figura 6** Cultivo de *Daphnia sp*



**Fuente:** Los autores

### **3.6.11 Control de temperaturas en las peceras**

Los termostatos se colocaron en las peceras a 3 temperaturas 30°C, 27°C y 24°C, estos siempre permanecieron encendidos lo cual permitió que siempre la temperatura sea constante y no haya ninguna variación. Se tomaron mediciones de temperatura tres veces al día (08:00,12:00 y 18:00 horas) con ayuda de un multiparametro para controlar que no haya ninguna variación. Las pérdidas de agua en las peceras, debido a la evaporación se compensaron cada dos días, el control de la temperatura se efectuó durante la investigación.

### **3.6.12 Apareamiento**

Las parejas reproductoras dentro de cada pecera, las hembras fueran encerradas dentro de vasos plásticos a los cuales se les realizo un orificio en la parte superior para que entre

oxígeno atmosférico y puedan respirar, lo que permitió que los machos puedan realizar su cortejo desplegando las aletas, pero sin tocar a la hembra, además se les añadió una hoja de almendro en cada pecera para que les sirva de base a los machos para realizar sus camas de burbujas. No se liberó a las hembras de los vasos durante 12 días, lo que sirvió para que los machos realicen su cama de burbujas y exista una buena aceptación por parte de las hembras, estas fueron liberadas de los vasos. Los machos nadaban cerca de las hembras desplegando sus aletas atrayéndolas debajo de los nidos haciendo que los machos realicen el “abrazo” junto al cuerpo de la hembra para la expulsión los huevos y los machos a continuación los fertilice, los machos se encargaron de colocar los huevos en la cama de burbuja y el cuidado de estos.

*Figura 7 Apareamiento de los peces Betta splendens*



*Fuente: Los autores*

### **3.6.13 Eclosión**

Pasadas 48 horas los huevos ya eclosionaron, los alevines realizaban movimientos verticales y los machos se encargaron del cuidado atrapándolos en su boca y llevándolos nuevamente al nido, ya que estos aun no podían nadar por si solos.

### **3.6.14 Mantenimiento de los alevines para su posterior sexado**

Los primeros 3 días los alevines se alimentaron de su saco vitelino, para el cuarto día se empezó a suministrar yema de huevo durante 4 días más, la cual se aplicó 2 gotas al día (mañana y tarde) al segundo y cuarto día se hizo un recambio para evitar la contaminación del agua. Los alevines podían alimentarse por sí solos y ya no requerían del padre por lo que se sacaron a todos los machos de las unidades experimentales. Para la segunda semana ya se empezó a suministrar alimento vivo (*Daphnia sp*) con el fin de motivar el desarrollo rápido de los alevines y se alternaba con alimento balanceado.

### **3.6.15 Sexado de las especies**

Pasados 75 días luego de la eclosión de los huevos arrancó la diferenciación del sexo de los organismos obtenidos por medio de características morfológicas como las aletas caudales de los machos siendo de mayor longitud y centrada en el cuerpo diferente de las hembras que son de menor longitud y cercana a la cola, el cuerpo de los machos es más prolongado que el de las hembras. También se pudo diferenciar el sexo por su comportamiento siendo los machos muy territoriales y observando el órgano sexual de las hembras caracterizado por el ovopositor.

### **3.6.16 Supervivencia**

Esto fue realizado por observación directa y expresada en porcentaje de los peces nacidos y los que llegaron al finalizar la investigación. Con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de supervivencia} = \text{N}^\circ \text{ Final ind} / \text{N}^\circ \text{ inicial ind.} * 100$$

### **3.7 Análisis Estadístico**

En el estudio Experimental se realizó un el análisis estadístico y se utilizó el programa IBM SPSS statistics 22, este nos ayudó a que nuestra base de datos obtenidos en el experimento tengamos cuadros descriptivos de estudio, en la cual nos ayudara a poder comprobar si existe una interacción o influencia de los factores estudios establecidos.

## **4 RESULTADOS Y DISCUSIONES**

El comercio internacional de peces ornamentales se ha asentado con el transcurso de los años puesto que se ha generado una gran manera a la demanda por la acuariofilia. La demanda internacional prefiere los peces exóticos como los bettas. La popularidad del pez betta es referente al macho de esta especie, por lo que dentro del comercio los productores buscan métodos eficaces durante la reproducción para obtener el mayor número de alevines machos.

### **4.1 Efecto combinado de la temperatura del agua (TW) y el tipo Alimento (TA) para la obtención de especímenes machos.**

Los resultados obtenidos tras el análisis de ANOVA unifactorial intergrupos se obtuvo un p-valor de 0,952 siendo mayor al alfa establecido (0,05), con lo cual se indica que todas las medias del efecto combinado de TW y TA, como la variable de TA no presentaron diferencias significativas sobre el porcentaje de machos eclosionados. Por otra parte, p-valor obtenido para la variable TW fue de 0,00 siendo este menor al alfa establecido, por lo tanto, se establece que al menos una de las medias si presentan diferencias significativas en el porcentaje de machos obtenidos (Tabla7).



**Tabla 7** ANOVA factorial intergrupala para el análisis combinado de la temperatura y el tipo de alimento sobre la cantidad de machos (*Betta splendens*) eclosionados.

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Machos (%)					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	p-valor
Modelo corregido	3807,420 <sup>a</sup>	5	761,484	14,448	,000
Interceptación	91188,698	1	91188,698	1730,174	,000
Tipo de alimento *	5,261	2	2,631	,050	,952
Temperatura					
Tipo de alimento	85,412	1	85,412	1,621	,227
Temperatura	3716,747	2	1858,373	35,260	,000
Error	632,459	12	52,705		
Total	95628,578	18			
Total corregido	4439,879	17			

a. R al cuadrado = ,858 (R al cuadrado ajustada = ,798)

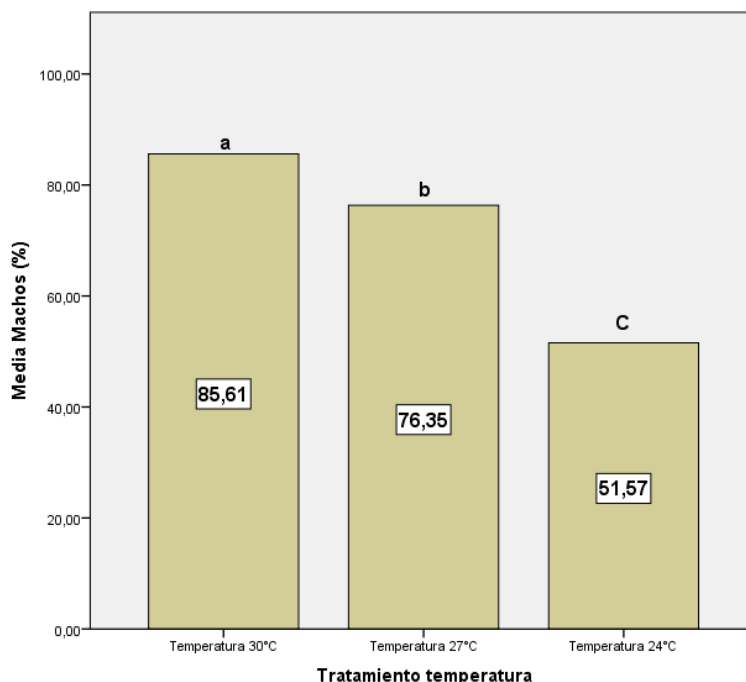
**Nota:** gl= grados de libertad. F=Estadistic

#### 4.2 Influencia de la temperatura en la reproducción para la obtención de especímenes machos

Con base a la prueba ANOVA factorial realizada se obtuvo una prueba post hoc en donde se evidencia tres subconjuntos homogéneos con lo cual indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos de TW, por cual el tratamiento con 30°C tiene una influencia del 85,608

de reproducción de machos, siendo este superior a los demás tratamientos (27°C y 24°C). (Figura 8)

**Figura 8** Media del porcentaje de machos obtenidos en función a los diferentes tratamientos de la temperatura del agua



**Nota:** Las letras minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos ( $P < 0,05$ ) (prueba de Duncan).

Esta estadística demostró que solo la temperatura influye directamente sobre el porcentaje de machos eclosionados, donde se obtuvo el mayor porcentaje a 30°C. De igual forma en el estudio realizado por Zainuddin (2009) quien en su estudio demostró que la cría de juveniles a 30°C produjo un mayor número de machos ( $68,59 \pm 1,20\%$ ) en comparación con la cría a 28°C. Así mismo se concuerda con el resultado obtenido por Gallo (2017) en la obtención de machos, cuando se trabaja a una temperatura mayor a 30 °C se obtiene un 99.2 % de machos.

### 4.3 Influencia del Tipo de alimento en la reproducción para la obtención de especímenes machos

El p-valor obtenido en la prueba estadística T student es de 0,583 con lo cual es mayor al alfa predefinido, en el cual muestra que no hay diferencia significativa estadísticamente en el tipo de alimento que se administró sobre el porcentaje de machos eclosionado.

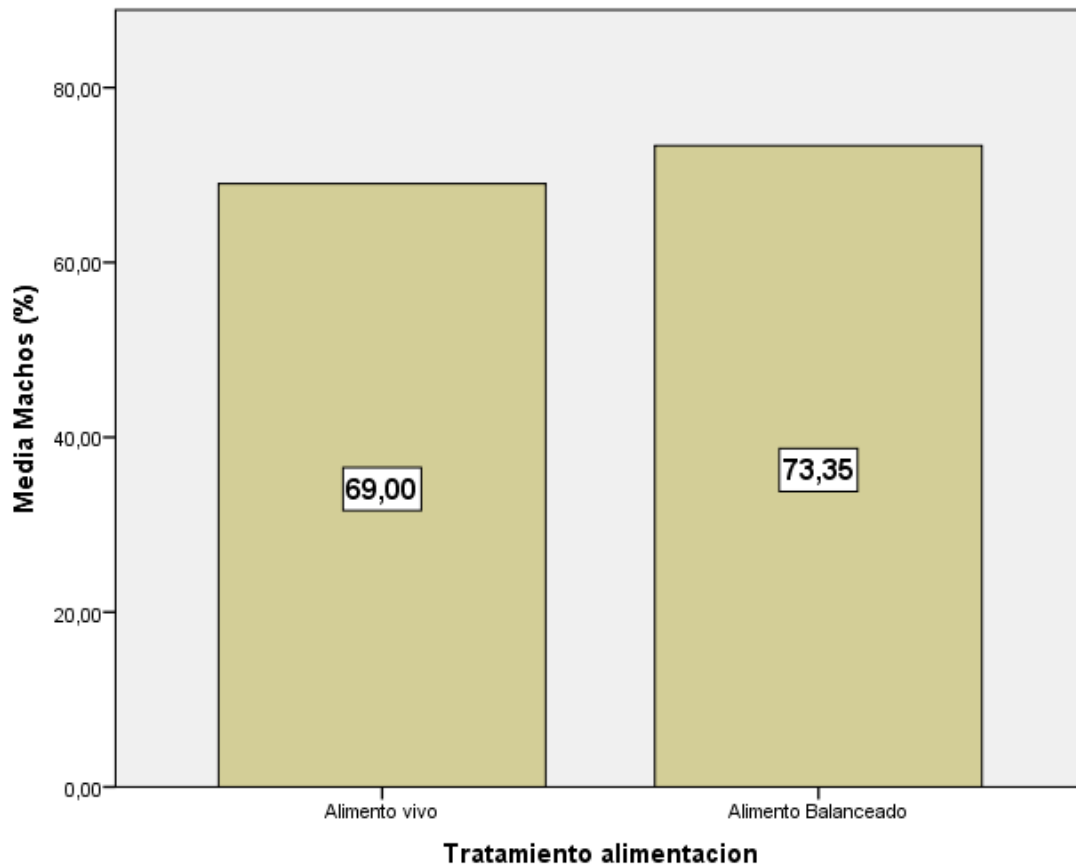
**Tabla 8** Prueba T student para muestras independientes para el tipo de alimento en relación al porcentaje de macho eclosionados

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	Gl	p-valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior		Superior
Machos (%)	Se asumen varianzas iguales	,047	,831	-,560	16	,583	-4,35667	7,77681	-20,84276	12,12943
	No se asumen varianzas iguales			-,560	15,997	,583	-4,35667	7,77681	-20,84298	12,12965

**Nota:** gl= grados de libertad. F=Estadistic

En la media de la figura 9 se observa que en los dos tratamientos del TA se observa que no hay diferencia significativa estadísticamente en el tipo de alimento que se administró sobre el porcentaje de machos eclosionado teniendo valores del alimento vivo con un 69,00 y en el alimento balanceado con un 73,35.

**Figura 9** Media del porcentaje de machos obtenidos en función a los diferentes tratamientos de los tipos de alimento



#### 4.4 Influencia de la temperatura del agua en la obtención de alevines

Mediante los resultados obtenidos en la prueba ANOVA de un factor intergrupo se obtuvo un p-valor 0,000 con lo cual es menor al alfa pre establecido (0,05), por lo cual, la media de

los tratamientos de la TW presenta una diferencia significativa en relación a la cantidad total de alevines (Tabla 9).

**Tabla 9** Anova de un factor intergrupo para la comparación entre las diferentes temperaturas para la obtención de alevines totales

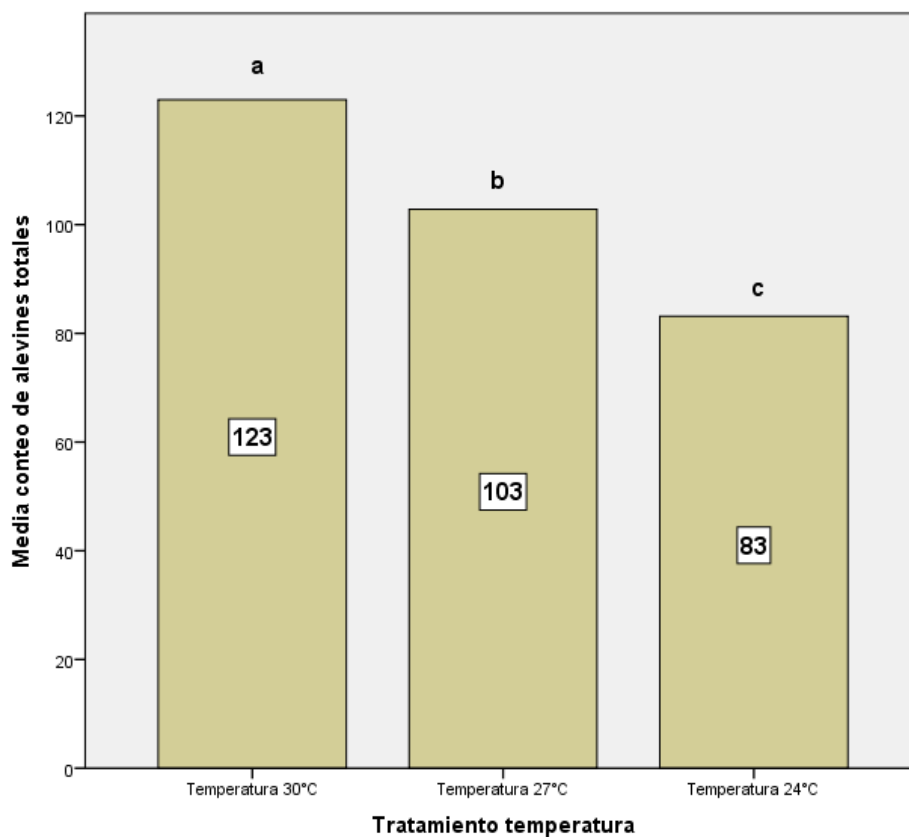
ANOVA					
Conteo de alevines totales					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	4760,333	2	2380,167	64,718	,000
Dentro de grupos	551,667	15	36,778		
Total	5312,000	17			

**Nota:** gl= grados de libertad. F=Estadistic

Por otra parte, la prueba post-hoc muestra tres subconjuntos homogéneos y se observa que hay diferencia significativa estadísticamente en las temperaturas establecidas sobre la obtención de alevines, teniendo valores de la temperatura 30°C con un 123,00, temperatura 27°C con un 102,83 y temperatura 24°C con un 83,17. (Figura 10).

Lo que precisa la influencia del T1(30°C) en eclosión de los huevos presentando un mayor porcentaje, al igual que en el trabajo de Almanza (2014) donde obtienen un porcentaje de eclosión del 57% en los reproductores sometidos a temperaturas mayor a 29°C.

**Figura 10** Media de la cantidad de alevines totales en función a las diferentes temperaturas del agua



**Nota:** Las letras minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos ( $p < 0,05$ ) (prueba de Duncan).

#### 4.5 Influencia del Tipo de alimento en la obtención de alevines

El p-valor obtenido en la prueba estadística T student es de 0,721 con lo cual es mayor al alfa predefinido, por lo tanto, indica que no hay diferencia significativa estadísticamente en el tipo de alimento que se dosifico para la obtención de alevines.

**Tabla 10** Prueba T student para muestras independientes en los tipos de alimentos en relación a la obtención de alevines

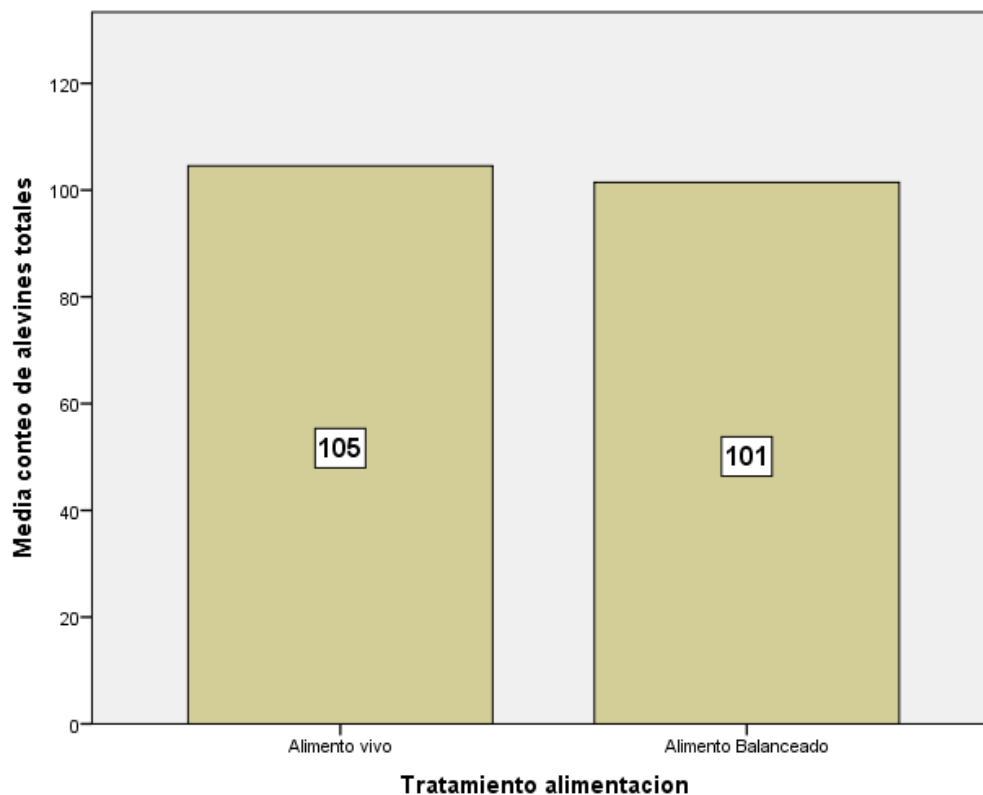
**Prueba de muestras independientes**

		prueba t para la igualdad de medias								
		de Levene de calidad de varianzas								
		F	Sig.	t	gl	p- valo r	Diferenci a de medias	Diferenci a de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferio r	Superio r	
conteo de alevine s totales	Se asumen varianza s iguales	,23	,63	,36	16	,721	3,111	8,554	-	21,245
		3	6	4					15,023	
	No se asumen varianza s iguales			,36	15,41	,721	3,111	8,554	-	21,301
				4	8				15,079	

**Nota:** gl= grados de libertad. F=Estadistic

En la media de la figura 11 se observa que en los dos tratamientos del TA se observa que no hay diferencia significativa estadísticamente en el tipo de alimento que se administró sobre la cantidad de alevines totales, teniendo valores del alimento vivo con un 105 y en el alimento balanceado con un 101. No existiendo diferencia significativa estadísticamente, es importante señalar el factor económico en el tipo de alimentación en la reproducción de *Betta splendens*. El alimento vivo presentó mejores resultados además de que mejor rentablemente. Las cepas de *Daphnia sp* se comercializan en el mercado alrededor de \$5 c/u estas se pueden iniciar un cultivo con una cepa y mantenerlo para alimentación a diferencia del alimento comercial para betta se encuentra a un precio mayor a \$10 desde la presentación mínima de 25g.

**Figura 11** Media del conteo de alevines totales en relación a los tipos de alimentos





#### 4.6 Efecto de la alimentación en la coloración de los alevines

La variable categórica de coloración se analizó mediante la tabla de contingencia donde permite observar la distribución de la coloración de los alevines en función al tipo de alimentación dosificada.

**Tabla 11** Tabla de contingencia para la distribución del color en función a la alimentación

**Coloracion\*Tratamiento alimentacion tabulación cruzada**

	Tratamiento alimentacion		Total
	Alimento vivo	Alimento Balanceado	
Coloracion Dominó verde- azulado	Recuento 9	0	9
% dentro de Tratamiento alimentacion	100,0%	0,0%	50,0%
Dominó azulgrana	Recuento 0	9	9
% dentro de Tratamiento alimentacion	0,0%	100,0%	50,0%
Total	Recuento 9	9	18
% dentro de Tratamiento alimentacion	100,0%	100,0%	100,0%

Mediante la prueba de chi- cuadrado se determinó que hay diferencia significativa entre los tratamientos (tipo de alimentos) y el tipo de coloración debido a que el nivel de significación obtenido mediante la prueba realizada es de 0,000 con lo cual se infiere que existe relación entre el tipo de alimentación y la coloración obtenido en los alevines de betta (Tabla 12)

**Tabla 12** Prueba de chi-cuadrado para identificar la relación de alimento con la coloración**Pruebas de chi-cuadrado**

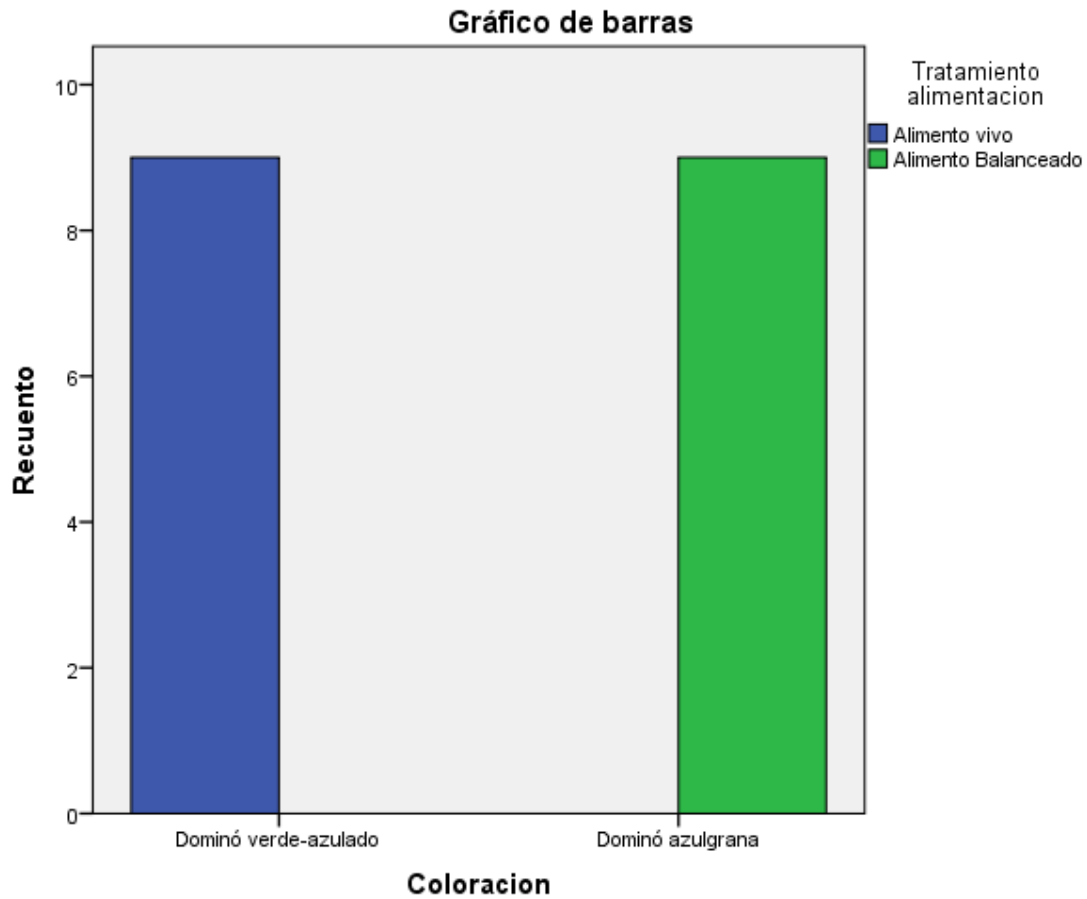
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	18,000 <sup>a</sup>	1	,000		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	14,222	1	,000		
Razón de verosimilitud	24,953	1	,000		
Prueba exacta de Fisher				,000	,000
Asociación lineal por lineal	17,000	1	,000		
N de casos válidos	18				

a. 4 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,50.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Los resultados en el grafico nos muestran que dependiendo del tipo de alimentación existe un dominio específico en la coloración de los alevines, siendo el tratamiento de alimento vivo presentando un color dominante de verde-azulado y el tratamiento con balanceado mostro un color dominante de granate. Se deduce que fue influenciado por la composición del alimento comercial que contenía astaxantina. La astaxantina se emplea en la composición de piensos para el campo acuícola para la pigmentación de salmónidos es la encargada de influir en la pigmentación rojo-naranja de los organismos que la consumen mediante el alimento balanceado (Hernández et al, 2018).

**Figura 12** Grafico de barra con el recuento de la coloración en función a los tratamientos en la Alimentación



#### 4.7 Efecto de la temperatura en la coloración de los alevines

La variable categórica de coloración se analizó mediante la tabla de contingencia donde permite observar la distribución de la coloración de los alevines en función al tratamiento de la temperatura del agua

**Tabla 13** Tabla de contingencia para la distribución del color en función a los diferentes tipos de temperatura

**Coloración\*Tratamiento temperatura tabulación cruzada**

			Tratamiento temperature			Total
			Temperatura 30°C	Temperatura 27°C	Temperatura 24°C	
Coloracion verde-azulado	Dominó	Recuento	3	3	3	9
		% dentro de Tratamiento temperature	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%
Dominó azulgrana	Dominó	Recuento	3	3	3	9
		% dentro de Tratamiento temperature	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%
Total	Dominó	Recuento	6	6	6	18
		% dentro de Tratamiento temperature	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Mediante la prueba de chi- cuadrado se determinó que no hay diferencia significativa entre los tratamientos (temperatura del agua) y el tipo de coloración debido a que el nivel de significación obtenido mediante la prueba realizada es de 1,000 con lo cual se infiere que no existe relación entre las diferentes temperaturas y la coloración obtenido en los alevines de betta (Tabla14)

**Tabla 14** Prueba de chi-cuadrado para identificar la relación de las temperaturas con la coloración

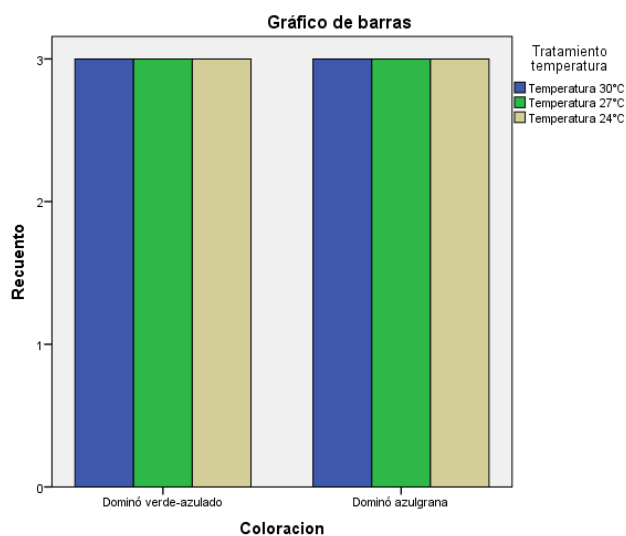
**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	,000 <sup>a</sup>	2	1,000
Razón de verosimilitud	,000	2	1,000
Asociación lineal por lineal	,000	1	1,000
N de casos válidos	18		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,00.

Los resultados en el gráfico nos muestra que independientemente el tipo de temperatura no ejerce ningún efecto sobre la coloración de los alevines.

**Figura 13** Gráfico de barra con el recuento de la coloración en función a los tratamientos de la temperatura del agua



#### 4.8 Efecto de la temperatura en la supervivencia

Por medio los resultados obtenidos en la prueba ANOVA de un factor intergrupo se obtuvo un p-valor 0,010 con lo cual es menor al alfa pre establecido (0,05), por lo cual, la media de los tratamientos de la TW presenta una diferencia significativa en relación a la supervivencia total de los alevines

*Tabla 15 Anova de un factor intergrupo para la comparación de los tratamientos de la temperatura del agua en la supervivencia total de los alevines*

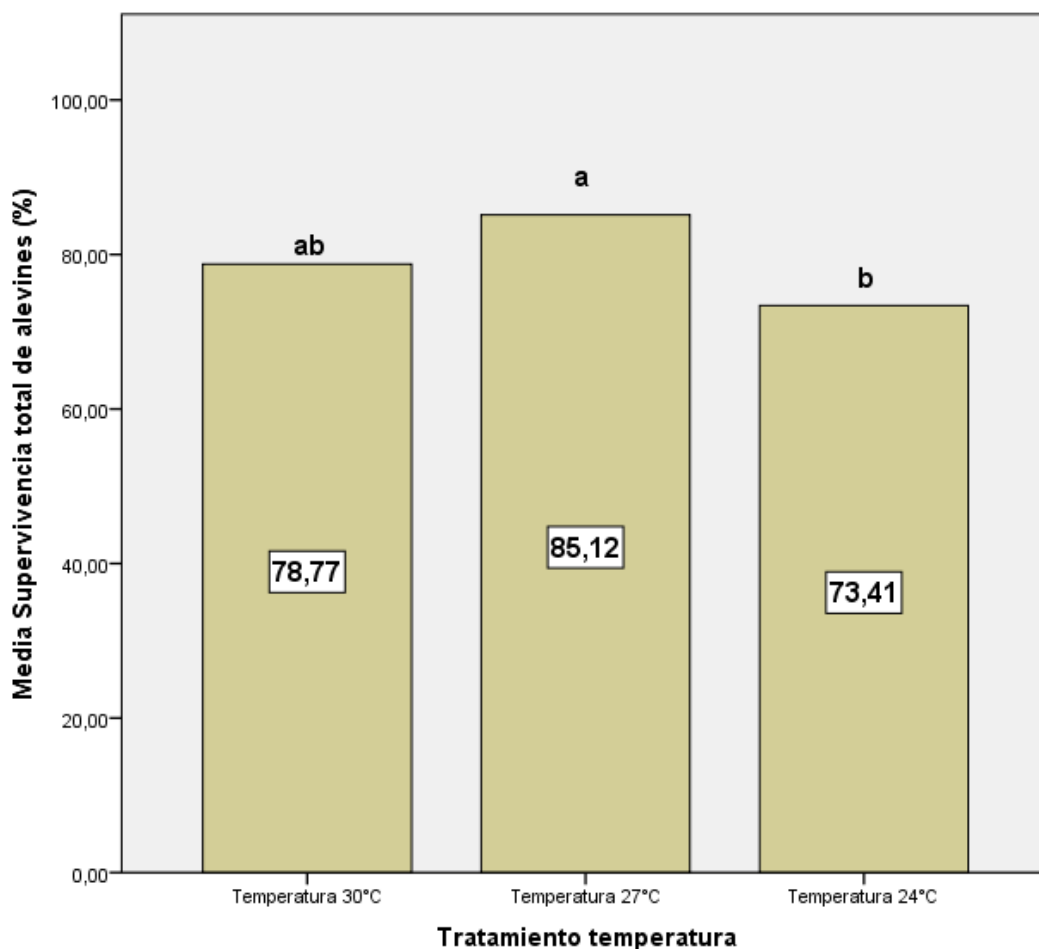
ANOVA					
Supervivencia total de alevines (%)					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	412,941	2	206,471	6,312	,010
Dentro de grupos	490,651	15	32,710		
Total	903,593	17			

**Nota:** gl= grados de libertad. **F**=Estadístico F.

Por otro lado, la prueba post-hoc muestra dos subconjuntos homogéneos y se observa que hay diferencia significativa estadísticamente en las temperaturas establecidas sobre la supervivencia total de los alevines, en donde el tratamiento de 27 °C presenta una mayor supervivencia que al resto de los tratamientos, por otra parte, el tratamiento de 24 °C es el más bajo y el de 30 °C muestra igualdad significativa a los dos tratamientos anteriormente mencionados. (Figura 14)

En lo que respecta a la mayor sobrevivencia en los alevines obtenidos, fue en la temperatura de 27 °C con un 85.13%, siendo similar a los resultados de Silva et al. (2021) donde obtuvieron con el primer experimento una sobrevivencia de alevines del 20% a 20 °C, 51% a 28 °C. Para el segundo experimento, hubo supervivencia del 37% a 23 °C, 60% a 28 °C, 55% a 33 °C y con el tercer experimento, se obtuvo una supervivencia del 62% a 25 °C, del 64% a 28 °C y del 3% a 34 °C. Destacando una mayor sobrevivencia a 28 °C similar a nuestra mayor sobrevivencia en el T2(27°C).

*Figura 14* Media de la supervivencia de los alevines totales en relación a las diferentes temperaturas



**Nota:** Las letras minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos ( $p < 0,05$ ) (prueba de Duncan).

## 5 CONCLUSION

- Como factor principal y determinante la temperatura fue influyente para la obtención de organismos machos durante la reproducción de la especie *Betta splendens*.
- Los mejores resultados para obtener más del 50% de supervivencia, oscila en temperaturas entre 27 °C con una supervivencia del 85,12% y 30 °C con el 78,77%
- El tipo de alimento suministrado (alimento vivo y alimento comercial para bettas) no fue significativo para obtención de especímenes machos durante la reproducción, pero si hubo una diferencia significativa respecto a las coloraciones.
- Tener un control sobre la temperatura proporciona un método eficaz para la obtención de especímenes machos, cuando son expuestos a 30 °C logrando un mayor porcentaje de machos.
- Las altas temperaturas no fue un factor estresante durante la reproducción para la especie *Betta splendens*.
- La mejor época de reproducción de *Betta splendens* en Ecuador es en invierno, donde las temperaturas son más calientes.



## 6 RECOMENDACIONES

- Se debería indagar más cómo influye la exposición a altas temperaturas sobre reproductores de la especie *Betta splendens* para precisar el mecanismo de los cambios de sexo en esta especie.
- Se debería indagar más cómo influye en los costos sobre la alimentación de la especie *Betta splendens* para precisar el mecanismo de los cambios de sexo en esta especie.
- Con el fin de no estresar a los reproductores durante el apareamiento y desove es necesario ubicar las peceras en un espacio no transitado, donde no exista un factor estresante para ellos.
- El uso de hojas de almendro es importante para evitar la proliferación de hongos en las peceras y como base para la elaboración de la cama de burbujas de los machos de *Betta splendens*.
- El uso de termostatos es importante en ambientes fríos para mantener una buena actividad del pez *Betta splendens* y motivar su reproducción.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Almanza Ascue, G. (2014). Reproducción normal y asistida betta splendens en condiciones de acuario. *Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/965>
- Antunes, S. C., & Castro, B. B. (2017). Pulgas-de-agua (*Daphnia* spp.). *Revista de Ciência Elementar*, 5(4). <https://doi.org/10.24927/RCE2017.050>
- Aquassius. (19 de Julio de 2020). *Todo sobre los Bettas*. Obtenido de Aquassius: <https://aquassius.com.uy/fichas-de-peces/bettas/>
- Arboleda Obregón, D. A. (2006). Crianza y producción del Betta (*Betta splendens*) para acuaristas no profesionales. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 2(4), 1–4. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617138016.pdf>
- Azevedo, R. V. de, Silva-Azevedo, D. K. da, Santos-Júnior, J. M. dos, Fosse-Filho, J. C., Andrade, D. R. de, Tavares-Braga, L. G., & Vidal-Júnior, M. V. (2016). Effects of dietary mannan oligosaccharide on the growth, survival, intestinal morphometry and nonspecific immune response for Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910) larvae. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(4), 800–806. <https://doi.org/10.3856/VOL44-ISSUE4-FULLTEXT-15>
- Brammah, M. (2015). *The Betta Bible: The Art and Science of Keeping Bettas - Martin Brammah* - *Google Libros*. [https://books.google.com.ec/books/about/The\\_Betta\\_Bible.html?id=48hPrgEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/The_Betta_Bible.html?id=48hPrgEACAAJ&redir_esc=y)
- Castro, T., de Lara Andrade, R., Castro Mejía, G., Castro Mejía, J., Malpica Sánchez, a., Orbe, R. I., Mazatlán, C., & Llosa, G. (2003). Alimento vivo en la acuicultura. *Memoria VI Congreso Sobre Manejo de Fauna Silvestre En La Amazonía y Latinoamérica*, 48.
- Colunga Ramírez, G. E. (2016). *Mecanismos genéticos que regulan la regeneración en el pez teleósteo Betta splendens*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/7721>

- Fontanillas Pérez, J. C. (2017). Acuarofilia: Enfermedades y tratamientos de peces de acuario. *Panorama actual del medicamento*, 41(403), 470-476. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6024603>
- Forero, L. G. (2015). Cultivando conocimiento: Estrategia de acercamiento a la investigación. *Libros En Acceso Abierto*. <https://doi.org/10.19052/9789588844718>
- Fosse, P. J., Mattos, D. C., Cardoso, L. D., Motta, J. H. S., Jasper, A. P. S., Radael, M. C., Andrade, D. R., & Vidal Júnior, M. v. (2013). Estrategia de coalimentação na sobrevivência e no crescimento de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65(6), 1801–1807. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000600030>
- Gallo Encalada, A. M. (2017). Estudio comparativo para la obtención de machos en la especie *Betta splendens* (Charles Take Regan, 1910), "Pez Betta" aplicando el método de reproducción por control de temperatura y método natural. Universidad Nacional de Piura, Piura. doi:20.500.12676/2234
- Guevara, M. (2006). Alimento vivo y su importancia en la acuicultura. *Departamento de Ciencias Acuícolas - Universidad de Córdoba*.
- Hernández, A., Lugo, O., Zavaleta, M., Guzmán, X., Armenta, R., García, R., & Guerrero, I. (2018). Potencial bioactivo y nutricional de los recursos pesqueros. Utilización de pescados y mariscos: Tecnologías e Innovación.
- Huamán, V. (2017). Crecimiento poblacional de *Daphnia magna* "pulga de agua" en cultivo experimental alimentado con *Saccharomyces cerevisiae* "levadura" y jugo de *Spinacia oleracea* "espinaca". *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1657>
- Huanacuni Pilco, J. I., & Espinoza Ramos, L. A. (11 de Juno de 2018). Producción de alimento vivo par ala investigación en acuicultura de peces marinos en la UNJBG, Tacna. *Ciencia & Desarrollo*(22), 82-86. doi:<https://doi.org/10.33326/26176033.2018.22.749>

- Huaraca Huaraca, L. F. (2017). *Evaluación Ecotoxicológica de Aguas Contaminadas con Glifosato a partir de los Bioindicadores Daphnia magna y Artemia salina*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19010>
- Krishnakumar, A., Patrick Anton, E. S., & Jayawardena, U. A. (2020). Water hardness influenced variations in reproductive potential of two freshwater fish species; *Poecilia reticulata* and *Betta splendens*. *BMC Research Notes*, *13*(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05382-x>
- Luna-Figueroa, J. (2017). Un menú diverso y nutritivo en la dieta de peces: “El alimento vivo.” *Agro Productividad*, *10*(9), 112–116. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/985>
- Martínez Díez, I. (2008). Comportamiento agresivo en el pez luchador de Siam (“*Betta splendens*”). *Anales Universitarios de Etología*, *2*, 98–105.
- Moreno Tarazona, D. Y., & Avila Sandoval, J. E. (2015). *Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia*. Obtenido de Sustitucion de Artemia salina por balanceado en larvas de *Betta splendens*
- Murcia-Ordoñez, B., Chaves, L. C., España, W. F., Castañeda, D., & Andrade, J. (2016). Fisiología reproductiva del pez *Betta splendens* en condiciones de laboratorio, Piedemonte Andino Amazónico (Colombia). *Revista Veterinaria*, *27*(2). <https://doi.org/10.30972/vet.2721087>
- Nengtias, R. A., Luh Watiniasih, N., Wiweka, A. P., Dewi, K., Kampus Unud, J., Jimbaran, B., & Selatan, K. (2021). Effects of Different Types of Feed on the Growth and Survival Rate of *Betta splendens*. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, *5*(3), 79–84. <https://doi.org/10.24843/ATBES.2021.V05.I03.P02>
- Pavía, C. (2014). *La Historia del guerreo espléndido – Sandrobettas*. <https://sandrobettas.wordpress.com/2014/06/06/la-historia-del-guerreo-esplndido/>
- Parisse, G. (2018). *Los peces tropicales marinos*. Parkstone. Obtenido de <https://es.scribd.com/book/356247307/Los-Peces-Tropicales-Marinos>

- Pleeging, C. C. F., & Moons, C. P. H. (2017). Potential welfare issues of the Siamese fighting fish (*Betta splendens*) at the retailer and in the hobbyist aquarium. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 86(4). <https://doi.org/10.21825/vdt.v86i4.16182>
- Ponce, C., Valencia, I., & Cuero, L. (2018). *Producto alimenticio para especies menores (peces) con alto contenido nutricional elaborado a partir de recursos vegetales locales y subproductos de la pesca*. SENA. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11404/7287>
- Rendón, B. A. (2020). *Evaluación del efecto del alimento vivo y alimento balanceado comercial sobre el tiempo de crecimiento del pez Betta (Betta splendens)*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14663>
- Reyes, G., & Chambilla, A. (2019). Alimentación, crecimiento y supervivencia de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” hasta la etapa de alevines en condiciones de laboratorio. *Revista Campus*, 24(28). <https://doi.org/10.24265/campus.2019.v24n28.09>
- Sales, J., & Janssens, G. P. J. (2003). Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, 16(6), 533–540. <https://doi.org/10.1016/J.AQULIV.2003.06.001>
- Sánchez, M. (2019). Evaluación de la toxicidad y riesgo ambiental por dos contaminantes emergentes, diclofenaco e ibuprofeno, en organismos bioindicadores del ecosistema dulceacuícola: *Daphnia Magna* (pulga de agua), *Lemna gibba* (lenteja de agua) y *Paracheirodon Innesi* (pez tetra neón), para la estimación de estándares de calidad ambiental. *Universidad Científica Del Sur*. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/870>
- Santos, E. L., Oliveira, W. D. S., Lima, M. R., Silva, L. L. A., Oliveira, J. M., Silva, T. J., Santos, C. I., & Soares, E. C. (2020). Use of almond leaf as additive in diets for betta splendens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 72(1). <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10877>
- Silva, R. C., Melo, P. T., Figueiredo, P. G., Sousa, Q. R., Silva, L., Silva, R., . . . Ramos, L. (2021). Determination of the upper and lower critical limit of temperature in *Betta splendens* (Regan, 1910) larviculture. En C. A. Martins, D. Souza, & F. Fonteles, *Engenharia de pesca: Aspectos teóricos e práticos* (págs. 147-154). Editora científica digital. doi:10.37885/210203414

- Schliewen, U. (2016). *El acuario*. Hispano Europea. Obtenido de <https://www.agapea.com/libros/El-acuario-9788425518096-i.htm>
- Srikrishnan, R., Hirimuthugoda, N., & Rajapakshe, W. (2017). Evaluation of growth performance and breeding habits of fighting fish (*Betta splendens*) under 3 diets and shelters. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 3(2). <https://doi.org/10.18331/SFS2017.3.2.6>
- Srikulnath, K., Singchat, W., Laopichienpong, N., Ahmad, S. F., Jehangir, M., Subpayakom, N., Suntronpong, A., Jangtarwan, K., Pongsanarm, T., Panthum, T., Ariyaphong, N., Camcuan, J., Duengkae, P., Dokkaew, S., & Muangmai, N. (2021). Overview of the betta fish genome regarding species radiation, parental care, behavioral aggression, and pigmentation model relevant to humans. In *Genes and Genomics* (Vol. 43, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s13258-020-01027-2>
- Valentin, F. N., do Nascimento, N. F., da Silva, R. C., Fernandes, J. B. K., Giannecchini, L. G., & Nakaghi, L. S. O. (2015). Early development of *Betta splendens* under stereomicroscopy and scanning electron microscopy. *Zygote*, 23(2). <https://doi.org/10.1017/S0967199413000488>
- Vu, T. D., Iwasaki, Y., Shigenobu, S., Maruko, A., Oshima, K., Iioka, E., Huang, C. L., Abe, T., Tamaki, S., Lin, Y. W., Chen, C. K., Lu, M. Y., Hojo, M., Wang, H. V., Tzeng, S. F., Huang, H. J., Kanai, A., Gojobori, T., Chiang, T. Y., ... Okada, N. (2020). Behavioral and brain-transcriptomic synchronization between the two opponents of a fighting pair of the fish *Betta splendens*. *PLoS Genetics*, 16(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008831>
- Watson, C. A., DiMaggio, M., Hill, J. E., Tuckett, Q. M., & Yanong, R. P. (2019). Evolution, culture, and Care for *Betta splendens*. *EDIS*, 2019(2). <https://doi.org/10.32473/EDIS-FA212-2019>
- Zainuddin, N. K. (2009). Universiti Malaysia Terengganu. Obtenido de Effect of high temperature on production of males in siamese fighting fish (*Betta splendens*) population: <http://umt-ir.umt.edu.my:8080/xmlui/handle/123456789/10685>
- Zaldívar, F. (2018). *Estudio in vitro de la sobrevivencia, reproducción y morfología de Daphnia pulicaria irradiada con un láser de baja energía*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/98834>

## 9 ANEXOS

### *Anexo 1 Limpieza de las Unidades experimentales.*



### *Anexo 2 Llenado de las Unidades experimentales.*



*Anexo 3 Colocación de los termostatos en las Unidades Experimentales con su respectiva temperatura*



*Anexo 4 Colocación de los termostatos en las Unidades Experimentales con su respectiva temperatura*





*Anexo 5 Aclimatación de los reproductores*



*Anexo 6 Alimentación de los alevines*



*Anexo 7 Ingreso de la hembra con el macho para su posterior apareamiento*



*Anexo 8 Hembra y macho juntos en el nido de burbujas*



*Anexo 9 Control de la temperatura*



*Anexo 10 Hembras reproductoras*



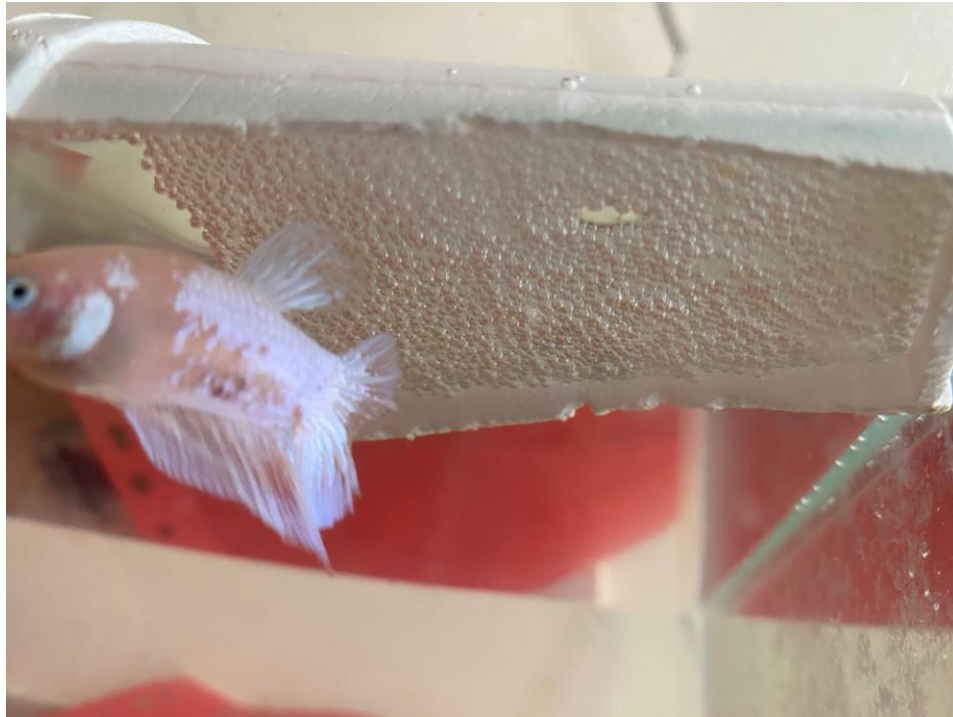
*Anexo 11 Mantenimiento y recambio de agua de las hembras reproductoras*



*Anexo 12 Cama de burbujas del reproductor*



*Anexo 13 Cama de burbujas del reproductor abajo del nido*



*Anexo 14 Alevines luego de su eclosión*



**Anexo 15** Alevines**Anexo 16** *Mantenimiento de alevines posterior a su sexado*

*Anexo 17 Alevines sexados*



